REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS
Doctorado en Educación
Línea de Investigación: Educación Matemática

# LINEAMIENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS PARA EL APRENDIZAJE DEL INFINITO MATEMÁTICO, MEDIANTE EL SOFTWARE GEOGEBRA, EN ESTUDIANTES Y PROFESORES DE EDUCACIÓN MEDIA

Tesis Doctoral presentada como requisito para optar al Grado de Doctor en Educación

Autor: Jeferson Alexander Orozco Pinzón
Tutor: Dr. Ildebrando Zabala González

Caracas, enero de 2026

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR**
**RECTORADO**

**Nº 2026053-57-330**

# A C T A

*Nosotros, el Jurado Examinador abajo firmante, reunidos en modalidad virtual el día 16 de junio de 2026, debidamente autorizados por la Coordinación de Estudios de Postgrado del Instituto Pedagógico de Caracas, con el propósito de evaluar la TESIS titulada* ***Lineamientos teóricos y metodológicos para el aprendizaje del infinito matemático, mediante el software geogebra, en estudiantes y profesores de educación media,*** *presentada por el ciudadano:* ***Jeferson Alexander Orozco Pinzón****, titular del pasaporte Nº* ***BE277430****, del Doctorado de Educación, para optar al título de Doctor en Educación, emitimos el siguiente veredicto:* ***Aprobado.***

**OBSERVACIONES*:***

*Tesis de gran envergadura, profundamente reflexiva, metodológicamente sólida y con un alto nivel de articulación. Representa una contribución significativa al campo de la didáctica de las matemáticas, por lo tanto, se sugiere su divulgación y aplicación en espacios regionales, nacionales e internacionales.*

**Dr. Ildebrando Zabala G.**
**C.I. N.- 3.826.315**
**(Tutor)**

**Dra. Emma Gil**
**C.I. N. 11.198.107**

**Dra. Diomar Vásquez**
**C.I. N° 4.307.010**

**Dra. María López**
**C.C. 11.153.669**

**Dra. Alba Carrero**
**C.I. N.- 8.073.182**

*La presente acta se encuentra registrada en la Coordinación de Estudios de Postgrado del Instituto Pedagógico de Caracas, bajo el N° de Control:* 2 026053 457330

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR**
**RECTORADO**

**Nº 2026053-57-330**

# LINEAMIENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS PARA EL APRENDIZAJE DEL INFINITO MATEMÁTICO, MEDIANTE EL SOFTWARE GEOGEBRA, EN ESTUDIANTES Y PROFESORES DE EDUCACIÓN MEDIA

***POR: JEFERSON ALEXANDER OROZCO PINZÓN***
***PASAPORTE N°: BE277430***

Tesis del Doctorado de Educación, aprobada en nombre de la *Universidad Pedagógica Experimental Libertador* por el siguiente Jurado, a los 16 días del mes de junio de 2026.



**Dr. Ildebrando Zabala G.**
**C.I. N.- 3.826.315**
**(Tutor)**



**Dra. Emma Gil**
**C.I. N. 11.198.107**



**Dra. Diomar Vásquez**
**C.I. N° 4.307.010**



**Dra. María López**
**C.C. 11.153.669**



**Dra. Alba Carrero**
**C.I. N.- 8.073.182**

*La presente acta se encuentra registrada en la Coordinación de Estudios de Postgrado del Instituto Pedagógico de Caracas, bajo el N° de Control:* 2 026053 457330

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, fuente de fortaleza, esperanza y guía constante en cada etapa de este proceso.

A mi hija Sarah Mariana Orozco Sierra, inspiración diaria y razón profunda de mis esfuerzos por crecer como persona y como educador.

A mis padres, por su apoyo incondicional, sus enseñanzas y el ejemplo de perseverancia que ha orientado mi camino.

Y a mi compañera de vida, por caminar a mi lado, por su comprensión y por el amor con el que ha acompañado este proceso académico y la construcción de nuestra familia.

## RECONOCIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. Ildebrando Zabala González, director de esta investigación, por su acompañamiento académico, su rigurosidad metodológica y sus orientaciones oportunas, las cuales fueron fundamentales para la consolidación y desarrollo de este proyecto doctoral.

Agradezco igualmente a los docentes y estudiantes que participaron de manera voluntaria en el estudio, cuyas voces y reflexiones hicieron posible la construcción de los hallazgos y aportaron sentido al trabajo investigativo.

De manera especial, reconozco el apoyo de mi familia, cuyo respaldo emocional y constante motivación fueron esenciales para culminar este proceso. Asimismo, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra forma, contribuyeron con palabras de aliento, comprensión y apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

## TABLA DE CONTENIDOS


Portada ..... 1
Acta de aprobación ..... 2
Dedicatoria ..... 3
Reconocimiento ..... 4
Tabla de contenidos ..... 5
Tabla de Cuadros ..... 7
Tabla de figuras ..... 8
Tabla de anexos ..... 9
Resumen ..... 10
INTRODUCCIÓN ..... 11

MOMENTO I. EL PROBLEMA ..... 15
- Planteamiento del Problema ..... 15
- Objetivos ..... 24
  - General ..... 24
  - Específicos ..... 24
- Justificación ..... 25

MOMENTO II. ASPECTOS REFERENCIALES ..... 27
- Investigaciones Previas ..... 27
- Compendios Teóricos de la investigación ..... 29
  - La enseñanza de la Matemática desde una mirada epistémica ..... 29
  - Enseñanza y Aprendizaje por Competencias en el área de matemáticas ..... 32
  - Implicaciones conceptuales y didácticas de la tecnología multimedia, desde la perspectiva del constructivismo, para la enseñanza de matemáticas ..... 33
  - El software GeoGebra como alternativa didáctica, para el contenido “infinito” en matemáticas ..... 35

Bases Legales ..... 37

MOMENTO III, MARCO METODOLÓGICO ..... 40

Fundamentación Paradigmática ..... 41
Escenario de la Investigación ..... 43
Informantes Claves ..... 44
Técnicas e Instrumentos de Recolección de la Información ..... 45
Procesamiento e Interpretación de la información ..... 47
Fases o etapas de la Investigación ..... 48
Rigor Científico de la Investigación ..... 50
Sustento Bioético ..... 51

MOMENTO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS HALLAZGOS ..... 53

Análisis de las entrevistas a docentes ..... 53
Análisis de las apreciaciones de los estudiantes ..... 76
Síntesis de categorías y subcategorías emergentes del análisis ..... 97

MOMENTO V. LINEAMIENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS PARA LA ENSEÑANZA DEL INFINITO MATEMÁTICO MEDIADA POR EL USO DE GEOGEBRA ..... 101

Lineamiento 1. Comprensión del infinito matemático como noción conceptual y no cuantificable ..... 103
Lineamiento 2. Enseñanza progresiva del infinito matemático desde una perspectiva procesual ..... 104
Lineamiento 3. Fortalecimiento de la visualización como mediación para la comprensión del infinito ..... 105
Lineamiento 4. Uso pedagógico de GeoGebra como herramienta de mediación didáctica ..... 107
Lineamiento 5. Mediación docente constante y acompañamiento en la construcción del concepto de infinito ..... 108

REFLEXIONES FINALES ..... 111
REFERENCIAS ..... 113

ANEXOS .....118

SINTESIS CURRICULAR DEL AUTOR ..... 131

SINTESIS CURRICULAR DEL TUTOR ..... 132

## TABLA DE CUADROS

**Cuadro 1.** Concepción del infinito matemático desde la perspectiva docente. ..... 54

**Cuadro 2.** Dificultades en la comprensión del infinito matemático desde la perspectiva docente. ..... 56

**Cuadro 3.** Estrategias y mediaciones para la comprensión del infinito matemático desde la perspectiva docente ..... 59

**Cuadro 4.** Percepción de los docentes sobre el uso del software GeoGebra en la enseñanza del infinito matemático ..... 62

**Cuadro 5.** Consideraciones de los docentes sobre las condiciones para la integración del software GeoGebra en la enseñanza del infinito matemático ..... 65

**Cuadro 6.** Limitaciones y dificultades en el uso del software GeoGebra desde la perspectiva docente ..... 68

**Cuadro 7.** Recomendaciones para mejorar la enseñanza del infinito matemático desde la perspectiva docente ..... 70

**Cuadro 8.** Consideraciones de los docentes sobre los aportes del software GeoGebra al razonamiento matemático en torno al infinito ..... 73

**Cuadro 9.** Concepción del infinito matemático desde la perspectiva de los estudiantes ..... 77

**Cuadro 10.** Dificultades en la comprensión del infinito matemático desde la perspectiva de los estudiantes ..... 79

**Cuadro 11.** Estrategias y recursos para la comprensión del infinito matemático, desde la perspectiva de los estudiantes ..... 82

**Cuadro 12.** Percepción de los estudiantes sobre el uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje del infinito matemático. ..... 84

**Cuadro 13.** Percepciones de los estudiantes respecto a las dificultades en el uso de herramientas tecnológicas para el aprendizaje del infinito matemático ..... 86

**Cuadro 14.** Aportes de las herramientas tecnológicas al desarrollo del razonamiento matemático desde la perspectiva de los estudiantes ..... 89

**Cuadro 15.** Recomendaciones para mejorar la enseñanza del infinito matemático desde la perspectiva de los estudiantes..... 91

**Cuadro 16.** Valoración del aprendizaje del infinito con apoyo tecnológico desde la perspectiva de los estudiantes. ..... 94

## TABLA DE FIGURAS

**Figura 1.** Estructura general del estudio ..... 14
**Figura 2.** Articulación metodológica del estudio fenomenológico ..... 41
**Figura 3.** Síntesis de categorías y subcategorías emergentes del análisis ..... 99
**Figura 4.** Tránsito conceptual del infinito matemático ..... 102
**Figura 5.** Articulación de los lineamientos teóricos y metodológicos ..... 110

## TABLA DE ANEXOS

**Anexo A.** Instrumentos de recolección de información..... 118
**Anexo B.** Transcripción de respuestas de Docentes..... 121
**Anexo C.** Transcripción de respuestas de Estudiantes. ..... 125
**Anexo D.** Tabla de Especificaciones Docentes ..... 128
**Anexo E.** Tabla de Especificaciones Estudiantes..... 130

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS
DOCTORADO EN EDUCACIÓN
Pensamiento Matemático y Formación Docente

# LINEAMIENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS PARA EL APRENDIZAJE DEL INFINITO MATEMÁTICO, MEDIANTE EL SOFTWARE GEOGEBRA, EN ESTUDIANTES Y PROFESORES DE EDUCACIÓN MEDIA

**Autor: Jeferson Alexánder Orozco Pinzón**
**Tutor: Dr. Ildebrando Zabala G.**
**Fecha: enero 2026**

## RESUMEN

La enseñanza del infinito matemático ha representado históricamente uno de los mayores desafíos en la educación media, debido a su alto nivel de abstracción y a las dificultades conceptuales que enfrentan tanto docentes como estudiantes, al abordarlo en el aula. En este contexto, la presente investigación tuvo como propósito generar lineamientos teóricos y metodológicos para la enseñanza del infinito matemático, mediada por el uso del software GeoGebra, en estudiantes de grado undécimo de dos instituciones educativas públicas del municipio de Yopal, Casanare. El estudio se desarrolló desde el paradigma cualitativo, con enfoque fenomenológico fundamentado en los planteamientos de Husserl, lo cual permitió comprender las experiencias, percepciones y significados construidos por docentes y estudiantes en torno al aprendizaje y la enseñanza del infinito matemático. Como técnicas de recolección de la información se emplearon entrevistas semiestructuradas a docentes de matemáticas y preguntas abiertas dirigidas a estudiantes, complementadas con registros descriptivos del proceso investigativo. El análisis e interpretación de la información, permitió identificar concepciones intuitivas y procesuales del infinito matemático, así como dificultades recurrentes asociadas a su abstracción, visualización y confusión con magnitudes numéricas. Asimismo, se evidenció la valoración positiva del uso de mediaciones pedagógicas y tecnológicas, particularmente de GeoGebra, como recurso que favorece la visualización, la exploración dinámica y el desarrollo del razonamiento matemático, siempre que esté acompañado de una mediación docente intencionada. A partir de estos hallazgos, se formularon lineamientos teóricos y metodológicos orientadores, concebidos como un marco reflexivo que aporta criterios para fortalecer su comprensión conceptual, y enriquecer las prácticas pedagógicas en educación matemática.

**Descriptores:** educación matemática; fenomenología; GeoGebra; infinito matemático; mediación pedagógica.

# INTRODUCCIÓN

La educación constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo integral de las personas y de la sociedad, al propiciar la formación de sujetos capaces de interpretar la realidad, tomar decisiones conscientes y participar de manera crítica en los distintos escenarios sociales. En este marco, la educación matemática ocupa un lugar central, no solo por su carácter instrumental, sino por su contribución al desarrollo del pensamiento lógico, abstracto y reflexivo, pues a través de ella, los estudiantes construyen formas de razonamiento que les permiten analizar situaciones, establecer relaciones, argumentar y modelar fenómenos del entorno, aspectos indispensables para su formación académica y ciudadana.

No obstante, la enseñanza de las matemáticas presenta desafíos particulares, especialmente cuando se abordan conceptos que no se apoyan directamente en la experiencia sensible y requieren altos niveles de abstracción. A lo largo de la escolaridad, muchos estudiantes manifiestan dificultades para comprender nociones numéricas complejas, lo cual genera percepciones de lejanía, desmotivación y, en algunos casos, rechazo hacia la disciplina. Estas dificultades no pueden atribuirse únicamente a las capacidades individuales de los estudiantes, sino que se relacionan estrechamente con las mediaciones pedagógicas, los enfoques didácticos y las estrategias empleadas en el aula.

Entre los conceptos matemáticos que históricamente han representado mayores retos, se encuentra el infinito matemático. Esta noción ha sido objeto de reflexión y debate, tanto en el ámbito filosófico como en el matemático, debido a su carácter abstracto y a las múltiples interpretaciones que ha suscitado a lo largo del tiempo. En el contexto escolar, el infinito suele introducirse de manera implícita o fragmentada, asociado a contenidos como las sucesiones, los límites, las funciones o el cálculo infinitesimal, sin que se promueva una comprensión conceptual profunda de su significado como objeto matemático.

En la educación media, el infinito matemático adquiere una relevancia particular, ya que constituye un punto de transición entre el pensamiento matemático elemental y formas más avanzadas de razonamiento. Sin embargo, su enseñanza suele centrarse

en procedimientos formales y algorítmicos, lo cual dificulta que los estudiantes construyan una comprensión significativa del concepto. Como consecuencia, este es frecuentemente interpretado como un número extremadamente grande; un proceso interminable, o una idea difícil de imaginar, concepciones que limitan su comprensión y afectan el aprendizaje de otros contenidos matemáticos relacionados.

Estas dificultades se intensifican cuando la enseñanza del infinito matemático no cuenta con mediaciones pedagógicas que permitan al estudiante transitar de manera progresiva, desde concepciones intuitivas hacia comprensiones más estructuradas y formales. La ausencia de recursos visuales, de explicaciones graduales y de espacios de reflexión, favorece que este sea percibido como un contenido distante y poco accesible. Esta situación plantea la necesidad de repensar las prácticas pedagógicas empleadas para su enseñanza, así como el rol del docente como mediador del aprendizaje.

En este contexto, el uso de herramientas tecnológicas emerge como una alternativa con potencial para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. El desarrollo de recursos digitales ha ampliado las posibilidades de representación, visualización y exploración de conceptos matemáticos complejos, permitiendo a los estudiantes interactuar de manera dinámica con los objetos de estudio. En particular, el software GeoGebra se ha consolidado como una herramienta ampliamente utilizada en la didáctica de la matemática, al integrar representaciones gráficas, algebraicas y numéricas en un entorno interactivo que favorece la exploración y la reflexión matemática.

Cuando el uso de GeoGebra se articula con una mediación docente intencionada, puede favorecer la observación de comportamientos matemáticos asociados a procesos infinitos, la formulación de conjeturas y la interpretación de fenómenos que resultan difíciles de comprender, desde una perspectiva exclusivamente simbólica. No obstante, la incorporación de tecnología en el aula no garantiza por sí misma una mejora en el aprendizaje; su efectividad depende de la planificación pedagógica, del acompañamiento docente y de la orientación que se brinde a los estudiantes durante el proceso de exploración.

Desde esta perspectiva, resulta pertinente abordar la enseñanza del infinito

matemático, no solo a partir del análisis de contenidos y estrategias, sino también en función de la comprensión de las experiencias vividas por quienes participan en el proceso educativo. En este sentido, la presente investigación se inscribe en el paradigma cualitativo, con un enfoque fenomenológico fundamentado en la visión de Edmund Husserl, la cual privilegia la comprensión de los significados que los sujetos atribuyen a los fenómenos a partir de su experiencia en el mundo de la vida. Asumir este enfoque implica comprender la enseñanza y el aprendizaje del infinito matemático como una experiencia educativa compleja, en la cual intervienen factores cognitivos, pedagógicos y tecnológicos, generando influencia en la manera en que el concepto es vivido, interpretado y resignificado por docentes y estudiantes.

Desde la fenomenología husserliana, comprender un fenómeno educativo supone describir e interpretar las vivencias de los sujetos, suspendiendo juicios previos para acceder al sentido que el fenómeno adquiere en la conciencia de quienes lo experimentan. En coherencia con esta postura epistemológica, la investigación se orientó a comprender cómo se vive la enseñanza y el aprendizaje del infinito matemático en el contexto de la educación media, atendiendo a las concepciones, dificultades y mediaciones pedagógicas presentes en el aula.

En este marco, el propósito de la investigación fue generar lineamientos teóricos y metodológicos para la enseñanza del infinito matemático en educación media, mediados por el uso del software GeoGebra. Dichos lineamientos no se conciben como una guía didáctica cerrada ni como una secuencia de actividades prescritas, sino como un marco orientador que aporta criterios pedagógicos y metodológicos para fortalecer su comprensión conceptual como objeto de esta disciplina; favorecer el desarrollo del razonamiento matemático y respetar la autonomía docente y las particularidades de los contextos educativos.

La tesis se estructura en cinco capítulos que dan cuenta del proceso investigativo desarrollado. El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación del estudio. El Capítulo II expone los antecedentes y fundamentos teóricos que sustentan la investigación, abordando la didáctica de la matemática, el concepto de infinito y el uso de tecnologías en la enseñanza. El Capítulo III describe el enfoque metodológico adoptado, las técnicas e instrumentos de recolección de la información y

el procedimiento de análisis. El Capítulo IV desarrolla el análisis e interpretación de los hallazgos obtenidos a partir de las voces de docentes y estudiantes. Finalmente, el Capítulo V formula los lineamientos teóricos y metodológicos derivados del estudio, como aporte orientador para la enseñanza del infinito matemático en educación media (ver figura 1).

**Figura 1. Estructura general del estudio.**




Fuente: elaboración propia.

# MOMENTO I

# EL PROBLEMA

## Planteamiento del Problema

La educación es, quizás, uno de los procesos más importantes para la formación integral de las personas y de la sociedad en su conjunto, siendo considerada por siglos, como un derecho esencial del ser humano y la base de la prosperidad de los países (Declaración Universal de los Derechos Humanos, 1948). Sin embargo, hoy en día, se enfrenta a diversos desafíos y transformaciones, provocados por la globalización, la revolución tecnológica y la diversidad cultural (Banks, 2019), resultando muy significativo, según Dewey (1916), reflexionar sobre su importancia en la sociedad, orientada a contribuir en el desarrollo de ciudadanos críticos, creativos y comprometidos con el bien común.

Ahora bien, en este sentido, se le puede considerar como un proceso no limitado simplemente a la mera transmisión de conocimientos y habilidades, sino más bien, orientado a buscar el crecimiento personal y social, mediante la enseñanza de valores y actitudes, y la preparación para la vida en sociedad (Piaget, 1969). En este sentido, se le debe considerar, según Sen (1999), no solo como un derecho, sino también como un deber, tanto de los individuos como de la sociedad en general, pues es responsabilidad de todos, según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2019), contribuir al acceso, la inclusión y la excelencia de la educación para todas las personas

El proceso educativo se desarrolla en diversos niveles y escenarios, desde la educación inicial hasta la superior, y aunque estos difieren en objetivos y desafíos, el propósito fundamental de todos ellos sigue siendo la formación de personas capaces de pensar, crear y actuar de manera responsable y crítica. En este ámbito, la función del docente es esencial, pues no solo se encargan de impartir conocimientos y habilidades, sino que también fomentan el desarrollo personal y social de los estudiantes (Freire, 1970), actuando como modelos a seguir y ser guías en el proceso de aprendizaje.

Por lo tanto, la educación es un proceso que requiere la participación activa de

todos los involucrados, como son los estudiantes, docentes, familias y la comunidad en general, quienes deben colaborar para asegurar que la educación sea efectiva y responda a las necesidades de la sociedad, tal como lo sostiene Hargreaves (2003). Es decir, se entiende como un proceso dinámico que involucra la enseñanza y el aprendizaje, donde la didáctica juega un papel fundamental en la planificación, ejecución y evaluación de las estrategias educativas, pues la misma juega un papel fundamental, ya que se refiere tanto a la teoría como a la práctica de la instrucción, centrándose en cómo facilitarlo en forma efectiva y significativa (Gimeno, 2007).

El proceso de enseñanza constituye un componente fundamental dentro de la dinámica educativa, ya que implica la organización, transmisión y facilitación del conocimiento, habilidades y actitudes, las cuales deben adquirir los estudiantes. Según Díaz Barriga (2006), esta no debe entenderse como una simple actividad de exposición, sino como un proceso intencionado y sistemático, cuyo propósito es generar aprendizajes significativos en los discentes. Esta visión contempla al docente como un mediador activo entre el conocimiento y el discípulo, en un contexto que promueve la construcción del saber de manera colaborativa, reflexiva y crítica.

Desde una perspectiva constructivista, la enseñanza se concibe como un proceso dinámico, centrado en el estudiante y sus procesos cognitivos. En este sentido, Ausubel (1976) sostiene que “el factor más importante para el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe”, por lo tanto, enseñar implica a partir de los conocimientos previos y organizar los nuevos contenidos, de manera que sean comprensibles, relevantes y conectados con la experiencia del aprendiz. Esta postura implica el uso de estrategias didácticas diversificadas, adecuadas a las necesidades del grupo, que promueven la actividad mental y la participación constante de los estudiantes.

Asimismo, el proceso de enseñanza implica una planificación cuidadosa por parte del docente, en la que se establecen objetivos claros, selección de contenidos pertinentes, estrategias metodológicas apropiadas, y criterios de evaluación coherentes. Según Tardif (2004), enseñar es una práctica profesional compleja que requiere no solo del dominio de los contenidos, sino también de competencias pedagógicas, didácticas y actitudinales. El rol del docente, por tanto, trasciende el de transmisor de conocimientos y se transforma en el de un orientador, facilitador y diseñador de experiencias

significativas de aprendizaje.

El aprendizaje es una experiencia humana compleja, que va más allá de la simple adquisición de información. Es un proceso interno mediante el cual los individuos construyen conocimiento, desarrollan habilidades y transforman sus actitudes a partir de la interacción con su entorno. Según Ausubel (1976), el aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información se relaciona de manera sustancial con los conocimientos previos del estudiante, permitiendo una reorganización cognitiva duradera. Esta perspectiva reconoce al estudiante como protagonista de su propio proceso formativo, con capacidades, intereses y trayectorias únicas que deben ser comprendidas y atendidas.

Aprender implica también una disposición afectiva y emocional hacia el conocimiento. Como señala Rogers (1969), el aprendizaje verdaderamente significativo ocurre cuando involucra a la persona en su totalidad: pensamientos, emociones y voluntad. En este sentido, el docente no solo debe preocuparse por los contenidos académicos, sino también por crear un ambiente seguro, empático y estimulante que motive al estudiante a explorar, cuestionar y apropiarse del saber. La relación pedagógica, entonces, se convierte en un espacio de diálogo, respeto y construcción conjunta del conocimiento.

Además, el aprendizaje no sucede de forma lineal ni igual para todos. Según Vygotsky (1978), cada estudiante tiene una zona de desarrollo próximo (ese espacio entre lo que puede hacer solo y lo que puede lograr con ayuda), por lo que el acompañamiento pedagógico debe ajustarse a ese momento particular de cada uno. Desde esta mirada socio constructivista, el aprendizaje ocurre como resultado de la mediación cultural y social, y cobra especial relevancia el papel de las herramientas, como el lenguaje o las tecnologías, que permiten ampliar las posibilidades cognitivas del estudiante.

Ahora bien, en todo proceso educativo interviene la didáctica para alcanzar los aprendizajes significativos apropiados. Esta, entendida como disciplina pedagógica, se encarga del estudio sistemático de los procesos de enseñanza y aprendizaje, con el fin de hacerlos más efectivos, significativos y contextualizados. Según Camilloni (2007), la didáctica no solo se limita a la transmisión de contenidos, sino que abarca la reflexión

sobre cómo, qué, a quién, y en qué contexto y propósito. En otras palabras, busca comprender y mejorar la práctica educativa, considerando las relaciones que se establecen entre los distintos actores, saberes y medios involucrados en el acto pedagógico.

Desde una perspectiva más amplia, la didáctica puede considerarse como el puente entre la teoría educativa y la práctica docente. Tal como lo plantea Zilberstein (2002), esta disciplina articula los fines de la educación con los métodos para alcanzarlos, generando propuestas que orienten la intervención del docente en el aula. De este modo, no solo analiza los componentes estructurales del proceso educativo (objetivos, contenidos, metodología, evaluación), sino que también toma en cuenta los factores contextuales, culturales, sociales y afectivos que inciden en el aprendizaje.

Por su parte, Gimeno Sacristán (2007) señala que la didáctica moderna debe superar enfoques tecnocráticos o mecanicistas, y asumir una visión más crítica, flexible y reflexiva. Enseñar no es aplicar fórmulas estandarizadas, sino diseñar experiencias significativas que partan de la realidad del estudiante, que fomenten su autonomía y su capacidad de pensamiento crítico. En este sentido, la didáctica se convierte en una herramienta de transformación educativa, capaz de responder a los desafíos actuales de la escuela y la sociedad, tales como la inclusión, la diversidad, la innovación tecnológica y la equidad.

Finalmente, la didáctica también se enriquece con los aportes de otras disciplinas como la psicología, la sociología, la filosofía y las ciencias cognitivas. Esta multidisciplinariedad le permite adaptarse a los diferentes campos del saber, como es el caso de la didáctica de las matemáticas, que estudia las particularidades del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta área, y propone metodologías específicas para superar las dificultades que normalmente han afectado su comprensión. De este modo, la didáctica no solo responde al “cómo enseñar”, sino también al “por qué”, “para qué” y “con qué sentido”, dotando al acto educativo de profundidad, intención y relevancia.

Las estrategias didácticas son acciones planificadas que emplea el docente para facilitar el aprendizaje de los estudiantes, orientando la construcción del conocimiento de manera efectiva y significativa. Estas estrategias no son recetas cerradas, sino caminos flexibles que se adaptan al contexto, a las características del grupo y a los objetivos de

aprendizaje. Según Díaz Barriga y Hernández Rojas (2010), las estrategias deben promover la participación activa del estudiante, estimular el pensamiento crítico y favorecer la autonomía en el proceso de aprendizaje. Entre las más comunes se encuentran el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje cooperativo, el trabajo por proyectos y el uso de recursos tecnológicos.

En el campo de la didáctica de las matemáticas, el uso de estrategias activas se vuelve aún más relevante debido al nivel de abstracción que presentan muchos de sus contenidos. Estrategias como la enseñanza por descubrimiento, la modelación matemática y la resolución de problemas permiten a los estudiantes interactuar con los conceptos, analizarlos desde distintas perspectivas y aplicar lo aprendido a situaciones reales. Como sostiene Godino (2003), una estrategia didáctica eficaz en matemáticas debe permitir que el estudiante pase de una comprensión superficial a una comprensión profunda, integrando saberes previos, representaciones visuales, argumentación lógica y trabajo colaborativo.

Los recursos didácticos, por su parte, son todos aquellos medios o materiales que se utilizan para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Estos pueden ser físicos, como libros, láminas, maquetas o instrumentos de medición; o digitales, como software educativo, plataformas virtuales, simuladores o aplicaciones interactivas. Su función no es únicamente ilustrativa, sino que deben ser seleccionadas y utilizadas estratégicamente para fomentar el aprendizaje activo, estimular la curiosidad y favorecer distintos estilos de aprendizaje. Tal como indica Cabero (2001), un recurso bien empleado puede transformar una clase tradicional en una experiencia de aprendizaje dinámico y significativo.

En el contexto actual, marcado por el desarrollo tecnológico y la digitalización de la educación, los recursos digitales cobran una relevancia especial. Herramientas como GeoGebra, Desmos o Khan Academy permiten representar conceptos matemáticos complejos de manera visual e interactiva, facilitando su comprensión y promoviendo la exploración autónoma por parte del estudiante. Además, estos recursos permiten integrar múltiples formas de representación (gráfica, algebraica, numérica y verbal), lo que resulta clave para mejorar la comprensión los objetos matemáticos. Su implementación, sin embargo, debe estar guiada por principios didácticos claros que

garanticen su sentido pedagógico y su adecuación al nivel y contexto de los estudiantes.

Ahora bien, dichos procesos didácticos orientan el aprendizaje de las ciencias, siendo las matemáticas una de ellas, y la cual es una ciencia formal que se ocupa del estudio de las estructuras, patrones, relaciones y formas abstractas mediante el uso de símbolos, reglas lógicas y razonamiento deductivo. A diferencia de las ciencias empíricas, que se basan en la observación directa de fenómenos naturales, la matemática construye su objeto de estudio a partir de axiomas y definiciones, desarrollando teorías que poseen validez universal dentro de sus propios marcos lógicos. Según Russell (1919), la matemática puede considerarse como una disciplina científica en la cual nunca se conoce de lo que se habla, pero tampoco si lo dicho es completamente verdadero, en referencia irónica a su nivel de abstracción y su rigor lógico. Esta característica le otorga una precisión única y una capacidad de modelar otros saberes, convirtiéndose en lenguaje y herramienta fundamental en el avance científico y tecnológico.

Más allá de su carácter abstracto, la matemática es una ciencia profundamente vinculada al pensamiento humano y al desarrollo de competencias cognitivas superiores. Enseñar y aprender matemáticas no se limita al dominio de técnicas o fórmulas, sino que implica el fomento del pensamiento lógico, la resolución de problemas, la argumentación y la creatividad. Su presencia en los distintos niveles educativos no responde solo a su utilidad práctica, sino a su potencial formativo en la estructuración del pensamiento.

En este orden de ideas, la enseñanza de las matemáticas requiere una variedad de estrategias y recursos didácticos, y es ahí donde la tecnología digital se convierte en un recurso con un potencial transformador dentro del aula, especialmente en áreas como las matemáticas, donde los conceptos suelen presentar altos niveles de abstracción. El uso de herramientas digitales no solo responde a la necesidad de innovar en las prácticas pedagógicas, sino que ofrece alternativas que enriquecen los procesos de visualización, representación y manipulación de ideas matemáticas. Existe un abanico de recursos, donde se destacan aquellos que permiten al estudiante interactuar con el conocimiento, experimentar con conceptos y observar sus comportamientos en tiempo real, uno de los recursos tecnológicos más potentes y ampliamente utilizados en la didáctica de las matemáticas es el software GeoGebra. Esta herramienta, de carácter libre y código

abierto, combina álgebra, geometría, cálculo y estadística en un entorno dinámico que facilita la exploración visual y conceptual de los contenidos matemáticos. Desarrollado por Markus Hohenwarter en 2003, GeoGebra ha sido adoptado en diversos niveles educativos por su capacidad de hacer ideas abstractas comprensibles mediante simulaciones interactivas, fomentando así un aprendizaje más activo, experimental y significativo. Su uso en el aula, especialmente para abordar contenidos como el infinito matemático, representa una oportunidad valiosa para mediar entre la complejidad teórica del concepto y las posibilidades de comprensión de los estudiantes.

La relevancia de GeoGebra en el ámbito educativo radica en su capacidad para transformar ideas matemáticas abstractas en representaciones visuales e interactivas, accesibles para estudiantes de diversos niveles. Esta herramienta no solo permite observar el comportamiento de funciones, secuencias o límites, sino que facilita la manipulación directa de los elementos matemáticos, haciendo posible una comprensión más profunda del contenido.

Según Kissane (2012), GeoGebra representa una forma innovadora de explorar las matemáticas, al integrar dinámicamente diferentes áreas del conocimiento y ofrecer una experiencia de aprendizaje basada en la interacción, la experimentación y la retroalimentación inmediata. Además, ofrece a los estudiantes la oportunidad de explorar y aprender mediante la experimentación y la investigación, fomentando su creatividad y mejorando su capacidad para resolver problemas (Hohenwarter, 2003). De este modo, el software se convierte en un recurso importante para desarrollar la intuición matemática y fortalecer el razonamiento lógico, especialmente en áreas que suelen presentar grandes dificultades de comprensión como el concepto de infinito.

En la enseñanza de las matemáticas, según Vergnaud (1990), el concepto de infinito es uno de los temas más complejos y abstractos, por tanto, durante su formación, los estudiantes de esta y otras disciplinas relacionadas, se enfrentan a diversas representaciones del mismo, ya sea como un proceso interminable, un conjunto o una propiedad de ciertos objetos matemáticos. Sin embargo, según el autor precitado (ob cit), la naturaleza paradójica y abstracta de este concepto hace que sea complicado de entender, tanto para los estudiantes como para los docentes.

Teniendo en cuenta que, a lo largo de la historia, el infinito ha tenido múltiples

interpretaciones y se le han otorgado variadas características que van desde lo matemático, lo metafísico y hasta lo teológico, según Domínguez (2010), en las últimas décadas, muchos son los investigadores centrados en identificar aquellos obstáculos y dificultades que conlleva el aprendizaje y enseñanza de dicho concepto, pues tiene un papel trascendental en el paso del pensamiento matemático elemental, al avanzado (Martínez, 2009).

Por lo general, las concepciones de infinito que tienen los estudiantes, obedecen al infinito potencial, cuando se entiende como algo que no se puede contar o no termina. Esta percepción del infinito es muy distinta a la de infinito matemático (infinito en acto) y, por esta razón, se producen importantes dificultades en la asimilación de la concepción del mismo. Con ciertas intuiciones, respecto a este concepto y sin detenerse en general para reflexionar con los docentes, los estudiantes llegan a último grado de educación media (grado 11°) donde está presente en el currículum el cálculo infinitesimal y se hace necesario el conocimiento de este objeto matemático, pero el docente de manera involuntaria trabaja con las distintas nociones de sus estudiantes, creyendo que son suficientes (Navarro, 2010).

En este orden de ideas, es importante señalar, según Arrigo, D'Amore y Sbaragli (2011), que los términos infinito, ilimitado e indefinido, tienen significados diferentes, pues el primero se relaciona con una cantidad numérica que supera cualquier número natural, mientras que el segundo se refiere a algo que no tiene límites, y el tercero, a algo que carece de un contorno claro o de una definición precisa.

La investigación en didáctica de la matemática ha destacado la importancia de diferenciar entre el infinito potencial y el infinito actual (Dubinsky, Weller, & McDonald, 2005a). En cuanto al primero mencionado, se puede ver como un proceso que comienza con los primeros elementos, por ejemplo, 1, 2, 3 en la formación del conjunto de los números naturales, lo que implica una concepción de acción. Repetir estos pasos, sumando 1 continuamente hasta el infinito, significa interiorizar estas acciones en un proceso (Dubinsky et al., 2005a). Así, el infinito potencial se entiende como una forma de verlo en términos de proceso, mientras que el actual, se refiere al objeto mental que resulta de encapsular ese proceso.

En la enseñanza del cálculo infinitesimal, con frecuencia se recurre a la presentación

de algoritmos como estrategia para facilitar la comprensión de los contenidos, con el fin de superar obstáculos didácticos asociados a vacíos en el currículo, limitaciones en la formación docente y enfoques discursivos centrados en lo procedimental. Sin embargo, este tipo de abordaje suele conducir a aprendizajes poco significativos del concepto de infinito matemático, al privilegiar la aplicación mecánica de procedimientos por encima de la comprensión conceptual (Arrigo y D'Amore, 1999). En este sentido, se hace necesario que en los programas universitarios de formación docente se promueva un conocimiento explícito y profundo del infinito matemático, de modo que se favorezca un cambio en el discurso pedagógico en el aula y, con ello, una transformación en las concepciones que construyen los estudiantes sobre este concepto (Martínez, 2009).

Desde esta perspectiva, el estudio del infinito matemático resulta esencial dentro del área de las matemáticas, ya que contribuye al desarrollo del pensamiento abstracto y a la comprensión significativa de diversos objetos matemáticos, como los límites, las derivadas y las integrales. En este contexto, la presente investigación tiene como propósito desarrollar lineamientos teóricos y metodológicos para la enseñanza del infinito matemático, mediada por el uso del software GeoGebra, orientados al aprendizaje de los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Teresa de Calcuta y del Instituto Técnico Empresarial El Yopal (ITEY), ambas instituciones oficiales de carácter técnico-académico ubicadas en el municipio de Yopal, Casanare. Estas instituciones atienden población estudiantil con diversas condiciones socioeconómicas, lo que plantea desafíos relacionados con el acceso a recursos tecnológicos y el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática.

En este marco, el estudio busca aportar una propuesta orientadora que contribuya a la reflexión pedagógica y al mejoramiento de la enseñanza del infinito matemático en el contexto escolar, en tal sentido, surgen los siguientes interrogantes de investigación:

- ¿Cuáles son las percepciones que poseen los docentes de la Institución Educativa Teresa de Calcuta y del Instituto Técnico Empresarial El Yopal (ITEY) en relación con la enseñanza del concepto de infinito matemático en el currículo escolar?

- ¿Cómo experimentan y comprenden los estudiantes de grado undécimo el concepto de infinito matemático y el uso de representaciones gráficas y tecnológicas en su aprendizaje?

- ¿Cómo se interpretan las concepciones, experiencias y mediaciones pedagógicas en torno al infinito matemático, a partir de las voces de docentes y estudiantes, para comprender el sentido que adquiere su enseñanza y aprendizaje en contextos educativos mediados por el software GeoGebra?

- ¿Qué elementos teóricos y metodológicos pueden derivarse del análisis de las experiencias y percepciones de docentes y estudiantes para la formulación de lineamientos orientadores para la enseñanza del infinito matemático mediada por el software GeoGebra?

## Propósitos

### General

Generar lineamientos teóricos y metodológicos para la enseñanza del infinito matemático, mediada por el uso del software GeoGebra, a partir del análisis de las percepciones y experiencias de docentes y estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Teresa de Calcuta y del Instituto Técnico Empresarial El Yopal (ITEY), en el municipio de Yopal, Casanare.

### Específicos

- ✓ Identificar las percepciones sobre la enseñanza y aprendizaje del contenido matemático “infinito”, visto desde las perspectivas de los docentes y estudiantes de la IE Teresa de Calcuta y del Instituto Técnico Empresarial El Yopal (ITEY), Colombia.
- ✓ Interpretar los beneficios de utilizar el software GeoGebra, como estrategia didáctica, orientado a facilitar el aprendizaje del contenido matemático “infinito, en los estudiantes de la IE Teresa de Calcuta y el Instituto Técnico Empresarial El Yopal (ITEY), Colombia.
- ✓ Diseñar directrices teóricas y metodológicas, orientadas para la utilización del software GeoGebra, como alternativa didáctica en la enseñanza del contenido matemático “infinito” en estudiantes de la IE Teresa de Calcuta, Colombia.

## Justificación

La presente investigación conlleva generar aportes significativos para diferentes aspectos, bien sea de índole educativo, didáctico, teórico, interdisciplinario, entre otros. Desde el punto de vista educativo, utilizar el software GeoGebra, favorece el aprendizaje de las matemáticas en todos los niveles del sistema educativo, pues favorece desarrollar destrezas para el aprendizaje autónomo, mediante la resolución de problemas, afrontando la solución de actividades matemáticas, tal como lo sostienen Alcívar Castro; Jiménez Tenorio y Ruiz Requies (2019), cuando refieren que este tiende a contribuir en el ámbito del proceso de enseñanza aprendizaje, al constituirse en una herramienta facilitadora de dicho proceso, pues contribuye a la intervención activa de los estudiantes, tanto de forma individual así como colectiva.

Ahora bien, respecto a su aporte didáctico, según los precitados autores (Alcíbar Castro et al., 2019), su utilización en el ámbito del aprendizaje de las matemáticas, es muy importante, pues proporciona nuevos "…elementos didácticos como herramientas para un mejor entendimiento de los distintos enunciados que forman parte de esta asignatura. (…) la influencia de este tipo de tecnologías ha logrado cambiar de forma importante los diversos ámbitos de la educación…" (p. 60). Es decir, permite mejorar la percepción y asociación de ideas, nuevas técnicas, y por ende, mejor ritmo de trabajo en el estudiante, permitiendo facilitar el aprendizaje, y haciéndolo más completo y significativo.

Desde una perspectiva teórica, esta investigación pretende enriquecer el campo de la didáctica de la matemática al proponer lineamientos que integran el concepto de infinito con el uso de herramientas tecnológicas, como el software GeoGebra. El estudio del infinito, por su naturaleza abstracta y paradójica, ha sido habitualmente un tema de compleja apropiación tanto para estudiantes como para docentes. Por ello, al sistematizar una propuesta que articule fundamentos epistemológicos, cognitivos y didácticos en torno a este concepto, se espera aportar a la comprensión teórica del mismo ya la manera en que se puede representar y enseñar en el contexto de la educación media. Este aporte no solo amplía el marco conceptual existente, sino que también busca generar un modelo referencial para futuras investigaciones que aborden contenidos matemáticos abstractos mediante recursos digitales, contribuyendo así al

fortalecimiento de la teoría didáctica contemporánea.

Y finalmente, entre muchos aportes, el software GeoGebra permite ser utilizado interdisciplinariamente porque posibilita la integración de saberes provenientes de la matemática, la pedagogía y la tecnología educativa, lo que permite abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva más holística e innovadora. Al incorporar esta herramienta como recurso didáctico, no solo se fortalece la comprensión de conceptos matemáticos complejos como el infinito, sino que también se estimulan competencias tecnológicas y habilidades cognitivas aplicables a otras disciplinas, como la física, la ingeniería, la economía o incluso la filosofía, donde el concepto de infinito también tiene relevancia. De este modo, se genera una propuesta que trasciende el aula de matemáticas y favorece el desarrollo de un pensamiento más integrador, flexible y contextualizado, respondiendo a los desafíos educativos contemporáneos que exigen una formación más articulada entre disciplinas.

## MOMENTO II

## ASPECTOS REFERENCIALES

La enseñanza de las matemáticas, especialmente de conceptos abstractos como el infinito, exige una profunda reflexión sobre las bases teóricas, metodológicas y legales sustentadoras del acto educativo. En este segundo capítulo se reúnen los principales elementos que dan soporte a esta investigación, partiendo del análisis de estudios previos, exploratorios de caminos similares. A partir de allí, se presentan los fundamentos teóricos que permiten comprender como se construye, enseña y aprende, el conocimiento matemático, en un mundo cada vez más mediado por la tecnología. De manera especial, se examina el potencial del software GeoGebra como una herramienta didáctica innovadora, capaz de acercar el infinito matemático a los estudiantes de educación media. Finalmente, se abordan las normativas legales enmarcadoras del quehacer pedagógico en Colombia, ofreciendo así un panorama integral conectivo de la teoría, práctica y contexto, en favor de una enseñanza más significativa y humana.

### Investigaciones Previas

**L**a presente investigación se nutre de estudios previos que abordan de manera articulada dos dimensiones fundamentales: la enseñanza del concepto de infinito matemático y la incorporación de herramientas tecnológicas, en especial el software GeoGebra, como mediación didáctica. Estos antecedentes permiten comprender, tanto las dificultades inherentes al aprendizaje del infinito, como las posibilidades ofrecidas por la tecnología educativa para superar tales obstáculos. A continuación, se presentan investigaciones que, desde distintos enfoques, han explorado el uso de estrategias digitales para facilitar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos, ofreciendo una base sólida para el planteamiento de lineamientos teóricos y metodológicos, propuestos en este estudio.

En tal sentido, Arrigo y D´Amore (1999), en su investigación titulada “Dificultades en la enseñanza del infinito matemático en estudiantes de secundaria”, se propusieron identificar los principales obstáculos conceptuales y didácticos que enfrentan los

estudiantes de secundaria en la comprensión del infinito. A través de un estudio cualitativo basado en análisis de errores y entrevistas semiestructuradas a estudiantes y docentes, detectaron que la mayoría de estos mantienen concepciones erróneas del infinito, ligadas al “infinito potencial”, sin lograr acceder adecuadamente a su concepto actual. Esta investigación resulta clave para el presente estudio, al fundamentar la necesidad de buscar estrategias didácticas alternativas, como el uso de tecnologías digitales, para facilitar la comprensión significativa del infinito en los niveles de educación media.

A su vez, Arrigo, D’Amore y Sbaragli (2011), realizaron un estudio titulado "Obstáculos epistemológicos en la enseñanza del infinito: un estudio comparativo", cuyo objetivo fue analizar los principales obstáculos epistemológicos en la construcción del concepto de infinito en distintos contextos educativos. Mediante un estudio comparativo longitudinal y análisis cualitativo de discursos de estudiantes universitarios y de secundaria, los autores concluyeron que las dificultades relacionadas con el infinito, no desaparecen fácilmente con la edad ni con el nivel académico. La importancia de este estudio para la presente investigación, radica en la evidencia de que las metodologías tradicionales no son suficientes, legitimando así la búsqueda de estrategias innovadoras como la incorporación del software GeoGebra.

En tanto, Hohenwarter (2003), en su estudio "GeoGebra: una nueva herramienta para el aprendizaje dinámico de las matemáticas", se propuso diseñar e implementar un software integrador de álgebra, geometría y cálculo en un entorno interactivo para mejorar el aprendizaje matemático. A través de una investigación aplicada con pruebas en aulas escolares, el autor demostró que GeoGebra promueve la comprensión de conceptos abstractos y fomenta el aprendizaje activo y autónomo. La relevancia de este trabajo para el presente estudio, reside en validar el uso de GeoGebra como un recurso didáctico eficaz para abordar el infinito matemático, de manera dinámica y accesible.

A su vez, Kissane (2012), en su investigación “Tecnología y visualización en la enseñanza de las matemáticas: el caso de GeoGebra”, evaluó el impacto de herramientas de visualización en su aprendizaje, en estudiantes de secundaria. Mediante un estudio con grupos de control y grupos experimentales, concluyó que los estudiantes enfocados en el uso del software GeoGebra, mostraron mayores habilidades

de comprensión conceptual, especialmente en temas abstractos como límites y continuidad. Esta investigación resulta fundamental para la presente tesis, al aportar evidencia empírica sobre la efectividad del uso de GeoGebra en el aprendizaje de conceptos complejos.

Finalmente, Dubinsky, Weller y McDonald (2005a), en su obra "Understanding Infinity: A Cognitive Approach", exploraron cómo los estudiantes construyen el concepto de infinito a partir de la teoría APOS (Acciones, Procesos, Objetos y Esquemas). A través de un análisis cualitativo de protocolos de pensamiento, encontraron que la transición del infinito potencial al actual, requiere mediaciones cognitivas específicas. Esta investigación proporciona una base teórica sólida que justifica la necesidad de utilizar recursos didácticos innovadores, como el GeoGebra, para apoyar la comprensión del infinito matemático en el contexto de la educación media.

## Compendios Teóricos de la investigación

La enseñanza del infinito matemático plantea un desafío no solo conceptual, sino también didáctico y humano: cómo acercar a los estudiantes a una noción abstracta que, muchas veces, se percibe lejana o inaccesible. Esta investigación busca tender ese puente, planteando lineamientos teóricos y metodológicos que integren el conocimiento matemático con el potencial formativo de las tecnologías digitales, en particular el software GeoGebra. En este camino, resulta esencial comprender cómo se construye el saber matemático, las competencias demandadas en su aprendizaje, y la manera en la cual, la mediación tecnológica puede enriquecer la experiencia educativa. Por ello, a continuación, se presentan los fundamentos teóricos orientadores de este estudio, como pilares que sostienen la propuesta de una enseñanza más significativa, inclusiva y transformadora.

### La enseñanza de la Matemática desde una mirada epistémica

La matemática, tradicionalmente vista como un cuerpo cerrado de verdades absolutas, ha evolucionado hacia una comprensión más dinámica y humanizada de su naturaleza. Desde una perspectiva epistémica, enseñar matemática implica reconocer que su conocimiento no es simplemente una serie de reglas inmutables, sino una

construcción cultural y social, surgida para dar respuesta a las necesidades de representación, comunicación y transformación del mundo (Godino, 2003). Esta concepción exige una innovación profunda en la manera de entender la enseñanza de las matemáticas, pues no basta transmitir técnicas y procedimientos, sino que es necesario propiciar en los estudiantes una comprensión crítica y reflexiva, sobre la naturaleza del conocimiento matemático.

Por tanto, comprender el carácter epistémico de las matemáticas, permite reconocer que sus conceptos, como el infinito, no emergieron de manera espontánea, sino a partir de procesos históricos complejos de abstracción, formalización y validación social. Según Sfard (1991), el conocimiento matemático surge del diálogo entre la acción, la reflexión y la formalización simbólica. De esta manera, enseñar esta ciencia desde una mirada epistémica, implica abrir espacios para que los estudiantes no solo aprendan a hacer operaciones algebraicas, sino que también puedan entender cómo y por qué, estas han llegado a su posición científica actual.

En este contexto, la enseñanza del infinito matemático representa un desafío particular, pues, por su carácter abstracto y paradójico, pone en evidencia los límites de la intuición cotidiana y de las formas tradicionales de enseñanza. Históricamente, su concepción ha transitado entre el infinito potencial, entendido como un proceso interminable, y el actual, concebido como un objeto matemático en sí mismo (Cantor, 1985; Dubinsky et al., 2005a). Esta evolución epistemológica sugiere que, para enseñarlo de manera significativa, es necesario replantear las estrategias didácticas, reconociendo los obstáculos cognitivos y epistemológicos, implicados en su comprensión (Arrigo, D'Amore y Sbaragli, 2011).

El conocimiento matemático, en su construcción histórica, no ha sido lineal ni exento de tensiones. Autores como Chevallard (1997), destacan que las matemáticas escolares constituyen una transposición didáctica del saber científico, adaptada a las necesidades del sistema educativo. Sin embargo, en esa intercalación pueden perderse elementos esenciales de la complejidad epistemológica de los conceptos, generando en los estudiantes una visión superficial o fragmentada de las mismas. Enseñar desde una perspectiva epistémica, implica entonces recuperar esa riqueza conceptual y promover en los estudiantes, la capacidad de problematizar y resignificar los saberes en esas áreas

científicas.

Enseñar el infinito desde esta mirada, supone un ejercicio de aproximación histórica y conceptual. No basta con definirlo como un límite o un valor inalcanzable, siendo necesario propiciar en los estudiantes, la reconstrucción de las tensiones, debates y avances que la humanidad ha vivido para darle forma a esta noción. Como sostiene Brousseau (1986), el aprendizaje auténtico surge de enfrentar al estudiante con situaciones problemáticas que lo inviten a construir su propio conocimiento, en diálogo con los saberes culturalmente elaborados.

Desde esta perspectiva, la integración de tecnologías como el software GeoGebra, cobra especial relevancia. Las representaciones dinámicas ofrecidas por esta herramienta, permiten a los estudiantes explorar el infinito, no como una idea fija, sino como un proceso en evolución. Visualizar, manipular y experimentar con construcciones dinámicas, favorece la comprensión de conceptos, los cuales, de otro modo, permanecerían inaccesibles para muchos (Kissane, 2012). De esta manera, el recurso tecnológico no sustituye la reflexión epistémica, sino que la potencia, acercando al estudiante a la naturaleza viva y transformadora del saber matemático.

Además, la mirada epistémica reconoce la importancia de los procesos de validación y justificación en la matemática. No se trata solo de encontrar resultados correctos, sino de construir argumentos sólidos, de comprender por qué los procedimientos funcionan y de reconocer los límites de los modelos matemáticos. Esta postura formativa, tal como sostiene Rico (2000), sitúa al estudiante en el centro del proceso de construcción del conocimiento, favoreciendo el desarrollo del pensamiento crítico, la argumentación y la autonomía intelectual.

En síntesis, enseñar matemáticas desde una mirada epistémica, implica reconocer su dimensión histórica, social y cultural; promover en los estudiantes honda comprensión de los conceptos y su evolución; y utilizar mediaciones tecnológicas que enriquezcan el proceso de construcción del conocimiento. En este marco, la enseñanza del infinito matemático, apoyada en herramientas como GeoGebra, se presenta como una oportunidad para acercar a los estudiantes a una experiencia matemática más humana, significativa y transformadora, en consonancia con los desafíos educativos contemporáneos.

**Enseñanza y Aprendizaje por Competencias en el área de matemáticas**

En la actualidad, la enseñanza de las matemáticas demanda un cambio de paradigma que vaya más allá de la mera transmisión de contenidos y procedimientos. Enseñar por competencias implica formar estudiantes capaces de movilizar de manera integrada conocimientos, habilidades, actitudes y valores para enfrentar situaciones complejas de la vida real (Perrenoud, 2004). Desde esta perspectiva, el aprendizaje matemático no se limita a saber calcular o resolver ecuaciones, sino que requiere desarrollar una comprensión profunda y flexible que permita interpretar, modelar, analizar y transformar realidades a través del pensamiento matemático.

La competencia matemática, tal como lo plantea el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, OCDE, 2018), se refiere a la capacidad de formular, emplear e interpretar las matemáticas en una variedad de contextos, incluyendo la capacidad de razonar matemáticamente y utilizar conceptos, procedimientos, hechos y herramientas para describir, explicar y predecir fenómenos. Esta definición resalta la necesidad de una enseñanza que conecte el saber matemático escolar con las demandas cognitivas y sociales de los estudiantes, preparando ciudadanos críticos, creativos y capaces de actuar en un mundo cada vez más complejo y tecnificado.

Autores como Rico (1995), sostienen que las competencias matemáticas deben entenderse en función de sistemas organizados de conocimientos y habilidades, los cuales permiten a los individuos, resolver problemas en situaciones diversas, más allá de los contextos escolares. Así, enseñar esta ciencia por competencias, implica diseñar experiencias de aprendizaje, donde los estudiantes no solo reproduzcan procedimientos, sino que construyan significados, elaboren estrategias, argumenten sus razonamientos y transfieran sus aprendizajes a nuevos contextos.

Diversas investigaciones respaldan la efectividad del enfoque por competencias en el aprendizaje matemático. Por ejemplo, el estudio de Hernández y García (2017), evidenció que la implementación de proyectos interdisciplinarios, basados en resolución de problemas, favoreció el desarrollo de competencias matemáticas superiores en estudiantes de secundaria, promoviendo habilidades de modelación, interpretación de datos y razonamiento crítico. De manera similar, el trabajo de Artigue (2009) destaca la

importancia de integrar actividades de exploración, experimentación y validación en la enseñanza de conceptos abstractos, como medio para fortalecer la competencia matemática en niveles avanzados.

Particularmente, en el caso del infinito matemático, adoptar un enfoque por competencias, implica promover en los estudiantes no solo la comprensión conceptual de este como objeto matemático, sino también el desarrollo de habilidades para interpretarlo, representarlo y aplicarlo en contextos de cálculo, análisis y modelación. Por tanto, su enseñanza se convierte en una oportunidad privilegiada para movilizar competencias cognitivas superiores, como el pensamiento abstracto, el razonamiento lógico-formal y la argumentación deductiva.

En este marco, el uso de tecnologías digitales, como el software GeoGebra, aparece como un recurso didáctico estratégico para potenciar el aprendizaje por competencias en matemáticas. La posibilidad de visualizar, manipular y experimentar con conceptos como el infinito en entornos dinámicos, facilita la construcción de significados profundos y favorece la transferencia de saberes a situaciones nuevas, enriqueciendo el proceso de construcción de competencias.

Así, formar estudiantes competentes en matemáticas no solo implica enseñar contenidos, sino también abrir caminos para que el conocimiento matemático se convierta en una herramienta viva de comprensión y transformación del mundo, en coherencia con los desafíos educativos del siglo XXI.

**Implicaciones conceptuales y didácticas de la tecnología multimedia, desde la perspectiva del constructivismo, para la enseñanza de matemáticas**

La concepción constructivista del aprendizaje, sostiene que el conocimiento no se transmite de manera pasiva, sino que se construye activamente mediante la interacción del individuo con su entorno (Piaget, 1969; Vygotsky, 1978). Desde esta perspectiva, enseñar matemáticas implica crear ambientes favorecedores a la exploración, la reflexión y la construcción de significados personales, donde el estudiante sea protagonista activo de su propio proceso formativo.

En tal sentido, el uso de tecnologías multimedia en el aula, se alinea plenamente con esta visión constructivista, al ofrecer entornos interactivos permitiendo a los

estudiantes experimentar, manipular, visualizar y construir conocimiento de manera autónoma y significativa. Según Jonassen (1997), las tecnologías educativas no deben entenderse como simples transmisoras de información, sino como "herramientas cognitivas" que amplían las capacidades mentales de los aprendices, permitiéndoles representar y transformar sus propios esquemas conceptuales.

Particularmente, en la enseñanza de conceptos matemáticos abstractos como el infinito, la tecnología multimedia se convierte en un aliado indispensable. A través de recursos como el software GeoGebra, es posible representar procesos de este contenido, y establecer correspondencias dinámicas, visualizando comportamientos que, de otro modo, serían difíciles de aprehender. Esta mediación tecnológica facilita que los estudiantes puedan construir una comprensión más profunda y flexible del infinito, trascendiendo las limitaciones de la intuición cotidiana.

En el marco de esta investigación, se revisan y analizan propuestas didácticas que incorporan el uso del software GeoGebra como mediación para la enseñanza del concepto de infinito matemático en grado 11°. Estas propuestas, consideradas como referentes teóricos y metodológicos, incluyen actividades orientadas a la construcción de correspondencias biunívocas entre los puntos de dos segmentos de distinta longitud, entre un segmento y una semirrecta, o entre un segmento y una recta completa, así como ejercicios de aproximación vinculados al estudio de integrales definidas. Dichos ejemplos se asumen en este estudio como insumos conceptuales para la reflexión pedagógica y no como materiales diseñados o aplicados en el aula.

A través de estas experiencias, se busca acercar a los estudiantes a la comprensión del infinito matemático mediante la visualización de procesos de emparejamiento y de refinamiento infinito, abriendo paso a una construcción activa y significativa del concepto. El desarrollo detallado de estas estrategias será presentado más adelante, en el apartado correspondiente a la propuesta didáctica.

Cada una de estas aproximaciones didácticas está diseñada para promover aprendizajes significativos, al permitir que los estudiantes visualicen, experimenten y reflexionen activamente sobre la naturaleza del infinito matemático. El uso de la tecnología no reemplaza el razonamiento conceptual, sino que lo potencia, ofreciendo medios accesibles para construir representaciones mentales más ricas y profundas.

En síntesis, la incorporación de tecnologías multimedia, desde un enfoque constructivista, no solo facilita la enseñanza de conceptos abstractos como el infinito, sino que también transforma el aula en un espacio de investigación, descubrimiento y diálogo, donde el conocimiento se construye de manera activa, significativa y situada en la experiencia de los estudiantes.

**El software GeoGebra como alternativa didáctica, para el contenido "infinito" en matemáticas**

La enseñanza de conceptos como el infinito matemático, supone uno de los mayores retos dentro del proceso de aprendizaje de esta ciencia, dada su naturaleza abstracta, la cual desafía la intuición. Tradicionalmente, estos contenidos se han abordado mediante explicaciones verbales o procedimientos algebraicos, dejando de lado la exploración activa que podría facilitar una comprensión más profunda.

Ante este escenario, el uso de tecnologías dinámicas como GeoGebra, se presenta como una alternativa didáctica poderosa, capaz de mediar en la construcción significativa de conceptos infinitesimales.

GeoGebra no es simplemente un software de representación gráfica: constituye un ambiente de aprendizaje que potencia la visualización, manipulación y exploración activa de objetos matemáticos. Según Hohenwarter (2003), su diseño busca integrar álgebra, geometría y cálculo en un solo entorno dinámico, favoreciendo una aproximación más natural y flexible al conocimiento matemático. En particular, para temas como el infinito, su potencial radica en la posibilidad de observar comportamientos límite, procesos infinitos de refinamiento y correspondencias dinámicas de manera visual e interactiva.

Autores como Tall (1992, 2001), han argumentado que el aprendizaje de conceptos de infinito, requiere una transición cognitiva compleja entre percepciones dinámicas de proceso y conceptualizaciones estáticas sobre el objeto matemático. En este sentido, herramientas como GeoGebra actúan en función de "puentes cognitivos", permitiendo a los estudiantes experimentar primero con procesos (por ejemplo, construcciones sucesivas, iteraciones, aproximaciones), antes de formalizar los conceptos de límite, infinito actual o cardinalidad infinita.

En la literatura reciente, diversos estudios han explorado el uso de GeoGebra en la enseñanza de conceptos relacionados con el infinito, principalmente en el contexto del cálculo y los límites. Diversas investigaciones han evidenciado que la representación dinámica de funciones en GeoGebra favorece la comprensión de comportamientos límite y procesos de aproximación, al permitir que los estudiantes observen, manipulen y contrasten representaciones matemáticas en tiempo real (Hohenwarter, 2003; Kissane, 2012). De manera similar, Muela (2023) propone una guía didáctica para el estudio del límite de una función en un punto, haciendo uso de las capacidades de representación gráfica de GeoGebra.

Si bien estos trabajos demuestran la eficacia de GeoGebra para facilitar la comprensión de procesos infinitos en cálculo, no abordan de manera explícita la representación gráfica o geométrica de correspondencias biunívocas entre conjuntos infinitos, como segmentos de distinta longitud, semirrectas o rectas completas. En este sentido, la presente propuesta amplía el horizonte de aplicación de GeoGebra, al utilizarlo como mediador en la construcción activa de la noción de equipotencia de conjuntos infinitos, un aspecto fundamental para la comprensión del infinito actual en matemáticas.

Dentro de esta investigación, se plantea el diseño de una propuesta didáctica que utiliza GeoGebra como eje central, organizada mediante una secuencia gradual de actividades. En estas guías, los estudiantes construirán correspondencias biunívocas entre diferentes conjuntos, por ejemplo, entre los puntos de dos segmentos de distinta longitud, entre un segmento y una semirrecta, o entre un segmento y una recta completa, permitiendo así, explorar las bases intuitivas de la equipotencia infinita. Además, trabajarán la construcción de cuadros de aproximación en el contexto de procesos de integración, visualizando cómo las sumas de áreas de rectángulos se aproximan progresivamente al área bajo una curva a medida que el refinamiento se vuelve infinito.

Estas actividades se plantean no como ejercicios cerrados, sino como espacios de exploración activa, donde los estudiantes interactúan con representaciones dinámicas, formulan hipótesis, analizan patrones y reflexionan sobre sus propias intuiciones iniciales. Como señala Gómez-Chacón (2000), la interacción con entornos tecnológicos bien diseñados puede transformar profundamente las concepciones de los estudiantes

sobre los objetos matemáticos abstractos, favoreciendo transiciones epistemológicas esenciales.

La incorporación de GeoGebra en la enseñanza del infinito, desde una perspectiva constructivista, no solo facilita la comprensión conceptual, sino que también promueve habilidades metacognitivas, como la capacidad de argumentar, validar y comunicar ideas matemáticas de manera rigurosa. Además, transforma el aula en un espacio de investigación, donde el error, la experimentación y el diálogo son vistos como parte fundamental del proceso de aprendizaje.

Por último, GeoGebra se consolida como una alternativa didáctica estratégica para mediar la enseñanza del infinito matemático en educación media, favoreciendo una comprensión activa, visual y significativa de conceptos tradicionalmente considerados inaccesibles, y abriendo nuevas posibilidades para una educación matemática más humana, crítica y transformadora.

## Bases Legales

El marco legal colombiano brinda el sustento necesario para la presente investigación, la cual busca generar lineamientos teóricos y metodológicos para la enseñanza del infinito matemático en estudiantes de educación media, apoyados en el uso de tecnologías educativas como el software GeoGebra. A continuación, se describen los principales instrumentos legales que enmarcan y respaldan esta propuesta.

En este orden de ideas, se describirán las normas en función de su jerarquía, por tanto, se inicia con la Constitución Política de Colombia (1991); Ley Orgánica de Educación o Ley 115 (1994); Decreto 1290 (2009); Decreto 1860 (1994); Decreto 1075 (2015) y Plan Decenal de Educación (2016-2025).

### Constitución Política de Colombia (1991)

La Constitución Política de Colombia de 1991, en sus artículos 44, 64, 67 y 70, establece la educación como un derecho fundamental y un servicio público que cumple una función social. Particularmente, el artículo 67 dispone que la educación debe formar a los colombianos en el respeto a los derechos humanos, la paz y la democracia, asegurando el acceso a los avances de la ciencia y la tecnología.

Esta disposición resulta fundamental para el objeto de estudio, pues resalta la importancia de garantizar no solo el acceso a la educación, sino también su calidad y pertinencia frente a los desafíos contemporáneos, entre ellos la integración de tecnologías que potencien los procesos de aprendizaje matemático.

**Ley General de Educación o Ley 115 (1994)**

En consonancia, la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994), en su artículo 5, define los fines de la educación, entre los que destaca la adquisición de conocimientos científicos y técnicos avanzados, el desarrollo de la capacidad crítica y analítica, y la promoción de la investigación y la innovación. Además, el artículo 11 establece la estructura de la educación básica, abarcando la primaria y secundaria, que son los niveles educativos a los cuales se dirige esta investigación. El artículo 77 de la misma ley resalta la autonomía de las instituciones educativas, permitiéndoles adaptar sus currículos y proyectos pedagógicos para atender las necesidades particulares de sus contextos, abriendo la posibilidad de implementar estrategias innovadoras como las que aquí se proponen.

**Decreto 1290 (2009)**

El Decreto 1290 de 2009, permite regular la evaluación de los aprendizajes, destacando la importancia de los procesos de valoración continua, formativa e integral. Este enfoque respalda la necesidad de diseñar propuestas didácticas, no solo en función de transmitir contenidos, sino que fomenten la comprensión, la aplicación y la reflexión crítica, como se plantea en el uso de GeoGebra para la enseñanza del infinito.

Este decreto plantea la inclusión del Sistema Institucional de Evaluación Estudiantil (SIEE) en todas las dependencias educativas, incluyendo estándares de evaluación y promoción; seguimiento de acciones para mejorar el desempeño de los estudiantes mediante la implementación de estrategias de evaluación integral.

**Decreto 1860 (1994)**

Asimismo, el Decreto 1860 de 1994 orienta la creación y el desarrollo del Proyecto Educativo Institucional (PEI), instrumento que permite a las instituciones educativas

contextualizar sus propuestas pedagógicas en función de las necesidades específicas de su entorno. Esta normativa avala la incorporación de innovaciones didácticas y tecnológicas en los planes de estudio, tal como lo plantea la propuesta investigativa.

**Decreto 1075 (2015)**

Finalmente, el Decreto 1075 de 2015, que compila la normativa del sector educativo, reafirma la importancia de garantizar el acceso a una educación de calidad, inclusiva y pertinente, en la que se integren tecnologías y metodologías actualizadas, en consonancia con las necesidades del mundo contemporáneo.

**Plan Decenal de Educación (2016-2025)**

El Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2025, promovido por el Ministerio de Educación Nacional, enfatiza la necesidad de fortalecer la calidad educativa mediante el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la innovación pedagógica y la construcción de aprendizajes significativos. Este documento respalda la pertinencia de introducir herramientas digitales como GeoGebra en el aula de matemáticas para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En síntesis, el marco legal colombiano no solo reconoce el derecho a una educación de calidad, sino que promueve activamente la innovación, el acceso al conocimiento científico y el uso de tecnologías como mediadoras del aprendizaje. Estos principios ofrecen un respaldo sólido a la presente investigación, que busca, a través de GeoGebra, facilitar la construcción significativa del concepto de infinito matemático en estudiantes de educación media, contribuyendo así al fortalecimiento de competencias matemáticas críticas para su formación integral.

## MOMENTO III

## MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo tiene como propósito describir y fundamentar el enfoque metodológico adoptado para la construcción de esta investigación, cuyo eje central gira en torno a la enseñanza del concepto de infinito matemático mediante el uso del software GeoGebra. En coherencia con la naturaleza del problema planteado y con los objetivos definidos, se expone aquí el paradigma que orientó el estudio, el nivel de investigación, el método seleccionado, así como las fases desarrolladas para la recolección, análisis e interpretación de la información, garantizando la correspondencia entre las decisiones metodológicas y la intención investigativa.

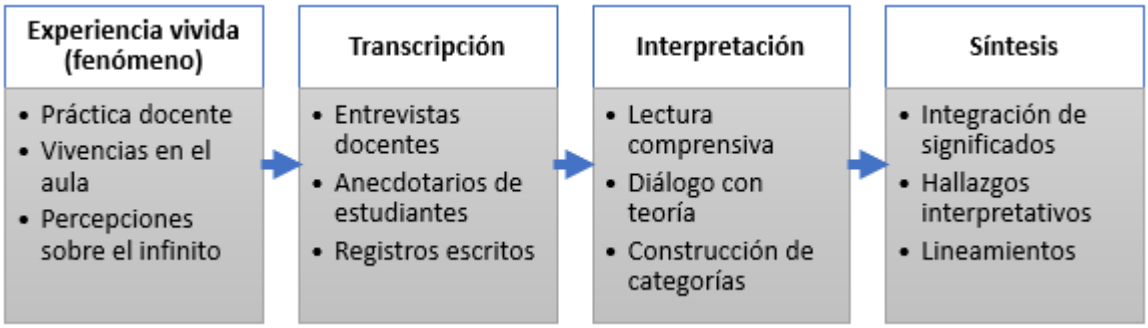
A través de una mirada cualitativa y fenomenológica, se buscó comprender las experiencias vividas por estudiantes y docentes al interactuar con un contenido matemático abstracto, tradicionalmente percibido como lejano o inaccesible dentro del contexto escolar. Desde esta perspectiva, el interés del estudio no se centró en la medición de variables, sino en la interpretación de las percepciones, significados y valoraciones que los actores educativos construyen en torno al infinito matemático, lo cual justifica el uso de herramientas metodológicas orientadas a captar la profundidad de dichas vivencias.

Asimismo, este capítulo incluye la descripción del escenario donde se llevó a cabo la investigación, los criterios para la selección de los informantes clave, las técnicas e instrumentos utilizados, el procedimiento de análisis y los criterios de rigor científico asumidos. Estos elementos permiten asegurar la consistencia del proceso investigativo y la transparencia en la toma de decisiones metodológicas. Finalmente, se abordaron las consideraciones éticas que guiaron todo el proceso investigativo, enmarcándolo en principios de respeto, confidencialidad y voluntariedad de los participantes.

De este modo, el Capítulo III representa el eje estructural que sostiene la validez y coherencia interna del estudio, asegurando que las respuestas obtenidas sobre el fenómeno en cuestión emerjan desde la vivencia de los actores educativos, con el mayor grado de fidelidad posible y en consonancia con los fundamentos teóricos y

metodológicos que sustentan la investigación. La Figura 2, muestra el recorrido seguido desde la experiencia vivida de los participantes, pasando por la transcripción y la interpretación de la información, hasta la construcción de una síntesis comprensiva que orienta el análisis de los hallazgos y la formulación de los lineamientos teóricos y metodológicos.

**Figura 2. Articulación metodológica del estudio fenomenológico.**




**Fuente:** elaboración propia.

## Fundamentación Paradigmática

El presente estudio se inscribe en el paradigma cualitativo, también denominado interpretativo, el cual se centra en comprender las múltiples realidades construidas por los sujetos en interacción con su entorno. Este paradigma se distancia de una visión positivista del conocimiento, para centrarse en la interpretación de significados, percepciones y experiencias, particularmente aquellas que emergen en contextos educativos concretos. En palabras de Flick (2015), “no busca generalizar hallazgos estadísticamente, sino comprender los fenómenos desde la perspectiva de los participantes” (p. 17).

Desde esta perspectiva, se adoptó como enfoque la fenomenología bajo el método de Husserl, en tanto permite explorar la vivencia de los actores educativos (estudiantes y docentes) frente al concepto del infinito matemático, así como su interacción con el software GeoGebra como herramienta de mediación didáctica. Tal como señala Husserl (1992), busca llegar a la esencia de las experiencias humanas, suspendiendo juicios previos mediante la “epojé”, para acceder a la conciencia pura del sujeto. En este estudio, se trata precisamente de comprender cómo se experimenta, representa y resignifica un concepto matemático tan abstracto, desde las voces de quienes lo enseñan y aprenden.

Así mismo, este enfoque metodológico se fundamenta, además, en la concepción

pentadimensional del conocimiento, la cual permite asumir una visión holística e integrada del acto investigativo. A continuación, se exponen las cinco dimensiones que articulan esta propuesta:

- **Dimensión epistemológica:** Se refiere al tipo de conocimiento que se pretende alcanzar. En este caso, se busca una comprensión profunda y situada del fenómeno, desde la perspectiva de los actores educativos, en consonancia con la epistemología constructivista. Según Guba y Lincoln (1994), el conocimiento cualitativo se genera en la relación entre el investigador y el sujeto, siendo construido en un proceso dialógico.
- **Dimensión ontológica:** Hace alusión a la concepción de la realidad asumida por la investigación. En el paradigma cualitativo, se parte del supuesto de que la realidad es múltiple, contextual y construida socialmente (Creswell, 2014). Así, el infinito matemático no se aborda como una noción única o fija, sino como una construcción que varía según los contextos, las herramientas y los sujetos que la viven.
- **Dimensión teleológica:** Remite a los fines de la investigación. Este estudio no solo pretende generar conocimiento académico, sino también proponer lineamientos que transformen las prácticas educativas relacionadas con el aprendizaje del infinito. En este sentido, la investigación se orienta hacia fines formativos, emancipadores y humanizantes (Habermas, 1987).
- **Dimensión metodológica:** Está relacionada con las estrategias que permiten alcanzar los objetivos del estudio. En coherencia con el enfoque adoptado, se recurre al método fenomenológico, el cual permite captar las vivencias subjetivas y acceder a la esencia del fenómeno tal como es percibido por los informantes clave.
- **Dimensión axiológica:** Comprende los valores que guían el proceso investigativo. Se privilegian principios éticos como el respeto, la confidencialidad y el reconocimiento del otro como sujeto activo del proceso. Tal como señala Bunge (2002), toda investigación entraña compromisos éticos que deben ser asumidos de forma consciente por el investigador.

En síntesis, la elección del paradigma cualitativo y el enfoque fenomenológico, responde a la necesidad de interpretar profundamente cómo los docentes y estudiantes experimentan el infinito matemático y el uso de GeoGebra puede facilitar o enriquecer dicha experiencia. La pentadimensión del conocimiento proporciona un marco integral que da coherencia, profundidad y sentido a todo el proceso investigativo.

**Escenario de la Investigación**

En toda investigación cualitativa, el contexto juega un papel fundamental, ya que permite comprender cómo los sujetos construyen significados a partir de sus experiencias situadas. Según Stake (1995), en los estudios de corte interpretativo "el caso no puede entenderse fuera del contexto", lo cual exige al investigador una aproximación profunda y sensible a los escenarios donde se produce el fenómeno de interés. En esa misma línea, Merriam (2009) sostiene que “el significado está ligado a la situación” (p.14), y que el conocimiento generado por este tipo de estudios, está estrechamente relacionado con las características del entorno y sus participantes.

Esta investigación se desarrolló en dos instituciones educativas de carácter público, ubicadas en el municipio de Yopal, Casanare (Colombia). Ambas instituciones imparten formación en educación media y se caracterizan por atender a estudiantes provenientes de estratos socioeconómicos bajos y medios, en contextos donde el acceso a recursos tecnológicos es limitado y donde los resultados académicos en matemáticas han reflejado históricamente desafíos importantes.

La primera se denomina Institución Educativa Teresa de Calcuta, de modalidad técnico-académica, reconocida en el municipio por su compromiso con la formación integral de jóvenes de sectores populares. Se encuentra ubicada en una zona urbana marginal y atiende a una población estudiantil diversa, mayoritariamente perteneciente a los estratos 1 y 2. Su infraestructura es funcional, aunque presenta limitaciones en cuanto a dotación tecnológica. Para el año 2025, el grado undécimo cuenta con un grupo aproximado de 20 estudiantes, quienes participarán activamente en esta investigación.

La segunda institución participante es el Instituto Técnico Empresarial Yopal (ITEY), también de carácter oficial, ubicado en el sector urbano de la ciudad. Su enfoque

educativo integra componentes técnicos y empresariales, y atiende a estudiantes de diversos sectores de la capital casanareña. Al igual que la primera, su población estudiantil se compone mayoritariamente de jóvenes de estratos bajos y medios. La institución ha mostrado interés en fortalecer el área de matemáticas mediante el uso de recursos tecnológicos, lo cual favorece la implementación de experiencias didácticas innovadoras como la propuesta en esta investigación.

Ambas instituciones presentan un currículo que incluye el estudio de límites, derivadas e integrales en el área de matemáticas, lo cual hace pertinente la introducción del concepto de infinito en los últimos grados de la educación media. Sin embargo, como se ha identificado en capítulos anteriores, este contenido suele ser abordado de manera formal y con dificultades, tanto por docentes como por estudiantes, lo que motiva la necesidad de explorar nuevas alternativas didácticas mediadas por tecnología.

En estos contextos escolares, se buscó acceder a las voces de los actores educativos implicados en la enseñanza y el aprendizaje del infinito matemático, reconociendo que su experiencia no puede ser comprendida fuera de las condiciones materiales, culturales y pedagógicas que caracterizan su día a día. Esta aproximación contextual permitirá que los hallazgos de la investigación sean más pertinentes, aplicables y sensibles a la realidad educativa colombiana.

**Informantes Claves**

En el enfoque cualitativo, los informantes clave son aquellas personas que, por su cercanía con el fenómeno de estudio, pueden ofrecer información valiosa, profunda y significativa para la comprensión del mismo. De acuerdo con Taylor y Bogdan (1987), un informante clave es "una persona que tiene un conocimiento privilegiado del contexto y de los procesos sociales que se investigan, y que está dispuesta a compartirlo con el investigador" (p. 110). En ese sentido, su selección no se realizó de manera aleatoria, sino de forma intencionada, buscando sujetos que tengan una relación directa con el objeto de estudio.

En esta investigación, los informantes clave fueron seleccionados en función de su vínculo directo con el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de infinito matemático, así como por su experiencia en el uso o la interacción con recursos

tecnológicos, particularmente el software GeoGebra. Se han identificado dos grupos principales de informantes: docentes y estudiantes de grado undécimo, pertenecientes a dos instituciones educativas públicas del municipio de Yopal, Casanare: la Institución Educativa Teresa de Calcuta y el Instituto Técnico Empresarial Yopal (ITEY).

En primer lugar, se contó con la participación de cuatro docentes de matemáticas, dos por cada institución. Estos docentes fueron seleccionados por su experiencia en la enseñanza de contenidos de cálculo (límites, derivadas, integrales) y por su disposición a reflexionar sobre sus prácticas pedagógicas. Se buscó que estos profesionales compartieran sus percepciones, estrategias didácticas, desafíos y posibilidades en torno a la enseñanza del infinito matemático, así como su perspectiva sobre el uso de GeoGebra en el aula.

En segundo lugar, se incluyó un grupo aproximado de veinte estudiantes de grado undécimo, distribuidos equitativamente entre ambas instituciones. Estos han cursado o están en proceso de cursar los contenidos relacionados con el infinito matemático, y su experiencia fue fundamental para comprender cómo se apropian o no de este concepto altamente abstracto, qué dificultades enfrentan y cómo perciben la utilidad de los recursos digitales en su proceso de aprendizaje.

La selección de estos informantes se realizó bajo criterios de pertinencia, disposición, diversidad y accesibilidad, procurando incluir voces que representen distintas trayectorias académicas, niveles de desempeño y contextos personales. Según Vasilachis (2006), la selección intencionada en la investigación cualitativa, responde a la lógica de la profundidad y a buscar la riqueza de las perspectivas, más que de la cantidad y la representatividad estadística.

A través del análisis de las experiencias, discursos y reflexiones de estos actores sociales, la investigación se propuso comprender con mayor profundidad el fenómeno de estudio, generar lineamientos metodológicos pertinentes y contribuir a una enseñanza más significativa del infinito matemático, mediada por herramientas tecnológicas.

**Técnicas e Instrumentos de Recolección de la Información**

La elección de las técnicas e instrumentos de recolección de información en una

investigación cualitativa no se realiza de manera aleatoria, sino en coherencia con el paradigma interpretativo y el enfoque fenomenológico que la sustentan. Como señalan Hernández, Fernández y Baptista (2014), las técnicas cualitativas están orientadas a comprender los significados que las personas atribuyen a sus vivencias en contextos específicos, desde una lógica flexible, abierta y contextualizada.

En este estudio, cuyo propósito es comprender cómo docentes y estudiantes viven, interpretan y resignifican el concepto de infinito matemático mediado por el uso del software GeoGebra, las técnicas seleccionadas permitieron acceder a las experiencias subjetivas de los actores implicados. En este sentido, se adoptaron las siguientes estrategias metodológicas:

1.- Entrevistas en profundidad (semiestructuradas): Se empleó la entrevista en profundidad de tipo semiestructurado como técnica principal de recolección de información, debido a su capacidad para revelar vivencias, percepciones y significados desde la voz de los propios sujetos. Según Taylor y Bogdan (1987), la entrevista cualitativa “es una conversación dirigida que permite al investigador acceder a las construcciones sociales de los participantes” (p. 88). En esta investigación se utilizó un guion de entrevista semiestructurado, conformado por preguntas abiertas orientadas a explorar las experiencias de los docentes en relación con la enseñanza del infinito matemático, así como su percepción sobre el uso de mediaciones pedagógicas y tecnológicas en el aula.

Las entrevistas fueron realizadas a cuatro docentes de matemáticas pertenecientes a dos instituciones educativas oficiales del municipio de Yopal, Casanare (Institución Educativa Teresa de Calcuta e Instituto Técnico Empresarial El Yopal – ITEY), priorizando la profundidad y riqueza del discurso sobre la cantidad de participantes, en coherencia con el enfoque cualitativo y fenomenológico del estudio.

2.- Apreciaciones reflexivas de los estudiantes (preguntas abiertas): Como técnica complementaria de recolección de información, se emplearon preguntas abiertas dirigidas a estudiantes de grado undécimo, orientadas a recoger sus apreciaciones, percepciones y reflexiones en torno al aprendizaje del infinito matemático y al uso de representaciones gráficas y tecnológicas. Este instrumento permitió acceder a las experiencias subjetivas de los estudiantes, favoreciendo la expresión libre de ideas,

dificultades y valoraciones personales frente a un concepto matemático de alto nivel de abstracción.

Las preguntas formuladas indagaron aspectos relacionados con la comprensión del infinito, las dificultades experimentadas en su aprendizaje y la manera en que las mediaciones visuales y tecnológicas influyen en el razonamiento matemático. La información obtenida fue analizada desde una perspectiva interpretativa, en coherencia con el enfoque fenomenológico que orienta la investigación.

3) Registro de observación descriptiva: De manera complementaria, durante el proceso investigativo se llevó a cabo un registro descriptivo y sistemático de aspectos relevantes relacionados con las interacciones de los participantes, tales como comentarios espontáneos, dudas expresadas, actitudes frente al contenido matemático y formas de aproximación al concepto de infinito. Estas observaciones constituyeron un insumo adicional para enriquecer la interpretación de la información, permitiendo profundizar en los significados construidos por los actores educativos más allá de lo expresado verbalmente.

**Procesamiento e Interpretación de la información**

El análisis de la información en una investigación cualitativa con enfoque fenomenológico se concibe como un proceso interpretativo, riguroso y reflexivo, orientado a comprender los significados y las vivencias que los participantes atribuyen al fenómeno de estudio. Desde esta perspectiva, la fenomenología se asume como un marco para aproximarse a la experiencia vivida, más que como un método filosófico estricto, privilegiando la comprensión de las percepciones, interpretaciones y sentidos expresados por docentes y estudiantes.

En coherencia con los planteamientos de Husserl (1992), el proceso de análisis parte del reconocimiento de la necesidad de una actitud reflexiva por parte del investigador, orientada a suspender, en la medida de lo posible, juicios y supuestos previos, con el fin de aproximarse de manera abierta a los discursos de los participantes. Esta actitud fenomenológica permite atender a la experiencia tal como es narrada y significada por los sujetos, sin imponer categorías externas de manera anticipada.

El procesamiento de la información se desarrolló a través de un conjunto de fases

articuladas. En primer lugar, se realizó una lectura comprensiva y holística de los protocolos obtenidos (entrevistas a docentes, apreciaciones de estudiantes y registros de observación) con el propósito de captar el sentido global de los discursos. Posteriormente, se identificaron unidades de significado, entendidas como fragmentos del discurso que expresan aspectos relevantes de la experiencia vivida en relación con la enseñanza y el aprendizaje del infinito matemático.

Estas unidades de significado fueron organizadas en núcleos temáticos, los cuales permitieron construir descripciones interpretativas del fenómeno estudiado. A partir de este proceso, se avanzó hacia una interpretación reflexiva de los hallazgos, en diálogo permanente con los referentes teóricos abordados en los capítulos anteriores. Este contraste teórico posibilitó profundizar en la comprensión del fenómeno y fundamentar la formulación de categorías interpretativas y lineamientos teóricos y metodológicos coherentes con las experiencias expresadas por los participantes.

El proceso de análisis no tuvo como finalidad la aplicación de categorías preestablecidas, sino la comprensión de los sentidos que emergen de la experiencia educativa. De este modo, la interpretación se construyó desde el respeto a la voz de los actores, reconociendo que el conocimiento se genera en la interacción entre lo vivido, lo expresado y lo comprendido en el contexto escolar.

**Fases o etapas de la Investigación**

La presente investigación, enmarcada en el paradigma cualitativo y fundamentada metodológicamente en el enfoque fenomenológico, se desarrolló a través de fases que responden a la lógica interpretativa de este enfoque, orientado a la comprensión profunda de las experiencias y significados construidos por los actores educativos frente a un fenómeno determinado. Estas fases no se conciben como pasos rígidos ni lineales, sino como momentos reflexivos y articulados que guían el proceso investigativo en su propósito de comprender cómo se vive y se resignifica el infinito matemático en el contexto escolar.

En este sentido, las fases metodológicas permiten acceder a las vivencias de docentes y estudiantes de educación media frente a un contenido matemático altamente abstracto como el infinito, así como explorar la manera en que dichas experiencias se

ven mediadas por el uso del software GeoGebra como recurso pedagógico.

De acuerdo con autores como Cincunegui (2010) y Trejo (2012), el enfoque fenomenológico en educación propone una estructura investigativa basada en etapas que posibilitan una aproximación progresiva a la experiencia del sujeto, privilegiando la descripción, el análisis y la interpretación de los significados emergentes. En coherencia con estos planteamientos, las fases de la investigación se organizaron del siguiente modo:

1. Etapa previa o de clarificación del fenómeno: en esta fase se delimitó el fenómeno de estudio y se formularon las interrogantes que orientan la investigación. Asimismo, se realizó la revisión de los antecedentes teóricos, epistemológicos y metodológicos que fundamentan el problema, con el propósito de establecer los marcos referenciales desde los cuales se abordaría el objeto de estudio. En esta etapa, el investigador asumió una actitud reflexiva orientada a reconocer y poner entre paréntesis, en la medida de lo posible, supuestos previos, con el fin de aproximarse de manera abierta a las vivencias de los participantes en torno a la enseñanza y el aprendizaje del infinito matemático.

2. Etapa descriptiva de las experiencias: esta fase correspondió a la recolección de las experiencias vividas por los informantes clave, principalmente a través de entrevistas en profundidad y apreciaciones abiertas. Se buscó que los participantes narraran sus vivencias de forma libre y detallada, permitiendo captar cómo comprenden, experimentan y significan el concepto de infinito matemático y el uso de mediaciones tecnológicas en el aula. El investigador asumió una actitud empática, receptiva y atenta, procurando no interferir en la emergencia del discurso de los actores.

3. Etapa de organización e interpretación de significados: en esta etapa se procedió al análisis de los protocolos obtenidos, orientado a la identificación de unidades de significado y a la organización de núcleos temáticos que expresan aspectos relevantes de la experiencia relatada. Este proceso permitió construir estructuras interpretativas que dan cuenta de cómo el infinito matemático es vivido, representado y resignificado por docentes y estudiantes en el contexto educativo, mediado por el uso de herramientas tecnológicas.

4. Etapa de discusión e interpretación teórica: En esta fase se estableció un

diálogo entre las interpretaciones construidas a partir de las voces de los participantes y los referentes teóricos revisados en la investigación. Este contraste teórico permitió profundizar en la comprensión del fenómeno y articular las experiencias empíricas con aportes académicos de la educación matemática. A partir de esta síntesis interpretativa, se generaron los lineamientos teóricos y metodológicos que orientan la enseñanza del infinito matemático con apoyo del software GeoGebra.

De manera general, estas fases posibilitaron un tránsito reflexivo desde las vivencias particulares hacia la construcción de comprensiones con sentido, coherencia y profundidad. A través de este proceso, la investigación no solo describe el fenómeno estudiado, sino que lo interpreta y resignifica desde la experiencia educativa, en consonancia con los principios del enfoque fenomenológico asumido.

**Rigor Científico de la Investigación**

El rigor en la investigación cualitativa no se concibe como una simple cuestión de replicabilidad o control estadístico, sino como la garantía de que los hallazgos son creíbles, consistentes y éticamente construidos a partir del contexto y la experiencia de los participantes. En este sentido, Lincoln y Guba (1985) propusieron una serie de criterios para asegurar la calidad científica de los estudios cualitativos, los cuales se han consolidado como referentes clave para valorar la validez de este tipo de investigaciones. Entre los principales criterios considerados en este estudio se destacan los siguientes:

*Credibilidad:* Se refiere al grado en que los resultados reflejan con fidelidad las experiencias de los participantes. En esta investigación, la credibilidad se favoreció mediante la triangulación de fuentes de información (docentes y estudiantes), la validación de significados a partir de la coherencia interna de los discursos y la inclusión de descripciones ricas y detalladas que permiten comprender el fenómeno desde la perspectiva de los actores.

*Transferibilidad:* Alude a la posibilidad de que los hallazgos puedan ser considerados en contextos similares. Para ello, se realizó una descripción densa del escenario, de los participantes y de las condiciones en las que se desarrolló el estudio, de manera que otros investigadores puedan valorar la aplicabilidad de los resultados en situaciones análogas.

*Auditabilidad o confirmabilidad:* Implica que el proceso investigativo pueda ser seguido y comprendido por otros investigadores. En esta investigación se mantuvo un registro sistemático de los procedimientos, decisiones metodológicas y criterios interpretativos adoptados, lo que permite dar cuenta de la trazabilidad del proceso investigativo.

*Dependibilidad:* Se refiere a la consistencia lógica del estudio en cuanto a su diseño, ejecución y análisis. Para ello, se aseguró la coherencia entre el problema planteado, los objetivos de la investigación, el enfoque metodológico asumido y las interpretaciones construidas a partir de la información recolectada. Estos criterios se sustentan en los aportes de Lincoln y Guba (1985), quienes plantean la credibilidad, la transferibilidad y la dependibilidad como criterios fundamentales del rigor en la investigación cualitativa.

Además, la investigación se desarrolló desde una postura ética comprometida con la transparencia, la reflexión continua y la sensibilidad frente a los participantes. La voz de los actores no fue instrumentalizada, sino interpretada con responsabilidad y respeto, reconociendo que el conocimiento cualitativo es una construcción situada e intersubjetiva.

En coherencia con lo anterior, el investigador asumió el compromiso de actuar con integridad académica en cada fase del estudio, lo cual incluyó el uso adecuado y honesto de las fuentes teóricas y documentales consultadas, así como la citación rigurosa de toda idea ajena incorporada en el trabajo. Se rechazó cualquier forma de plagio, manipulación de información o apropiación indebida del conocimiento, reconociendo que la honestidad intelectual constituye un componente esencial del rigor científico y de la formación doctoral.

El cumplimiento de estos criterios contribuyó no solo a la validez de los resultados, sino también a la solidez teórica y metodológica del estudio. La rigurosidad asumida no buscó ajustarse a moldes normativos rígidos, sino dar cuenta de un proceso investigativo reflexivo, crítico y sensible, propio de la investigación educativa con sentido humano.

**Sustento Bioético**

La presente investigación se acoge a los principios éticos establecidos por la

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2025), los cuales orientan la labor investigativa en el marco del respeto, la dignidad humana y los derechos fundamentales de los participantes (Declaración Universal de los Derechos Humanos, 1948).

En concordancia con estos lineamientos, se garantizará el cumplimiento de los siguientes principios:

*Consentimiento informado:* Todos los participantes recibirán información clara, precisa y comprensible sobre los objetivos, procedimientos, beneficios y posibles riesgos de la investigación. Su participación será voluntaria, con plena libertad para aceptar o rechazar su inclusión en el estudio, sin ningún tipo de presión o consecuencia negativa.

*Confidencialidad y anonimato:* La identidad de los informantes será resguardada en todo momento. Los nombres serán codificados o suprimidos, y la información personal no será divulgada bajo ninguna circunstancia. El material recolectado será utilizado exclusivamente para fines académicos y estará protegido por el investigador.

*Voluntariedad y derecho al retiro:* Los participantes podrán retirarse del estudio en cualquier momento, sin necesidad de justificación, y sin que ello implique perjuicio alguno. Este principio será explicado con claridad antes del inicio de cada entrevista o actividad.

*No maleficencia:* El estudio no implicará daño físico, emocional ni simbólico para ninguno de los participantes. Se propiciará un ambiente respetuoso, seguro y de confianza, tanto en los espacios de recolección como en el tratamiento posterior de la información.

*Responsabilidad ética del investigador:* El desarrollo del estudio será guiado por un compromiso ético permanente, que incluye la reflexión crítica sobre las propias decisiones metodológicas, el respeto a los saberes y vivencias de los actores sociales, y la transparencia en el manejo y divulgación de los resultados.

Finalmente, se deja constancia de que esta investigación se realizó con propósitos estrictamente académicos y formativos, sin ningún interés comercial ni político, y bajo el amparo institucional correspondiente.

## MOMENTO IV

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS HALLAZGOS

El presente capítulo tiene como propósito, analizar e interpretar los hallazgos obtenidos a partir de la información recolectada mediante entrevistas semiestructuradas a docentes, y preguntas abiertas dirigidas a estudiantes de grado undécimo. El análisis se desarrolla desde un enfoque cualitativo de carácter fenomenológico, orientado a comprender los significados, concepciones y experiencias que los actores educativos construyen en torno al infinito matemático y a su enseñanza, así como al uso potencial del software GeoGebra como mediación pedagógica. Desde el enfoque fenomenológico, la investigación cualitativa busca comprender las vivencias y los significados que los sujetos construyen a partir de su experiencia con el fenómeno estudiado (Cincunegui, 2010).

El procedimiento de análisis consistió en la organización de las respuestas por preguntas, la identificación de ideas clave mediante subrayado y la posterior interpretación de dichas expresiones, articulando la voz de los participantes con la reflexión del investigador y el diálogo con los referentes teóricos abordados en los capítulos anteriores. Este proceso permitió profundizar en las concepciones del infinito matemático, las dificultades asociadas a su enseñanza y aprendizaje, y las posibilidades de mediación desde el uso de herramientas tecnológicas.

Con el fin de favorecer la profundidad analítica, el capítulo se estructura a partir de cuadros que recogen las respuestas de los informantes, seguidos de un análisis interpretativo detallado, en el cual se examinan las ideas subrayadas en cada tabla y se contrastan con los aportes teóricos relevantes. De esta manera, el análisis trasciende la descripción de los datos y se orienta hacia una comprensión crítica del fenómeno estudiado.

### Análisis de las entrevistas a docentes

Mediante este procedimiento se buscó identificar argumentos claves propiciados por los docentes, de acuerdo con requerimientos sobre gestión de aula, estrategias, tecnologías, currículo, entre otros. Seguidamente organizar las respuestas e interpretar

sus discursos de acuerdo a lo establecido en el método fenomenológico, sintetizándolo en hallazgos sobre la concepción y vivencia de la enseñanza del software Geogebra para el aprendizaje del infinito matemático.

**Cuadro 1.**
Concepción del infinito matemático desde la perspectiva docente

| Informante | Respuesta |
|---|---|
| D1 | El infinito es la idea de algo que no tiene fin, que no está acotado y no puede ser contado. El infinito permite describir un comportamiento en una situación dada, por ejemplo, expresar cuando una variable crece sin límite, representa un crecimiento sin límite. |
| D2 | Que no tiene fin, que no está definido |
| D3 | Es una percepción teórica del ser humano, es un concepto que ayudó a desarrollar las matemáticas desde tiempos antiguos, este concepto ha permitido muchos avances. |
| D4 | Es un concepto abstracto muy utilizado en matemáticas, refiere a situaciones o ejercicios que no tienen una limitación clara. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas a docentes.

Desde la voz del docente D1, el infinito matemático es concebido como *"la idea de algo que no tiene fin, que no está acotado y no puede ser contado"*, asociándolo además a situaciones donde *"una variable crece sin límite"* y *"representa un crecimiento sin límite"*. Esta apreciación evidencia una comprensión del infinito ligada a la noción de proceso continuo e inacabado, más que a la de un objeto matemático formal. El énfasis puesto en el crecimiento indefinido sugiere una aproximación al infinito potencial, en la cual el concepto se entiende como una acción que se prolonga sin alcanzar un punto final. Esta forma de concebir el infinito resulta coherente con lo planteado por Dubinsky, Weller y McDonald (2005a), quienes señalan que, en contextos escolares, los sujetos tienden a comprender inicialmente el infinito como un proceso reiterativo antes de lograr su encapsulación conceptual como objeto matemático.

En cambio, el docente D2 define el infinito como aquello *"que no tiene fin, que no está definido"*. Esta respuesta refleja una concepción eminentemente intuitiva e indeterminada del concepto, donde la ausencia de definición formal se convierte en un rasgo central de su significado. En este caso, este es concebido como una idea abierta y difusa, lo cual puede constituir un punto de partida válido para su comprensión, pero

también un obstáculo si no se acompaña de mediaciones didácticas que permitan profundizar en su sentido matemático. Tal situación coincide con lo expuesto por Arrigo, D'Amore y Sbaragli (2011), quienes advierten que la falta de precisión conceptual en torno al infinito, genera tensiones epistemológicas que inciden directamente en su enseñanza y aprendizaje.

Desde una perspectiva distinta, el docente D3 señala que el infinito es *"una percepción teórica del ser humano"* y que este concepto *"ha permitido muchos avances"* en el desarrollo de las matemáticas. Esta apreciación introduce una mirada de carácter epistemológico, al reconocer el infinito como una construcción teórica vinculada a la evolución histórica del pensamiento matemático. En esta concepción, el infinito trasciende su condición de contenido escolar y se reconoce como una noción fundamental para el progreso de la disciplina. Esta visión se articula con lo propuesto por Sfard (1991), quien plantea que los conceptos matemáticos evolucionan desde comprensiones operacionales hacia juicios estructurales, proceso que implica reconocerlos como entidades teóricas consolidadas dentro del sistema matemático.

En último lugar, el docente D4 concibe el infinito como *"un concepto abstracto muy utilizado en matemáticas"*, asociado a *"situaciones o ejercicios que no tienen una limitación clara"*. Esta apreciación refuerza la idea del infinito como una noción altamente abstracta, cuya comprensión resulta compleja debido a la ausencia de límites definidos y a la dificultad para representarlo de manera concreta. Esta percepción pone de manifiesto los retos didácticos que enfrenta el profesorado al abordar este contenido, especialmente cuando se carece de recursos o estrategias que faciliten su visualización y resignificación. En este sentido, la apreciación del docente coincide con lo señalado por Tall (2001), quien destaca que el entendimiento del infinito exige transiciones cognitivas complejas, las cuales no siempre son favorecidas por las metodologías tradicionales de enseñanza.

A manera global, las apreciaciones de los docentes muestran que la concepción del infinito matemático oscila entre lo intuitivo, lo procesual, lo abstracto y lo epistemológico, sin que se evidencie de manera explícita una diferenciación clara entre infinito potencial e infinito actual. Este hallazgo resulta relevante para la investigación, en tanto pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las mediaciones didácticas y

tecnológicas que permitan a los docentes y estudiantes avanzar hacia comprensiones más estructuradas del infinito matemático, aspecto que se retoma y profundiza en los lineamientos teóricos y metodológicos propuestos en el Capítulo V.

**Cuadro 2.**
**Dificultades en la comprensión del infinito matemático desde la perspectiva docente**

| Informante | Respuesta |
|---|---|
| D1 | Cambiar la noción del infinito como cantidad grande, como número grande, aceptar el infinito como un todo (Aceptarlo como completo). |
| D2 | Desde primaria se enseña el concepto de infinito con la introducción de los números naturales, luego en los números fraccionarios, los números racionales y en las representaciones de funciones. |
| D3 | He trabajado en todos los grados de secundaria y dependiendo la temática a orientar el concepto de infinito es el mismo, es aquello que no conocemos, es esa percepción del máximo valor que puede llegar a alcanzar una cantidad pero que es totalmente indeterminado entonces cuando se habla de infinito en el aula normalmente trato de dar ejemplos cotidianos y de allí empezamos a tratar las distintas temáticas. |
| D4 | En distintas oportunidades he notado que los estudiantes tienen distintas percepciones del infinito y muchas no tienen que ver con matemáticas, se procede entonces a enseñarles como tal el símbolo y comentarles que se usa en procesos matemáticos muy grandes. |

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas a docentes.

El docente D1 identifica como una dificultad central la necesidad *de "cambiar la noción del infinito como cantidad grande, como número grande"* y lograr que los estudiantes puedan *"aceptar el infinito como un todo"*. Esta apreciación pone de manifiesto la persistencia de concepciones intuitivas profundamente arraigadas, en las que el infinito se interpreta exclusivamente desde una perspectiva cuantitativa, asociada a magnitudes extremadamente grandes o a números que *"no terminan".* Dichas concepciones dificultan su comprensión como una noción matemática no cuantificable, con un estatus conceptual distinto al de los números finitos. En este sentido, concebir el infinito desde la perspectiva de un número, limita la posibilidad de reconocerlo en base a un concepto estructural, presente en múltiples contextos matemáticos, tales como los límites, las sucesiones o el comportamiento de ciertas funciones. Esta dificultad se

corresponde con lo planteado por Tall (2001), quien advierte que muchos estudiantes permanecen anclados en interpretaciones intuitivas basadas en la cantidad, sin lograr realizar la transición hacia concepciones más formales y abstractas del infinito. De manera complementaria, Dubinsky, Weller y McDonald (2005a) explican que esta dificultad emerge cuando el estudiante no logra encapsular el proceso infinito en un objeto matemático, permaneciendo en una visión meramente operativa que impide su comprensión conceptual.

Por su parte, el docente D2 expresa que *"desde primaria se enseña el concepto de infinito con la introducción de los números naturales"* y que esta noción se va arrastrando posteriormente a otros conjuntos numéricos y a las *"representaciones de funciones"*. Esta afirmación evidencia una dificultad de carácter didáctico y curricular, relacionada con la manera progresiva y en muchos casos implícita en que el infinito se introduce a lo largo de la escolaridad. La enseñanza temprana del mismo, generalmente asociada a la idea de contar indefinidamente, puede consolidar concepciones intuitivas que luego se trasladan sin cuestionamiento a contextos matemáticos más formales.

En consecuencia, los estudiantes reproducen estas nociones iniciales en niveles educativos superiores, sin contar con espacios sistemáticos de reflexión y resignificación conceptual. Esta situación coincide con lo señalado por Arrigo y D'Amore (1999), quienes sostienen que muchas de las dificultades en torno a este elemento, tienen su origen en la enseñanza inicial del concepto, donde se privilegia el infinito potencial sin un trabajo posterior que permita comprender otras acepciones del mismo. Asimismo, Chevallard (1997) advierte que la transposición didáctica puede simplificar excesivamente conceptos complejos, generando obstáculos epistemológicos que reaparecen y se refuerzan a lo largo de la trayectoria escolar.

Desde la experiencia del docente D3, el infinito se asocia a *"aquello que no conocemos"* y a *"esa percepción del máximo valor que puede llegar a alcanzar una cantidad"*, lo cual revela una dificultad vinculada a la indeterminación y a la ambigüedad conceptual. El docente reconoce que, ante esta complejidad, suele recurrir a *"ejemplos cotidianos"* como estrategia para aproximar el concepto a los estudiantes. Si bien esta práctica permite establecer vínculos con experiencias cercanas, también evidencia la necesidad de contar con herramientas conceptuales más estructuradas para abordar el

infinito matemático de manera rigurosa en el aula. El uso exclusivo de analogías o metáforas puede favorecer comprensiones parciales que no siempre se traducen en aprendizajes formales. En este sentido, Sfard (1991) señala que cuando los conceptos permanecen en un nivel predominantemente metafórico o intuitivo, se dificulta su consolidación como objetos matemáticos formales. De manera similar, Vergnaud (1990) sostiene que la ausencia de esquemas conceptuales claros conduce a interpretaciones vagas, en las que el infinito se confunde con ideas de desconocimiento, indeterminación o límite máximo.

Finalmente, el docente D4 manifiesta que *"los estudiantes tienen distintas percepciones del infinito y muchas no tienen que ver con matemáticas"*, razón por la cual considera necesario *"enseñarles como tal el símbolo y comentarles que se usa en procesos matemáticos muy grandes"*. Esta apreciación pone en evidencia la diversidad de significados previos que los estudiantes atribuyen al infinito, muchos de ellos construidos en contextos culturales, religiosos o cotidianos, lo cual genera confusión al momento de abordarlo formalmente en el aula. En este escenario, la enseñanza centrada inicialmente en el símbolo, aparece como una estrategia para intentar unificar significados, sin embargo, puede resultar insuficiente si no se acompaña de procesos de comprensión conceptual más profundos. Tal como señala Godino (2003), los objetos matemáticos adquieren sentido únicamente cuando se articulan con prácticas matemáticas y significados compartidos en contextos de uso. Asimismo, Tall y Vinner (1981) advierten que el predominio de imágenes conceptuales informales, puede entrar en conflicto con las definiciones formales, generando obstáculos persistentes en el aprendizaje matemático.

De manera general, las apreciaciones de los docentes permiten evidenciar que las principales dificultades en la comprensión del infinito matemático se encuentran asociadas a concepciones intuitivas profundamente arraigadas, a la influencia de una enseñanza progresiva que no siempre se explicita de forma intencionada y a la complejidad inherente del propio concepto. Estas dificultades no solo inciden en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, sino que también interpelan la práctica docente, al poner de relieve la necesidad de mediaciones didácticas que orienten la construcción de significados y favorezcan el tránsito desde interpretaciones intuitivas

hacia comprensiones más estructuradas del infinito matemático. En este sentido, el uso de mediaciones tecnológicas, como GeoGebra, emerge como un recurso que, integrado de manera reflexiva, puede contribuir a la resignificación del infinito matemático más allá de la idea de cantidades extremadamente grandes o del empleo aislado de un símbolo.

**Cuadro 3.**
Estrategias y mediaciones para la comprensión del infinito matemático desde la perspectiva docente

| Informante | Respuesta |
|---|---|
| D1 | Hay que tener en cuenta los conocimientos previos de conceptos como límites, derivadas con pendientes infinitas, integrales y funciones. Como docentes solo orientamos con números finitos, debemos transformar la forma de pensar de los estudiantes. |
| D2 | Que los estudiantes están acostumbrados a los números enteros y fraccionarios, ellos no asimilan que los números son infinitos, consideran que todo tiene fin como la vida. |
| D3 | sí claro, la dificultad en la enseñanza del infinito viene intrínseca pues como tal no podemos manejar este tema como la mayoría de los mismos en matemáticas, para los estudiantes e incluso docentes se nos hace un poco complicado nada más pensar en este concepto, o, por ejemplo, imaginarnos el universo o un espacio infinito nos es imposible en nuestras mentes y al llevarse a la parte matemática se genera mayor dificultad. Gracias a herramientas en matemáticas podemos aterrizar un poco más al menos a los usos prácticos y académicos. |
| D4 | No está de manera explícita la temática del infinito, ni en los libros, ni en los planes de estudio y requiere de buen tiempo para en varias sesiones interactuar con los estudiantes sobre este concepto. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas a docentes.

El docente D1 señala que para abordar el infinito matemático es necesario *"tener en cuenta los conocimientos previos de conceptos como límites, derivadas con pendientes infinitas, integrales y funciones"*, reconociendo además que como docentes *"solo orientamos con números finitos"* y que, por tanto, se requiere *"transformar la forma de pensar de los estudiantes"*. Esta apreciación evidencia una estrategia pedagógica centrada en la articulación de saberes previos y en la necesidad de propiciar un cambio conceptual progresivo. El docente reconoce que el tránsito hacia la comprensión del infinito, exige superar una enseñanza basada exclusivamente en lo finito, lo cual coincide

con lo planteado por Ausubel (1976), quien destaca la importancia de los conocimientos previos como anclaje para la construcción de nuevos significados. Asimismo, Tall (2001) sostiene que su comprensión, demanda transformaciones cognitivas profundas, en las cuales los estudiantes deben reestructurar su pensamiento matemático para integrar nociones no finitas.

Por su lado, el docente D2 afirma que *"los estudiantes están acostumbrados a los números enteros y fraccionarios"* y que *"no asimilan que los números son infinitos"*, pues *"consideran que todo tiene fin como la vida"*. Esta apreciación pone de manifiesto una dificultad de origen experiencial y cultural, donde las concepciones cotidianas sobre el mundo finito influyen directamente en la manera como los estudiantes interpretan los conceptos matemáticos. Desde esta perspectiva, la mediación docente se enfrenta al reto de romper analogías intuitivas profundamente arraigadas. Esta situación se relaciona con lo señalado por Vinner (1983), quien advierte que las imágenes conceptuales construidas desde la experiencia diaria, pueden entrar en conflicto con las definiciones formales de los objetos matemáticos. De igual manera, Sfard (1991) plantea que el paso de concepciones intuitivas a comprensiones estructurales, requiere mediaciones que ayuden al estudiante a resignificar sus experiencias previas.

El docente D3, a su vez, reconoce que *"la dificultad en la enseñanza del infinito viene intrínseca"* y que *"pensar en este concepto se nos hace un poco complicado"*, incluso al intentar imaginar *"el universo o un espacio infinito"*. No obstante, señala que *"gracias a herramientas en matemáticas podemos aterrizar un poco más al menos a los usos prácticos y académicos"*. Esta apreciación evidencia una estrategia de mediación apoyada en recursos matemáticos y didácticos, los cuales permitan acercar un concepto altamente abstracto a escenarios más comprensibles. La referencia a la imposibilidad de imaginar el infinito refleja los límites de la intuición humana frente a este concepto, tal como lo señala Vergnaud (1990), quien sostiene que ciertos objetos matemáticos requieren esquemas conceptuales específicos para ser comprendidos. Asimismo, Godino (2003) enfatiza que las herramientas y representaciones matemáticas cumplen un papel fundamental en la construcción de significado, al permitir en los estudiantes, relacionar el concepto con prácticas académicas concretas.

Finalmente, el docente D4 expresa que *"no está de manera explícita la temática*

*del infinito, ni en los libros, ni en los planes de estudio"*, y que su enseñanza *"requiere de buen tiempo para en varias sesiones interactuar con los estudiantes sobre este concepto"*. Esta apreciación pone de relieve una estrategia pedagógica basada en la planificación temporal y en la interacción sostenida, reconociendo que el infinito no puede abordarse de manera superficial o aislada. La necesidad de múltiples sesiones sugiere una mediación gradual, en la cual el diálogo y la reflexión juegan un papel central. Esta visión se articula con lo propuesto por Chevallard (1997), quien señala que ciertos saberes matemáticos complejos requieren procesos didácticos prolongados para ser apropiados significativamente. Asimismo, Brousseau (1986) destaca que la construcción del conocimiento matemático se fortalece cuando el estudiante dispone de tiempo y situaciones didácticas que favorecen la confrontación y la elaboración progresiva de ideas.

La interpretación de las apreciaciones docentes permitió reconocer que las estrategias y mediaciones empleadas para la enseñanza del infinito matemático, se caracterizan por un esfuerzo constante por articular los saberes previos de los estudiantes, con la complejidad conceptual del contenido. Los docentes coinciden en señalar que la comprensión del infinito exige ir más allá de una enseñanza centrada exclusivamente en números finitos, promoviendo procesos de reflexión que posibiliten transformar la forma en la cual los estudiantes conciben las magnitudes, los procesos y los límites en matemáticas.

Asimismo, se evidencia que las mediaciones docentes se enfrentan a concepciones profundamente arraigadas en la experiencia cotidiana de los estudiantes, quienes tienden a interpretar el mundo desde una lógica de finitud. Esta situación obliga al docente a desempeñar un rol activo como mediador, capaz de confrontar dichas intuiciones iniciales y de generar puentes entre el pensamiento cotidiano y el pensamiento matemático formal. En este proceso, las analogías, los ejemplos contextualizados y el uso de herramientas matemáticas, adquieren relevancia como estrategias para facilitar la resignificación del concepto.

De igual manera, las voces docentes ponen de manifiesto que la enseñanza del infinito matemático no puede abordarse de forma fragmentada ni episódica. La ausencia de un tratamiento explícito del concepto en los textos y planes de estudio, demanda una

planificación intencionada, el cual contemple tiempos prolongados de interacción, múltiples sesiones de trabajo y espacios de diálogo que permitan al estudiante elaborar progresivamente sus comprensiones. Este carácter gradual y procesual refuerza la idea de que el infinito no se aprende como un contenido aislado, sino como una noción transversal que atraviesa diversos temas matemáticos.

En líneas generales, esta parte de hallazgos revela que las estrategias y mediaciones docentes se orientan hacia la búsqueda de comprensiones más profundas y significativas del infinito matemático, aunque se ven limitadas por la abstracción del concepto, las concepciones previas de los estudiantes y las condiciones curriculares existentes. Estas tensiones evidencian la necesidad de reflexionar sobre el fortalecimiento de las mediaciones pedagógicas y didácticas, así como sobre la incorporación de recursos que apoyen la visualización, la exploración y la construcción progresiva de significados, aspectos que se retoman en los estudios posteriores del capítulo.

**Cuadro 4.**
Percepción de los docentes sobre el uso del software GeoGebra en la enseñanza del infinito matemático

| Informante | Respuesta |
|---|---|
| D1 | Softwares matemáticos permiten visualizar cómo una determinada función crece sin límite o se acerca a un punto dado. |
| D2 | Didácticos ninguno, solo ejemplos de la vida real ya que en el colegio no cuento con las suficientes herramientas tecnológicas o calculadoras graficadoras. |
| D3 | He utilizado juegos como aplicaciones como GeoGebra, dependiendo de cada grado se utilizan los diferentes recursos. |
| D4 | No he utilizado ningún recurso aparte de tablero y marcador, como comenté anteriormente, no se dispone de mucho tiempo para hablar de este concepto. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas a docentes.

Respecto al uso del software GeoGebra en la enseñanza del infinito matemático, el docente D1 expresa que los *"softwares matemáticos permiten visualizar cómo una determinada función crece sin límite o se acerca a un punto dado"*. Esta apreciación evidencia una valoración positiva del uso de herramientas digitales como mediación para la comprensión de procesos asociados al infinito, particularmente en el estudio de funciones y comportamientos límite. La referencia a la visualización pone de relieve el

potencial de estos recursos para hacer observable un fenómeno que resulta difícil de comprender, desde una perspectiva exclusivamente simbólica. En este sentido, Hohenwarter (2003) lo señala como favorecedor de la integración de representaciones gráficas y algebraicas, permitiendo a los estudiantes explorar dinámicamente conceptos abstractos. De igual manera, Kissane (2012) sostiene que la visualización interactiva contribuye significativamente al desarrollo del razonamiento matemático, especialmente en contenidos vinculados a procesos infinitos.

Mientras, el docente D2 afirma que *"didácticos ninguno, solo ejemplos de la vida real ya que en el colegio no cuento con las suficientes herramientas tecnológicas o calculadoras graficadoras"*. Esta apreciación pone en evidencia una limitación de tipo contextual e institucional, donde la ausencia de recursos tecnológicos condiciona las estrategias de enseñanza disponibles. En este caso, el docente recurre a ejemplos cotidianos como alternativa didáctica, lo cual refleja una intención pedagógica por acercar el concepto a la experiencia del estudiante, aunque con recursos limitados. Esta situación coincide con lo planteado por Cabero (2001), quien advierte que el impacto de las tecnologías en el aprendizaje depende en gran medida de las condiciones de acceso y disponibilidad. Asimismo, Chevallard (1997) señala que las restricciones del contexto escolar influyen directamente en la transposición didáctica del saber, afectando la forma en la cual los contenidos se presentan y trabajan en el aula.

Desde la experiencia del docente D3, considera haber *"…utilizado juegos como aplicaciones como GeoGebra"* y que *"dependiendo de cada grado se utilizan los diferentes recursos"*. Esta apreciación evidencia una percepción flexible y adaptativa del uso del mencionado software, concebido como un recurso didáctico que puede ajustarse a las características y necesidades de los distintos niveles educativos. La referencia a los juegos sugiere una mediación orientada a generar mayor motivación e interacción por parte de los estudiantes, favoreciendo un aprendizaje más activo. Esta postura se articula con lo expuesto por Godino (2003), quien resalta la importancia de seleccionar recursos que se integren de manera significativa a las prácticas matemáticas escolares. Asimismo, Jonassen (1999) plantea que las tecnologías digitales, cuando se usan como herramientas cognitivas, pueden potenciar la exploración, la experimentación y la construcción de conocimiento.

Para cerrar, el docente D4 manifiesta no haber *"…utilizado ningún recurso aparte de tablero y marcador"*, señalando además que *"no se dispone de mucho tiempo para hablar de este concepto"*. Esta apreciación refleja una percepción de limitación, tanto en el uso de recursos, como en la disponibilidad temporal para abordar el infinito matemático. La enseñanza apoyada exclusivamente en recursos tradicionales puede restringir las posibilidades de visualización y exploración del concepto, especialmente cuando se trata de nociones altamente abstractas. Esta situación coincide con lo señalado por Tall (2001), quien advierte que la enseñanza de conceptos infinitos requiere mediaciones orientadas a permitir trascender el lenguaje simbólico tradicional. De igual manera, Artigue (2009) sostiene que la integración de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas, se ve frecuentemente obstaculizada por factores como el tiempo curricular y las prácticas pedagógicas consolidadas.

Al explicar las apreciaciones de los docentes, se evidencia que la percepción sobre el uso del software GeoGebra en la enseñanza del infinito matemático, se configura a partir de experiencias pedagógicas diferenciadas y de las condiciones concretas del contexto escolar. Algunos docentes reconocen en las herramientas digitales, una posibilidad para favorecer la visualización de procesos asociados al infinito, especialmente en el comportamiento de funciones y situaciones límite, lo que les permite aproximar un concepto altamente abstracto a formas más comprensibles para los estudiantes.

En contraste, otras voces docentes revelan que la falta de recursos tecnológicos y las restricciones institucionales, inciden de manera directa en la incorporación de GeoGebra como mediación didáctica. En estos casos, la enseñanza del infinito se apoya principalmente en ejemplos de la vida cotidiana o en recursos tradicionales, lo cual limita las oportunidades de exploración dinámica y de interacción con representaciones múltiples del concepto. Esta situación pone de manifiesto que el potencial pedagógico del software no depende únicamente de su existencia, sino de las condiciones posibilitadoras de su uso efectivo en el aula.

De igual manera, se interpreta que el uso de GeoGebra no es concebido como una estrategia homogénea, sino como un recurso flexible, capaz de adaptarse a los distintos niveles educativos, contenidos y tiempos disponibles. Esta percepción sugiere

que los docentes valoran el software como un apoyo complementario, más que como un eje estructurante del proceso de enseñanza, lo cual refleja tanto su utilidad didáctica como las tensiones propias de la práctica pedagógica cotidiana.

En general, la interpretación de estos hallazgos permite comprender que, aunque existe una valoración positiva del uso de GeoGebra para la enseñanza del infinito matemático, su integración se ve mediada por factores contextuales, temporales y pedagógicos. Estas percepciones aportan elementos significativos para comprender las dinámicas reales de aula y las posibilidades de mediación tecnológica en la enseñanza de conceptos matemáticos complejos.

**Cuadro 5.**
Consideraciones de los docentes sobre las condiciones para la integración del software GeoGebra en la enseñanza del infinito matemático

| Informante | Respuesta |
|---|---|
| D1 | Por supuesto, ofrece muchas herramientas útiles para la enseñanza de distintas temáticas. |
| D2 | Sí, al ser una herramienta tecnológica llamaría la atención de los estudiantes, ya que ellos viven en una era digital. |
| D3 | Es una alternativa muy práctica, porque es accesible, gratuita, no requiere bastantes datos ni espacios de almacenamiento en dispositivos móviles, se puede trabajar desde un pc o en un proyector e ir mostrando gráficamente muchos conceptos como funciones, derivadas e integrales, incluso el mismo concepto de infinito se puede visualizar de alguna manera, aplicaciones como GeoGebra tienen un valor impresionante en grados superiores. |
| D4 | Una herramienta más que válida, permite interactuar de manera amigable con los estudiantes, se pueden modelar distintas situaciones y por ende enseñar distintas temáticas desde grados muy tempranos y asimilar temáticas que no son tan atractivas para los estudiantes desde únicamente el cuaderno y tablero. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas a docentes.

Al interpretar las afirmaciones del docente D1, quien señala que GeoGebra *"ofrece muchas herramientas útiles para la enseñanza de distintas temáticas"*, se evidencia una valoración del software como un recurso versátil, capaz de apoyar la enseñanza de diversos contenidos matemáticos. Esta percepción destaca la potencialidad del recurso tecnológico no solo para un tema específico, sino como una herramienta transversal que

puede integrarse a múltiples situaciones de aprendizaje. En este sentido, Hohenwarter (2003) sostiene que este fue diseñado precisamente para articular diferentes áreas de la matemática en un mismo entorno dinámico. De igual manera, Godino (2003) plantea que los recursos didácticos adquieren sentido, cuando permiten ampliar las prácticas matemáticas escolares y facilitar la construcción de significados.

Por su parte, el docente D2 expresa que *"al ser una herramienta tecnológica llamaría la atención de los estudiantes, ya que ellos viven en una era digital"*. Esta apreciación pone de relieve una condición de tipo motivacional asociada al uso de GeoGebra, al reconocer que las tecnologías digitales forman parte del entorno cotidiano de los estudiantes. Desde esta perspectiva, el software se concibe como un medio para conectar el aprendizaje escolar con las experiencias culturales y tecnológicas de los alumnos. Esta interpretación se articula con lo planteado por Prensky (2001), quien señala que los estudiantes actuales se desenvuelven en contextos digitales orientados a influir en su forma de aprender. Asimismo, Cabero (2001) destaca que la incorporación de tecnologías en el aula, puede favorecer la motivación y la participación activa, siempre que su uso esté orientado pedagógicamente.

En tanto, en la apreciación del docente D3, quien afirma que GeoGebra *"es una alternativa muy práctica"* por ser *"accesible, gratuita"* y permitir *"visualizar de alguna manera"* conceptos como funciones, derivadas, integrales e incluso el infinito, se interpreta una condición relacionada con la accesibilidad y la funcionalidad del software. El docente reconoce que la facilidad de uso y la posibilidad de trabajar desde distintos dispositivos, amplían las oportunidades de implementación en el aula. Esta percepción coincide con lo señalado por Artigue (2009), quien resalta que la integración de tecnologías en la enseñanza, depende en gran medida de su accesibilidad y de su adecuación a las condiciones reales del contexto educativo. De igual manera, Kissane (2012) subraya que la visualización dinámica favorece la comprensión de conceptos matemáticos complejos, especialmente en niveles educativos superiores.

Por último, el docente D4 considera que GeoGebra es *"una herramienta más que válida"*, ya que *"permite interactuar de manera amigable con los estudiantes"* y posibilita *"modelar distintas situaciones"* desde grados tempranos, superando una enseñanza centrada únicamente en *"el cuaderno y tablero"*. Esta apreciación pone de manifiesto una

condición pedagógica relacionada con la interacción y la modelación como ejes para la enseñanza de las matemáticas. El uso de GeoGebra se interpreta como una oportunidad para diversificar las estrategias didácticas y favorecer aprendizajes más significativos. Esta visión se articula con lo planteado por Brousseau (1986), quien destaca la importancia de las situaciones didácticas para la construcción del conocimiento matemático, y con Jonassen (1999), quien concibe las tecnologías como herramientas cognitivas que promueven la exploración y la construcción activa del saber.

En las apreciaciones de los docentes, se reconoce que la integración del software GeoGebra en la enseñanza del infinito matemático, está mediada por condiciones pedagógicas, tecnológicas y contextuales que inciden directamente en su uso en el aula. Los docentes lo valoran en función de ser una herramienta versátil y funcional, capaz de apoyar la enseñanza de diversas temáticas matemáticas, lo cual favorece su incorporación como recurso transversal dentro de la práctica pedagógica.

También, se interpreta que la motivación estudiantil constituye una condición relevante para la integración de GeoGebra, especialmente en un contexto educativo marcado por la presencia de tecnologías digitales en la vida cotidiana de los estudiantes. El reconocimiento de esta realidad por parte del profesorado, pone de manifiesto la necesidad de articular los procesos de enseñanza con los entornos culturales y tecnológicos, en los cuales los estudiantes se desenvuelven, favoreciendo así una mayor disposición hacia el aprendizaje del infinito matemático.

De igual forma, las apreciaciones docentes destacan la accesibilidad, gratuidad y facilidad de uso del software como factores que potencian su implementación en el aula. Estas condiciones permiten ampliar las posibilidades de mediación didáctica, al facilitar la visualización, la interacción y la modelación de conceptos matemáticos complejos, incluso en contextos con limitaciones de infraestructura tecnológica.

En términos generales, la interpretación de estas condiciones permite comprender que la integración de GeoGebra en la enseñanza del infinito matemático no depende únicamente del valor pedagógico del software, sino de la convergencia entre recursos disponibles, decisiones didácticas y tiempos de trabajo en el aula. Estas consideraciones aportan una comprensión situada de las prácticas docentes y permiten dimensionar las posibilidades reales de incorporar mediaciones tecnológicas en la enseñanza de

conceptos matemáticos abstractos.

**Cuadro 6.**
Limitaciones y dificultades en el uso del software GeoGebra desde la perspectiva docente

| Informante | Respuesta |
|---|---|
| D1 | Permite un acercamiento real a conceptos, definiciones y comportamientos matemáticos que el estudiante no comprende con operaciones o solo utilizando el cuaderno. |
| D2 | Los estudiantes siempre están más receptivos al interactuar en la clase con herramientas tecnológicas. |
| D3 | El impacto es muchísimo en las clases, como ellos lo manejan desde celulares se pueden volver muy atractivo para los estudiantes al representar desde puntos hasta integrales, todas las temáticas se pueden abarcar y profundizar con esta aplicación, obviamente requiere de conocimientos previos por parte del docente, las clases se vuelven didácticas, entretenidas y didácticas. |
| D4 | Las herramientas que posee el software son muy fáciles de apropiar por parte de los estudiantes, les llama mucho la atención el poder representar objetos matemáticos tan rápido y que usualmente se tarda más tiempo en el cuaderno, más que todas representaciones geométricas. También les gusta mucho personalizar sus creaciones, como poner etiquetas o cambiar de colores. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas a docentes.

Respecto a las limitaciones en el uso del software, la apreciación del docente D1, señala que GeoGebra *"permite un acercamiento real a conceptos, definiciones y comportamientos matemáticos que el estudiante no comprende con operaciones o solo utilizando el cuaderno"*, lo cual evidencia que una de las principales limitaciones de la enseñanza tradicional radica en la dificultad para representar dinámicamente los objetos matemáticos. El docente reconoce que el uso exclusivo de procedimientos simbólicos restringe la comprensión conceptual, mientras que la mediación tecnológica facilita un acercamiento más significativo. Esta apreciación se articula con lo planteado por Iparraguire et al. (2025), quienes señalan que el uso de GeoGebra favorece la comprensión conceptual al permitir la interacción entre representaciones gráficas y algebraicas en la resolución de problemas matemáticos. Asimismo, Artigue (2009) destaca que las tecnologías digitales amplían las posibilidades de exploración y comprensión cuando los enfoques tradicionales resultan insuficientes.

Por su parte, el docente D2 afirma que *“los estudiantes siempre están más receptivos al interactuar en la clase con herramientas tecnológicas”*. Esta apreciación pone de manifiesto una dificultad implícita asociada a la motivación y la atención en el aula cuando no se incorporan recursos tecnológicos acordes con el contexto actual de los estudiantes. La receptividad mencionada por el docente evidencia que la tecnología no solo cumple una función instrumental, sino también pedagógica, al favorecer una mayor disposición hacia el aprendizaje. Esta interpretación coincide con los hallazgos de Iparraguire et al. (2025), quienes evidencian que el uso de GeoGebra incrementa el interés y la participación de los estudiantes al enfrentar situaciones problemáticas de carácter matemático. De igual manera, Cabero (2001) sostiene que la motivación es un factor clave en el aprendizaje mediado por tecnologías, siempre que su uso esté orientado didácticamente.

Desde la perspectiva del docente D3, se señala que *“el impacto es muchísimo en las clases”*, por tanto, al ser una herramienta manejada por los estudiantes desde sus dispositivos móviles, resulta *“muy atractivo”*, permitiendo representar *“desde puntos hasta integrales”*. No obstante, el docente advierte que su uso *“requiere de conocimientos previos por parte del docente”*. Esta apreciación evidencia una doble dimensión: por un lado, el alto potencial didáctico de GeoGebra para abarcar y profundizar múltiples temáticas; por otro, la limitación asociada a la formación y dominio del docente sobre la herramienta. En este sentido, Iparraguire et al. (2025) destacan que su impacto positivo en el aprendizaje, depende en gran medida de la competencia didáctica y tecnológica del profesorado. De igual manera, Godino (2003) señala que los recursos tecnológicos solo adquieren valor educativo, cuando el docente logra integrarlos de manera coherente a las prácticas matemáticas escolares.

Finalmente, el docente D4 expresa que *“las herramientas que posee el software son muy fáciles de apropiar por parte de los estudiantes”* y que *“les llama mucho la atención el poder representar objetos matemáticos tan rápido”*, destacando además el interés por *“personalizar sus creaciones”*. Esta apreciación pone de manifiesto que, desde la perspectiva estudiantil mediada por el docente, GeoGebra reduce las barreras de acceso a la representación matemática y favorece la apropiación del conocimiento mediante la interacción y la personalización. Esta percepción coincide con lo señalado

por Iparraguire et al. (2025), quienes sostienen que la posibilidad de manipular y personalizar representaciones en el mismo, fortalece la comprensión y el razonamiento matemático. Asimismo, Tall (2001) enfatiza que la rapidez y claridad en la representación de objetos matemáticos, facilita transiciones cognitivas necesarias para comprender conceptos abstractos.

En las respuestas de los docentes, se reconoce que las limitaciones y dificultades en el uso del software GeoGebra, no se relacionan con el potencial didáctico de la herramienta, sino con las condiciones pedagógicas y formativas mediadoras de su implementación en el aula. Aunque los docentes valoran positivamente la capacidad del software para favorecer la visualización, la interacción y la comprensión de conceptos matemáticos abstractos, se evidencian tensiones asociadas a la preparación del profesorado y a la necesidad de integrar el recurso de manera intencionada en la planificación didáctica.

Además, se interpreta que su efectividad depende de la mediación docente y del dominio conceptual y tecnológico que este posea. La ausencia de formación específica o de experiencias previas en el uso del software, puede limitar su aprovechamiento pedagógico, aun cuando los estudiantes muestran alta receptividad y facilidad para interactuar con la herramienta. Esta situación pone de manifiesto que la tecnología, por sí sola, no garantiza aprendizajes significativos, sino que requiere de una mediación consciente y reflexiva.

**Cuadro 7.**
Recomendaciones para mejorar la enseñanza del infinito matemático desde la perspectiva docente

| Informante | Respuesta |
|---|---|
| D1 | Las limitaciones serían qué todos cuenten con conectividad, portabilidad y salas tecnológicas. |
| D2 | La mayor ventaja sería el poder visualizar o modelar objetos matemáticos muy complejos. |
| D3 | Los docentes deben tener capacitación en el manejo de la aplicación para que su uso sea realmente el correcto y no se generen confusiones. |
| D4 | Sería una herramienta muy acertada para la enseñanza del infinito y otros conceptos complejos en grados superiores, ayudaría a homogenizar las percepciones tan variadas de los estudiantes en cuanto al concepto de infinito. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas a docentes.

En relación con las recomendaciones para mejorar la enseñanza del infinito

matemático, el protocolo del docente D1 señala que *"las limitaciones serían que todos cuenten con conectividad, portabilidad y salas tecnológicas"*, lo cual permite evidenciar, como una de las recomendaciones centrales, relacionar directamente con las condiciones de infraestructura y acceso tecnológico disponibles en las instituciones educativas. El docente reconoce que la integración de recursos digitales en el aula no depende únicamente de la intención pedagógica, sino también de la existencia de entornos educativos que garanticen conectividad estable, disponibilidad de dispositivos y espacios adecuados para el trabajo con tecnología. En este sentido, la ausencia de estas condiciones puede convertirse en un obstáculo para la implementación de propuestas didácticas mediadas por software matemático, limitando su alcance y efectividad. Esta apreciación se articula con lo planteado por Cabero (2001), quien sostiene que la incorporación efectiva de tecnologías en el aula, depende en gran medida, de las condiciones materiales, organizativas y de gestión de las instituciones educativas, las cuales inciden directamente en la posibilidad de transformar las prácticas de enseñanza.

Por su parte, el docente D2 manifiesta que *"la mayor ventaja sería el poder visualizar o modelar objetos matemáticos muy complejos"*. Esta recomendación pone de relieve la importancia de la visualización y la modelación como estrategias claves para la enseñanza del infinito matemático, especialmente si se considera el alto nivel de abstracción que caracteriza a este concepto. La posibilidad de representar dinámicamente procesos y objetos complejos, se interpreta como una vía para facilitar la comprensión conceptual y para reducir las dificultades asociadas a enfoques de enseñanza, centrados exclusivamente en el lenguaje simbólico. En este contexto, la modelación permite a los estudiantes explorar, manipular y observar regularidades, favoreciendo procesos de construcción de significado más progresivos. Esta apreciación coincide con lo señalado por Tall (2001), quien destaca que la visualización desempeña un papel fundamental en la comprensión de conceptos matemáticos avanzados, en particular, aquellos vinculados a procesos infinitos y a estructuras formales complejas.

Desde la voz del docente D3, se plantea que *"los docentes deben tener capacitación en el manejo de la aplicación para que su uso sea realmente el correcto y no se generen confusiones"*. Esta recomendación pone de manifiesto la necesidad de

fortalecer la formación docente como una condición esencial para mejorar la enseñanza del infinito matemático mediada por tecnologías. El dominio técnico del software, articulado con un conocimiento didáctico sólido, se interpreta como un factor determinante para evitar usos instrumentales o superficiales del recurso. En ausencia de una formación adecuada, el uso de herramientas tecnológicas puede derivar en prácticas desarticuladas que no contribuyen significativamente a la comprensión conceptual. En este sentido, Artigue (2009) señala que la formación docente resulta clave para garantizar que las tecnologías digitales se integren de manera coherente, reflexiva y significativa en la enseñanza de las matemáticas.

Finalmente, el docente D4 expresa que GeoGebra *"sería una herramienta muy acertada para la enseñanza del infinito y otros conceptos complejos en grados superiores"* y que su uso *"ayudaría a homogenizar las percepciones tan variadas de los estudiantes"*. Esta recomendación evidencia una preocupación por la diversidad de concepciones que los estudiantes poseen sobre el infinito matemático y por la necesidad de generar comprensiones más compartidas y estructuradas. El uso de GeoGebra se interpreta como una mediación que puede contribuir a reducir dichas diferencias, al ofrecer representaciones comunes y experiencias de aprendizaje más homogéneas. Esta visión se articula con lo propuesto por Godino (2003), quien sostiene que los significados matemáticos se construyen socialmente a partir de prácticas y representaciones compartidas.

Al evidenciar las recomendaciones formuladas por los docentes, se reconoce que mejorar la enseñanza del infinito matemático implica atender tanto a las condiciones materiales como a las mediaciones pedagógicas que intervienen en el proceso formativo. Las consideraciones de los docentes resaltan la necesidad de contar con infraestructura tecnológica adecuada y con recursos que permitan ampliar las posibilidades de visualización y modelación de conceptos matemáticos complejos, elementos considerados fundamentales para favorecer una comprensión más profunda del infinito.

Igualmente, se interpreta que la formación y capacitación del profesorado constituye una condición clave para el uso adecuado de herramientas tecnológicas en el aula. El dominio conceptual y didáctico del recurso se presenta como un aspecto esencial para evitar confusiones y para orientar de manera intencionada el aprendizaje de los

estudiantes. Esta recomendación pone de manifiesto que la calidad de la mediación docente resulta determinante en la enseñanza de nociones altamente abstractas.

**Cuadro 8.**
Consideraciones de los docentes sobre los aportes del software GeoGebra al razonamiento matemático en torno al infinito

| Informante | Respuesta |
|---|---|
| D1 | Secuencias didácticas orientadas a conceptos complejos como el infinito y tener en cuenta los saberes previos en los estudiantes. |
| D2 | Al usar aparatos tecnológicos todos los estudiantes, se deben instaurar reglas claras para el buen uso de las herramientas tecnológicas, es decir mediar en la interacción de los estudiantes y la tecnología. |
| D3 | Considero que se debe como docentes hacer una revisión teórica y epistemológica para lograr una asimilación del concepto de infinito antes de llegar hacer explicaciones interactivas como sería con el uso de GeoGebra. |
| D4 | Considero que se deben crear videos tutoriales fáciles que permitan representar situaciones que tengan inmerso el infinito en matemáticas, también que se instauren espacios en los planes de estudio para abordar con buenas sesiones estas temáticas. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de entrevistas a docentes.

En tanto, respecto a las consideraciones de los docentes sobre los aportes del software GeoGebra al razonamiento matemático, el docente D1, señala que es necesario trabajar *"secuencias didácticas orientadas a conceptos complejos como el infinito y tener en cuenta los saberes previos en los estudiantes"*, lo cual evidencia que el aporte del mismo no se concibe de manera aislada, sino integrado a una planificación pedagógica intencionada. El docente reconoce que el uso del software cobra sentido cuando se articula con secuencias didácticas respetuosas del proceso cognitivo del estudiante y permiten avanzar progresivamente en la comprensión del infinito. Esta apreciación se corresponde con lo planteado por Ausubel (1976), quien destaca la importancia de los conocimientos previos como base para la construcción de aprendizajes significativos, y con Artigue (2009), quien sostiene que la tecnología potencia el razonamiento matemático cuando se integra de manera coherente a la planificación didáctica.

A su vez, el docente D2, expresa que *"al usar aparatos tecnológicos todos los*

*estudiantes, se deben instaurar reglas claras para el buen uso de las herramientas tecnológicas"*, resaltando la necesidad de *"mediar en la interacción de los estudiantes y la tecnología"*. Esta apreciación pone de manifiesto que el aporte de GeoGebra al razonamiento matemático también depende de la mediación pedagógica y del establecimiento de normas que orienten su uso académico. El profesor reconoce que la tecnología, sin una orientación clara, puede dispersar la atención y limitar el aprendizaje. Esta interpretación se articula con lo señalado por Cabero (2001), quien advierte que el uso educativo de la tecnología requiere de criterios pedagógicos explícitos, y con Jonassen (1999), quien concibe las herramientas tecnológicas como mediadores cognitivos que deben ser guiados por el docente para favorecer procesos de razonamiento.

En cuanto al docente D3, al considerar que *"se debe como docentes hacer una revisión teórica y epistemológica para lograr una asimilación del concepto de infinito antes de llegar a hacer explicaciones interactivas"*, evidencia una comprensión profunda del rol del docente en la enseñanza de conceptos complejos. El aporte de GeoGebra al razonamiento matemático se entiende aquí como complementario a una sólida base conceptual y epistemológica del profesorado. Esta apreciación refleja la conciencia de que la tecnología no reemplaza el conocimiento matemático, sino que lo potencia cuando existe claridad conceptual. Esta visión se articula con lo planteado por Sfard (1991), quien sostiene que la comprensión estructural de los conceptos matemáticos es condición para su enseñanza, y con Chevallard (1997), quien destaca la importancia de la transposición didáctica fundamentada en el saber disciplinar.

Posteriormente, el docente D4 señala que *"se deben crear videos tutoriales fáciles"* y que es necesario *"instaurar espacios en los planes de estudio"* para abordar estas temáticas con mayor profundidad. Esta apreciación pone de relieve que el aporte de GeoGebra al razonamiento matemático también se vincula con la diversificación de recursos didácticos y con la planificación curricular. El uso de videos tutoriales se interpreta como una estrategia para ampliar los tiempos y espacios de aprendizaje, favoreciendo la comprensión progresiva del infinito. Esta visión coincide con lo señalado por Brousseau (1986), quien resalta la importancia de diseñar situaciones didácticas que promuevan la construcción del conocimiento, y con Rico (2000), quien enfatiza la

necesidad de integrar recursos variados para fortalecer el razonamiento matemático.

Al revisar las afirmaciones de los docentes, se reconoce que el software GeoGebra aporta de manera significativa al fortalecimiento del razonamiento matemático en torno al infinito cuando se integra de forma planificada y mediada pedagógicamente. Los docentes destacan que su uso favorece la visualización, la exploración y la modelación de conceptos complejos, permitiendo a los estudiantes construir comprensiones más claras y progresivas sobre nociones que, desde enfoques tradicionales, resultan difíciles de abordar.

De esta manera, se interpreta que el aporte de GeoGebra no radica únicamente en la herramienta tecnológica en sí, sino en la manera como esta se articula con secuencias didácticas, normas de uso y una mediación docente consciente. La claridad conceptual del profesorado y la organización de espacios curriculares adecuados se configuran como condiciones esenciales para que el software potencie efectivamente el razonamiento matemático.

**En síntesis**

Las voces de los docentes permiten comprender que la enseñanza del infinito matemático se desarrolla en un escenario caracterizado por múltiples tensiones conceptuales, pedagógicas y contextuales. El infinito es percibido como un concepto altamente abstracto, cuya comprensión no resulta inmediata ni para los estudiantes ni para quienes lo enseñan, especialmente cuando se aborda desde enfoques tradicionales centrados en lo finito y en procedimientos algorítmicos.

Desde esta perspectiva, emerge la necesidad de reconocer que las dificultades asociadas al infinito matemático no se limitan a vacíos cognitivos del estudiantado, sino que también interpelan la práctica docente. Los profesores manifiestan la complejidad de mediar entre concepciones intuitivas, arraigadas en la experiencia cotidiana, y el lenguaje formal propio de las matemáticas, lo cual exige estrategias pedagógicas que favorezcan procesos de resignificación progresiva del concepto.

En relación con las mediaciones empleadas, se interpreta que los docentes recurren a la articulación de saberes previos, al uso de ejemplos contextualizados y a la planificación de tiempos pedagógicos más amplios, con el propósito de acompañar la

construcción de comprensiones más profundas. Estas estrategias reflejan una preocupación por transformar la forma de pensar de los estudiantes y por generar experiencias de aprendizaje que trasciendan la memorización o la aplicación mecánica de procedimientos.

Por otra parte, el software GeoGebra es reconocido por los docentes como una herramienta didáctica con alto potencial para apoyar la enseñanza del infinito matemático. Su capacidad para favorecer la visualización, la modelación y la exploración dinámica de objetos matemáticos complejos es valorada como un aporte significativo al razonamiento matemático. No obstante, su uso efectivo se encuentra condicionado por factores como la disponibilidad de recursos tecnológicos, la formación del profesorado y las exigencias curriculares propias del contexto escolar.

Las recomendaciones formuladas por los docentes ponen de manifiesto una intención clara de fortalecer las condiciones pedagógicas que permitan mejorar la enseñanza del infinito matemático. La capacitación docente, la adecuación de la infraestructura tecnológica y la integración planificada de recursos digitales, se configuran como aspectos centrales para armonizar las diversas concepciones estudiantiles y favorecer aprendizajes más significativos y compartidos.

En conjunto, este apartado permite interpretar la enseñanza del infinito matemático como un proceso situado, atravesado por desafíos conceptuales y didácticos, pero también por oportunidades de transformación pedagógica. La perspectiva docente aquí recogida ofrece una comprensión profunda de las prácticas reales de aula y constituye un soporte interpretativo fundamental para la reflexión teórica y metodológica que se desarrolla en el capítulo siguiente.

**Análisis de las apreciaciones de los estudiantes**

El presente apartado corresponde al análisis de las apreciaciones de los estudiantes de grado undécimo en relación con el concepto de infinito matemático y su aprendizaje en el contexto escolar. Este se desarrolla con el propósito de comprender los significados que los estudiantes construyen a partir de su experiencia académica, así como las dificultades, percepciones y valoraciones manifestadas frente a un concepto caracterizado por su alto nivel de abstracción.

El análisis se aborda desde un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, atendiendo a las respuestas escritas de los estudiantes a un conjunto de preguntas abiertas. En coherencia con los objetivos del estudio, se privilegia la comprensión de las concepciones estudiantiles, articulando sus voces con la interpretación del investigador y el diálogo con los referentes teóricos desarrollados en el marco conceptual.

Con el fin de favorecer un análisis en profundidad, se seleccionaron cinco respuestas estudiantiles representativas, atendiendo a su riqueza conceptual, claridad argumentativa y pertinencia con los objetivos de la investigación. Esta selección permitió profundizar en los sentidos construidos por los estudiantes, sin perder la coherencia metodológica del estudio, evitando una descripción excesivamente extensa de la información recolectada.

En el análisis, los estudiantes son identificados mediante códigos (E1, E2, E3, E4 y E5), garantizando el anonimato y facilitando la interpretación de los datos.

**Cuadro 9.**
Concepción del infinito matemático desde la perspectiva de los estudiantes

| Estudiante | Respuesta |
|---|---|
| E1 | El infinito es algo que no tiene fin y que nunca se termina. |
| E2 | Para mí el infinito es un número muy grande, que no se puede contar. |
| E3 | El infinito es algo que sigue y sigue, como cuando los números no paran. |
| E4 | Pienso que el infinito es un concepto difícil de imaginar, porque no se puede ver. |
| E5 | El infinito es algo que no tiene límite, pero que en matemáticas se usa para explicar muchas cosas. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las respuestas de los estudiantes.

Las respuestas de los estudiantes permiten reconocer una comprensión inicial del infinito matemático asociada principalmente a la idea de *"no tener fin"*, *"no terminarse"* y *"no tener límite"*, expresiones que evidencian una aproximación eminentemente intuitiva al concepto. Estas concepciones, aunque resultan coherentes desde el sentido común y comprensibles en etapas iniciales del aprendizaje, revelan también ciertas simplificaciones que limitan una comprensión más profunda y formal del infinito matemático. En general, los estudiantes recurren a definiciones descriptivas que enfatizan la prolongación indefinida, sin hacer distinciones conceptuales más precisas sobre el carácter del infinito en distintos contextos matemáticos.

En la respuesta del estudiante E1, al definir el infinito como algo que *"no tiene fin"*

y que *“nunca se termina”*, se observa una concepción básica del infinito vinculada a la idea de continuidad indefinida. Esta apreciación refleja una comprensión intuitiva que, si bien resulta válida como punto de partida para el aprendizaje, requiere ser problematizada y profundizada para evitar interpretaciones reduccionistas. Desde el marco teórico, Vergnaud (1990) señala que los conceptos matemáticos complejos suelen construirse inicialmente a partir de nociones intuitivas que, con el acompañamiento pedagógico adecuado, deben ser progresivamente reorganizadas mediante procesos de formalización y conceptualización más rigurosos.

Por su parte, el estudiante E2 asocia el infinito *“con un número muy grande que no se puede contar”*, lo cual evidencia una confusión frecuente entre el infinito y la magnitud numérica. Esta concepción pone de manifiesto la tendencia a interpretar el infinito como una cantidad extrema, lo que dificulta reconocer su naturaleza no cuantificable. Dicha interpretación coincide con una de las dificultades descritas por Navarro (2010), quien advierte que los estudiantes suelen concebir el infinito como una cantidad extremadamente grande, obstaculizando su comprensión como una noción conceptual distinta de los números finitos. En este sentido, Arrigo y D’Amore (1999) señalan que esta forma de entender el infinito limita la posibilidad de acceder a comprensiones más formales y estructurales del concepto.

El estudiante E3 expresa que *“el infinito es algo que sigue y sigue, como cuando los números no paran”*. Esta respuesta permite interpretar el infinito desde una perspectiva procesual, en la cual el énfasis se sitúa en la continuidad del proceso, más que en la idea de un objeto matemático terminado. Desde este enfoque, se concibe como una acción que se prolonga indefinidamente, sin alcanzar un estado final. En este sentido, Dubinsky, Weller y McDonald (2005) explican que esta concepción corresponde al infinito potencial, entendido como un proceso extendido de manera indefinida, el cual constituye una de las formas iniciales de aproximación al concepto.

Por otro lado, el estudiante E4 señala que *“el infinito es un concepto difícil de imaginar, porque no se puede ver”*, lo cual pone de manifiesto la dificultad asociada a la visualización del concepto. Esta apreciación refleja la tensión existente entre la abstracción matemática y la necesidad de apoyos perceptivos para la comprensión. Al respecto, Arrigo y D’Amore (1999) destacan que la imposibilidad de representar el infinito

de manera concreta constituye un obstáculo epistemológico relevante en su aprendizaje. En esta misma línea, Tall (2001) afirma que la ausencia de apoyos visuales adecuados, incrementa las dificultades en la comprensión de conceptos matemáticos abstractos, especialmente en estudiantes que aún dependen de representaciones intuitivas.

Finalmente, el estudiante E5 define *"el infinito como algo que no tiene límite, pero que en matemáticas se usa para explicar muchas cosas"*, reconociendo explícitamente su función explicativa dentro de la disciplina. Esta respuesta evidencia una comprensión más cercana a la noción formal del infinito, aunque todavía expresada en términos generales y no especializados. Al respecto, Domínguez (2010) señala que la multiplicidad de sus interpretaciones, refleja distintos niveles de comprensión, las cuales pueden coexistir en el pensamiento del estudiante, y que dichas interpretaciones evolucionan en la medida del fortalecimiento de los procesos de enseñanza y mediación pedagógica.

De manera general, las concepciones estudiantiles evidencian una comprensión predominantemente intuitiva del infinito matemático, caracterizada por la continuidad indefinida y la ausencia de límites, pero también por confusiones conceptuales y dificultades relacionadas con la visualización y la abstracción. Estos hallazgos dialogan de manera directa con las percepciones docentes analizadas en el apartado anterior, y permiten profundizar en el entendimiento del fenómeno desde la voz de los estudiantes, aportando elementos relevantes para la reflexión sobre las prácticas de enseñanza del infinito matemático.

**Cuadro 10.**
Dificultades en la comprensión del infinito matemático desde la perspectiva de los estudiantes

| Estudiante | Respuesta |
|---|---|
| E1 | Me cuesta entender el infinito porque es muy abstracto y no se puede ver. |
| E2 | Tengo dificultad porque confundo el infinito con números muy grandes. |
| E3 | No entiendo bien el infinito cuando lo vemos en límites y funciones. |
| E4 | El infinito es difícil porque no sé cuándo termina y eso me confunde. |
| E5 | Me cuesta comprenderlo porque no lo relaciono con situaciones reales. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las respuestas de los estudiantes.

Las respuestas de los estudiantes ponen de manifiesto que las dificultades en la comprensión del infinito matemático se relacionan principalmente con su alto nivel de abstracción, la presencia de confusiones conceptuales persistentes, su aplicación en

contenidos matemáticos específicos y la ausencia de referentes concretos en permitir dotar de significado al concepto. Estas dificultades no se presentan de manera aislada, sino que se entrelazan y se refuerzan mutuamente, configurando un escenario complejo, condicionante de la manera en la cual los estudiantes se aproximan al infinito dentro del aula de matemáticas. En este sentido, el infinito emerge como un objeto matemático particularmente problemático, cuya comprensión exige procesos de abstracción, visualización y formalización que no siempre son acompañados de manera sistemática en la enseñanza.

El estudiante E1 señala que el infinito es difícil de comprender *"porque es muy abstracto y no se puede ver"*, evidenciando una limitación asociada a la imposibilidad de visualizar el concepto. Esta apreciación revela la dependencia que muchos estudiantes mantienen respecto a apoyos perceptivos y representaciones concretas para construir significados matemáticos. Cuando dichos apoyos no están disponibles, el aprendizaje se ve afectado, generando sensaciones de confusión o lejanía conceptual. Desde el marco teórico, Arrigo y D'Amore (1999) advierten que la abstracción del infinito constituye un obstáculo epistemológico relevante, en tanto el concepto desafía las formas habituales de representación y comprensión, desarrollado por los estudiantes en etapas previas de su formación matemática.

A su vez, el estudiante E2 manifiesta que su dificultad radica en *"confundir el infinito con números muy grandes"*, lo cual evidencia una interpretación reduccionista del concepto, en la cual el infinito es entendido como una magnitud cuantificable y no como una noción matemática con un estatus conceptual propio. Esta forma de comprensión pone de manifiesto una dificultad frecuente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, relacionada con la tendencia a extrapolar propiedades de los números finitos a conceptos que no responden a esa lógica. En este sentido, la confusión entre infinito y magnitudes numéricas extremas, revela la ausencia de una diferenciación conceptual clara en el discurso matemático escolar. Dicha concepción coincide con lo señalado por Navarro (2010), quien afirma que una de las dificultades más persistentes en su aprendizaje, es su asociación con cantidades muy grandes, lo cual impide comprender su naturaleza no cuantificable. De manera complementaria, Arrigo y D'Amore (1999) advierten que esta confusión constituye un obstáculo epistemológico, pues limita la posibilidad de concebir

el infinito como un objeto matemático y no simplemente como un número que crece sin límite.

El estudiante E3 expresa que el infinito resulta especialmente difícil *"cuando lo vemos en límites y funciones"*, lo cual permite interpretar la complejidad de su concepto, donde este se incrementa al integrarse en procesos matemáticos formales. Esta dificultad sugiere que el tránsito desde concepciones intuitivas hacia contextos formales, no se produce de manera automática, sino que requiere mediaciones didácticas específicas. En este sentido, Dubinsky, Weller y McDonald (2005) sostienen que la comprensión del infinito en estos contextos, exige reconocerlo como un proceso prolongado indefinidamente, aspecto que suele generar tensiones cognitivas en los estudiantes, quienes buscan resultados finitos o conclusiones definitivas.

Por otro lado, el estudiante E4 afirma que *"el infinito es difícil porque no sé cuándo termina y eso me confunde"*. Esta expresión pone en evidencia una necesidad de cierre o finitud que entra en conflicto con la naturaleza misma del concepto de infinito. La búsqueda de un punto final o de un límite claramente identificable, responde a esquemas de pensamiento construidos en torno a objetos matemáticos finitos, los cuales resultan insuficientes para abordar nociones infinitas. Al respecto, Vergnaud (1990) señala que los estudiantes tienden a operar con esquemas que privilegian la estabilidad y la delimitación, lo cual dificulta la comprensión de conceptos desafiantes respecto a estas estructuras cognitivas.

Por último, el estudiante E5 menciona que le resulta complejo comprender el infinito *"porque no lo relaciona con situaciones reales"*, lo cual pone de manifiesto la falta de contextualización del concepto en su experiencia de aprendizaje. Esta dificultad sugiere que este se presenta como un contenido desvinculado de prácticas significativas, lo cual limita su apropiación conceptual. En relación con ello, Godino (2003) sostiene que la construcción del significado matemático se ve favorecida, cuando los conceptos se articulan con prácticas, contextos y situaciones que resultan comprensibles para el estudiante, permitiendo establecer conexiones entre el conocimiento formal y la experiencia.

De manera general, las dificultades expresadas por los estudiantes evidencian una comprensión limitada del infinito matemático, marcada por la abstracción, la

confusión conceptual, la necesidad de finitud y la ausencia de referentes significativos. Estas apreciaciones dialogan estrechamente con las percepciones docentes analizadas en el apartado anterior, reforzando la necesidad de mediaciones pedagógicas intencionadas que favorezcan una comprensión progresiva, contextualizada y conceptualmente más sólida del infinito matemático.

**Cuadro 11.**
Estrategias y recursos para la comprensión del infinito matemático, desde la perspectiva de los estudiantes

| Estudiante | Respuesta |
|---|---|
| E1 | Me ayudaría ver gráficas y dibujos que expliquen mejor el infinito. |
| E2 | Creo que usar programas en el computador facilitaría entender cómo funciona el infinito. |
| E3 | Me serviría que el profesor explique el infinito paso a paso, con ejemplos claros. |
| E4 | Aprendería mejor si se usan ejemplos de la vida real relacionados con el infinito. |
| E5 | Considero útil trabajar con herramientas tecnológicas que permitan ver cómo cambian las funciones. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las respuestas de los estudiantes.

Las respuestas de los estudiantes permiten identificar una clara necesidad de mediaciones pedagógicas que faciliten la comprensión del infinito matemático, especialmente aquellas favorecedoras de la visualización, el uso de herramientas tecnológicas, la explicación progresiva de los contenidos y la contextualización del concepto. Estas demandas no se presentan como solicitudes aisladas, sino como expresiones que reflejan las dificultades previamente identificadas y, al mismo tiempo, revelan las formas en las cuales los estudiantes consideran posible superar los obstáculos asociados a la abstracción del mismo. En este sentido, las voces estudiantiles aportan elementos valiosos para comprender cómo esperan ser acompañados en el proceso de construcción conceptual.

El estudiante E1 señala que comprendería mejor el infinito mediante el uso de *“gráficas y dibujos que lo expliquen mejor”*, lo cual evidencia la importancia que atribuye a la visualización como apoyo cognitivo frente a conceptos altamente abstractos. Esta apreciación pone de manifiesto que el estudiante reconoce la necesidad de representaciones que permitan “ver” aquello que no es directamente observable, facilitando así la construcción de significados. La visualización aparece, entonces, no solo como un recurso didáctico, sino como una mediación fundamental para reducir la

distancia entre la intuición y la formalización matemática. Esta idea se relaciona con lo planteado por Arrigo y D'Amore (1999), quienes destacan en la ausencia de representaciones visuales, dificultades en su comprensión, al limitar las posibilidades de interpretación y exploración conceptual por parte del estudiante.

Por su parte, el estudiante E2 considera que el uso de *"programas en el computador facilitaría entender la comprensión del infinito"*. Esta afirmación permite interpretar que el estudiante reconoce el potencial de la tecnología como una herramienta que amplía las posibilidades de exploración y comprensión de procesos matemáticos complejos. La tecnología se concibe aquí como un medio que permite experimentar, observar cambios y establecer relaciones que difícilmente pueden apreciarse mediante métodos tradicionales. En este sentido, Hohenwarter (2003) señala que los entornos dinámicos favorecen la comprensión de conceptos matemáticos al permitir la interacción entre representaciones gráficas, algebraicas y simbólicas, lo que resulta especialmente relevante para el estudio del infinito.

El estudiante E3 manifiesta la necesidad de *"que el profesor explique el infinito paso a paso, con ejemplos claros"*, lo cual pone de relieve la importancia de una enseñanza progresiva y cuidadosamente secuenciada. Esta apreciación evidencia que los estudiantes no solo demandan recursos tecnológicos o visuales, sino también una mediación docente que organice el conocimiento de manera gradual, respetando los ritmos de aprendizaje y las dificultades conceptuales surgidas en el proceso. Desde esta perspectiva, la explicación paso a paso se interpreta como una estrategia que permite al estudiante reorganizar sus esquemas de pensamiento y avanzar hacia comprensiones más elaboradas. Al respecto, Vergnaud (1990) sostiene que la construcción de conceptos matemáticos complejos requiere una secuenciación adecuada, posibilitadora de la reestructuración progresiva de los esquemas conceptuales.

El estudiante E4 expresa que *"aprendería mejor si se emplean ejemplos de la vida real relacionados con el infinito"*, lo cual evidencia la necesidad de contextualizar el concepto para hacerlo más cercano y significativo. Esta apreciación sugiere que el infinito suele percibirse como un contenido distante de la experiencia cotidiana, lo cual dificulta su comprensión. La contextualización aparece, entonces, como una mediación que permite establecer puentes entre el conocimiento matemático formal y las experiencias

del estudiante. Esta idea se relaciona con lo planteado por Godino (2003), quien afirma que el significado matemático se construye a partir de prácticas y contextos relevantes y comprensibles para el aprendiz.

Al cabo, el estudiante E5 destaca la utilidad de *"trabajar con herramientas tecnológicas que permitan ver cómo cambian las funciones"*, lo cual refuerza la importancia de la exploración dinámica en la comprensión del infinito. Esta apreciación pone de manifiesto que la posibilidad de observar transformaciones y variaciones en tiempo real, favorece la comprensión de procesos infinitos, al permitir al estudiante interactuar activamente con los objetos matemáticos. En este sentido, Tall (2001) plantea que la visualización dinámica facilita el tránsito hacia formas más avanzadas de pensamiento matemático, al apoyar la construcción de imágenes conceptuales más estables y coherentes.

En general, las estrategias y recursos sugeridos por los estudiantes ponen de manifiesto la necesidad de una enseñanza del infinito matemático que integre la visualización, la tecnología, la progresión conceptual y la contextualización, aspectos coincidentes con las recomendaciones docentes y con los referentes teóricos del estudio, fortaleciendo la coherencia interna del análisis.

**Cuadro 12.**
Percepción de los estudiantes sobre el uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje del infinito matemático

| Estudiante | Respuesta |
|---|---|
| E1 | Creo que usar tecnología ayuda porque se pueden ver las gráficas y entender mejor el infinito. |
| E2 | Me parece útil porque con GeoGebra se pueden probar cosas y ver qué pasa con las funciones. |
| E3 | Pienso que la tecnología facilita aprender porque muestra los procesos, no solo el resultado. |
| E4 | A veces es difícil usar programas, pero ayudan cuando el profesor explica cómo usarlos. |
| E5 | Considero que GeoGebra ayuda a entender el infinito porque se ve el cambio continuo en las gráficas. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las respuestas de los estudiantes.

Las apreciaciones de los estudiantes evidencian una valoración predominantemente positiva del uso de herramientas tecnológicas, en particular de GeoGebra, como apoyo para la comprensión del infinito matemático. En sus respuestas

se destacan de manera reiterada, aspectos como la visualización de representaciones gráficas; la posibilidad de exploración activa; la comprensión de procesos matemáticos y el papel mediador del docente, elementos que adquieren especial relevancia cuando se trata del aprendizaje de conceptos abstractos y de alta complejidad. Estas valoraciones permiten interpretar que los estudiantes no conciben la tecnología como un recurso accesorio, sino como una mediación transformadora en su forma de aproximarse al conocimiento matemático.

El estudiante E1 señala que *"usar la tecnología ayuda porque se pueden ver las gráficas y entender mejor el infinito"*, lo cual permite interpretar que la visualización constituye un apoyo cognitivo fundamental para la comprensión del concepto. La posibilidad de observar representaciones gráficas dinámicas, facilita la construcción de imágenes conceptuales más estables, reduciendo la distancia entre la abstracción del infinito y la intuición del estudiante. En este sentido, la tecnología se configura como un puente entre el lenguaje simbólico y la comprensión conceptual. Esta apreciación se relaciona con lo planteado por Arrigo y D'Amore (1999), quienes señalan que la representación gráfica favorece la construcción de significados en conceptos matemáticos de alta abstracción, al ofrecer referentes visuales complementarios y enriquecedores del razonamiento matemático.

Por su parte, el estudiante E2 destaca que el uso de GeoGebra resulta *"útil porque se pueden probar cosas y ver qué pasa con las funciones"*, lo cual evidencia una aproximación exploratoria al aprendizaje. Esta forma de interacción pone de manifiesto un cambio en el rol del estudiante, quien deja de ser un receptor pasivo de información para convertirse en un sujeto activo que experimenta, formula conjeturas y observa regularidades. La exploración dinámica permite comprender el comportamiento de las funciones en contextos infinitos, favoreciendo procesos de indagación y reflexión. En este sentido, Hohenwarter (2003) plantea que los entornos dinámicos como GeoGebra promueven la exploración activa y el aprendizaje significativo de conceptos matemáticos complejos, al permitir la manipulación directa de los objetos matemáticos.

El estudiante E3 manifiesta que *"la tecnología facilita el aprendizaje porque muestra los procesos y no solo los resultados finales"*, apreciación que resulta particularmente significativa en el contexto del estudio del infinito. Esta respuesta permite

interpretar en el estudiante su reconocimiento a la importancia de comprender el infinito desde una perspectiva procesual, en la que el énfasis no se sitúa únicamente en el resultado, sino en la evolución y el comportamiento de los procesos matemáticos. Desde el marco teórico, Sfard (1991) sostiene que la comprensión profunda de los conceptos matemáticos implica reconocerlos tanto como procesos como objetos, distinción que puede verse favorecida mediante el uso de herramientas tecnológicas, las cuales hacen visibles dichas transformaciones.

El estudiante E4 señala que, aunque en ocasiones el uso de programas puede resultar difícil, estos recursos son útiles *"cuando el profesor explica cómo usarlos"*. Esta afirmación pone de manifiesto la importancia de la mediación docente en el uso pedagógico de la tecnología, destacando que la herramienta por sí sola no garantiza el aprendizaje. La orientación del docente se presenta como un elemento clave para guiar la exploración, evitar confusiones conceptuales y favorecer una comprensión más profunda. Al respecto, Vygotsky (1978) enfatiza que la mediación pedagógica es fundamental para orientar los procesos cognitivos del estudiante, especialmente en contextos de aprendizaje mediados por herramientas culturales y tecnológicas.

Por último, el estudiante E5 considera que *"GeoGebra contribuye a comprender el infinito porque permite observar el cambio continuo en las gráficas".* Esta expresión evidencia una comprensión dinámica del concepto, en la cual el infinito se asocia al comportamiento progresivo de las funciones. En este sentido, Tall (2001) señala que la visualización dinámica facilita el tránsito hacia formas más avanzadas de pensamiento matemático, al permitir que los estudiantes articulen representaciones visuales y conceptuales.

De manera general, las opiniones de los estudiantes ponen de relieve que el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra, favorece la comprensión del infinito matemático, siempre que su integración esté acompañada de una mediación docente adecuada y orientada a la exploración de procesos. Estas apreciaciones dialogan directamente con las percepciones docentes analizadas previamente, reforzando la coherencia del análisis y la pertinencia de las mediaciones tecnológicas en la enseñanza de este concepto.

**Cuadro 13.**
Percepciones de los estudiantes respecto a las dificultades en el uso de herramientas tecnológicas para el aprendizaje del infinito matemático

| Estudiante | Respuesta |
|---|---|
| E1 | A veces es difícil usar los programas porque no sé manejar bien las herramientas. |
| E2 | Me cuesta cuando la tecnología se vuelve más importante que el tema de matemáticas. |
| E3 | Algunas veces el programa confunde más, si no entiendo lo que estoy viendo. |
| E4 | Tengo dificultades cuando no hay suficiente explicación del profesor. |
| E5 | El uso de GeoGebra es complicado cuando no hay tiempo para practicar. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las respuestas de los estudiantes.

Las respuestas de los estudiantes ponen de manifiesto que el uso de herramientas tecnológicas, en el aprendizaje del infinito matemático, aunque es valorado de manera positiva, también presenta dificultades, relacionadas estas con el manejo instrumental del recurso, la calidad de la mediación pedagógica y el tiempo disponible para la práctica y la exploración. Estas dificultades no se asocian únicamente a la tecnología en sí mismas, sino a las condiciones pedagógicas bajo las cuales esta se integra en el aula, lo cual permite interpretar que el uso de herramientas digitales requiere una planificación cuidadosa para evitar se conviertan en un obstáculo para el aprendizaje conceptual.

En este sentido, el estudiante E1 señala que una de las principales dificultades radica en *“no saber manejar bien las herramientas”*, lo cual evidencia una limitación de tipo instrumental, pues puede interferir directamente con la comprensión del concepto matemático a ser abordado. Esta apreciación permite interpretar que, cuando el estudiante debe concentrar gran parte de su atención en aprender a usar el recurso tecnológico, se genera una sobrecarga cognitiva, fragmentándose el proceso de aprendizaje. En este escenario, la tecnología deja de cumplir su función mediadora y se transforma en una fuente adicional de dificultad. En este sentido, Jonassen (1999) advierte que las tecnologías solo favorecen el aprendizaje cuando su uso resulta funcional y no demanda un esfuerzo cognitivo excesivo que desplace el foco conceptual.

A su vez, el estudiante E2 expresa que la tecnología se vuelve problemática cuando *“se vuelve más importante que el tema de matemáticas”*. Esta afirmación pone de relieve el riesgo de que el recurso tecnológico desplace el objetivo conceptual del aprendizaje, convirtiéndose en un fin en sí mismo y no en un medio para la construcción del conocimiento matemático. Desde una lectura interpretativa, esta dificultad revela una

tensión entre el uso del recurso y el sentido pedagógico de la actividad, donde el énfasis puede desplazarse hacia el manejo de la herramienta en detrimento de la comprensión del infinito. Al respecto, Godino (2003) señala que los recursos didácticos deben subordinarse a los objetivos de aprendizaje y a los significados matemáticos a ser construidos, evitando un uso meramente instrumental o descontextualizado.

El estudiante E3 manifiesta que, en algunos casos, *"el programa confunde más, si no entiendo lo que estoy viendo"*, lo cual evidencia que la visualización, lejos de ser siempre un apoyo, puede generar interpretaciones erróneas cuando no está acompañada de una orientación conceptual adecuada. Esta apreciación permite interpretar, en las representaciones gráficas del infinito, resultados ambiguos o difíciles de interpretar para los estudiantes si no se articulan con explicaciones claras y procesos de reflexión guiadas. Desde esta perspectiva, Arrigo y D'Amore (1999) sostienen que las representaciones gráficas del infinito pueden convertirse en obstáculos didácticos cuando se presentan de manera aislada, sin un trabajo conceptual que permita comprender su significado matemático.

El estudiante E4 señala como dificultad *"no hay suficiente explicación del profesor"*, lo cual refuerza la importancia de la mediación docente en el uso pedagógico de herramientas tecnológicas. Esta expresión pone en evidencia que la tecnología, por sí sola, no garantiza la comprensión del concepto, siendo la intervención del docente fundamental para orientar la interpretación de lo que se observa en pantalla. En este sentido, la mediación docente se configura como un elemento clave para traducir las representaciones tecnológicas en significados matemáticos comprensibles. Esta apreciación coincide con lo planteado por Vygotsky (1978), quien enfatiza que la mediación pedagógica es esencial para guiar los procesos cognitivos del estudiante, especialmente en contextos de aprendizaje mediados por herramientas culturales y tecnológicas.

Por último, el estudiante E5 menciona que "*resulta complicado cuando no hay tiempo para practicar",* lo que pone de manifiesto la necesidad de disponer de espacios suficientes para la familiarización progresiva con el recurso. Esta dificultad permite interpretar que la integración efectiva de herramientas tecnológicas, exige no solo su disponibilidad, sino también una reorganización del tiempo pedagógico, lo cual permita

la exploración, el ensayo y el error. En relación con ello, Chevallard (1997) plantea que la incorporación de nuevas mediaciones didácticas implica ajustes en la organización del tiempo escolar y en la planificación del saber, de modo que los estudiantes puedan apropiarse gradualmente de los recursos y de los conceptos que estos median.

En términos generales, las dificultades expresadas por los estudiantes evidencian que el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra, requiere mucho más que la presencia del recurso en el aula. Se hace necesaria una articulación entre tiempo pedagógico suficiente; mediación docente intencionada; orientación conceptual clara y procesos de familiarización progresiva. Estos elementos resultan fundamentales para que la tecnología contribuya efectivamente a la comprensión del infinito matemático y no se convierta en un factor profundizador de las dificultades ya existentes.

**Cuadro 14.**
Aportes de las herramientas tecnológicas al desarrollo del razonamiento matemático desde la perspectiva de los estudiantes

| Estudiante | Respuesta |
|---|---|
| E1 | Sí, porque con GeoGebra puedo ver cómo cambian las gráficas y eso me ayuda a razonar mejor. |
| E2 | Creo que ayuda porque permite entender el proceso, no solo memorizar fórmulas. |
| E3 | Me ayuda a razonar cuando puedo explorar y probar diferentes casos. |
| E4 | Considero que ayuda al razonamiento si el profesor guía lo que debemos observar. |
| E5 | Sí, porque con la tecnología puedo comprender mejor los comportamientos infinitos de las funciones. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las respuestas de los estudiantes.

Las apreciaciones de los estudiantes permiten reconocer que el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra, es percibido a manera de un apoyo significativo para el desarrollo del razonamiento matemático, particularmente cuando posibilita la visualización dinámica, la exploración de procesos y la comprensión de comportamientos asociados al infinito. Más allá de la valoración instrumental del recurso, las respuestas evidencian que la tecnología incide en la manera en la cual los estudiantes piensan, argumentan y establecen relaciones matemáticas, favoreciendo formas de razonamiento más reflexivas y menos centradas en la memorización de procedimientos.

El estudiante E1 afirma que GeoGebra le ayuda a razonar mejor al *"ver cómo cambian las gráficas"*, lo cual evidencia la relevancia de la visualización dinámica en la

construcción del pensamiento matemático. Esta apreciación permite interpretar que la interacción con representaciones dinámicas, facilita la comprensión de relaciones funcionales y de variaciones continuas, las cuales resultan difíciles de percibir mediante representaciones estáticas. Al observar el cambio progresivo en las gráficas, el estudiante puede identificar regularidades, anticipar comportamientos y establecer conexiones entre distintos elementos matemáticos, fortaleciendo así procesos de razonamiento de mayor complejidad. Desde el marco teórico, Tall (2001) señala que la interacción con representaciones dinámicas, favorece la articulación entre lo visual y lo conceptual, aspecto clave para el desarrollo del razonamiento matemático avanzado. De manera complementaria, Hohenwarter (2003) sostiene que los entornos de geometría dinámica, como GeoGebra, facilitan la exploración de comportamientos matemáticos complejos y promueven la formulación de conjeturas, siempre que su uso esté orientado pedagógicamente.

En cambio, el estudiante E2 destaca que la tecnología *"permite entender el proceso y no solo memorizar fórmulas"*, lo cual pone de manifiesto una concepción del aprendizaje matemático centrada en la comprensión conceptual. Esta afirmación sugiere que el uso de herramientas tecnológicas, favorece un desplazamiento desde prácticas reproductivas hacia formas de razonamiento más comprensivas y analíticas. En este sentido, Sfard (1991) sostiene que el razonamiento matemático se fortalece cuando los estudiantes comprenden los conceptos, bien como procesos en desarrollo u objetos matemáticos, distinción que resulta especialmente relevante en el estudio del infinito.

El estudiante E3 señala que el razonamiento se ve favorecido cuando puede *"explorar y probar diferentes casos"*, lo cual evidencia una aproximación investigativa al aprendizaje de las matemáticas. Esta forma de interacción promueve la formulación de conjeturas, la contrastación de ideas y la validación de hipótesis, elementos fundamentales en el desarrollo del razonamiento matemático. Desde esta perspectiva, la tecnología actúa como un entorno que facilita la experimentación controlada y el análisis de múltiples escenarios. En este sentido, Rico (2000) afirma que el razonamiento matemático se desarrolla a partir de procesos de exploración, argumentación y contrastación, los cuales pueden verse potenciados mediante el uso de herramientas dinámicas.

El estudiante E4 indica que la tecnología contribuye al razonamiento *"siempre que el profesor guíe lo que debemos observar"*, resaltando nuevamente la importancia de la mediación docente en el uso pedagógico del recurso. Esta apreciación permite interpretar que la tecnología no actúa de manera autónoma, sino como una orientación intencionada orientada en darle ayuda al estudiante a focalizar su atención en aspectos matemáticamente relevantes. La mediación docente se configura, así, como un elemento clave para transformar la exploración tecnológica en un proceso de razonamiento estructurado. Esta idea se articula con lo planteado por Vygotsky (1978), quien enfatiza que los procesos cognitivos superiores se potencian mediante la mediación social y pedagógica.

A su vez, el estudiante E5 considera que la tecnología *"le permite comprender mejor los comportamientos infinitos de las funciones"*, lo cual evidencia una comprensión dinámica del concepto de infinito. Esta apreciación sugiere que el estudiante logra interpretar el infinito como un proceso continuo y no como una entidad estática, aspecto central para el desarrollo del razonamiento matemático en contextos de análisis. Al respecto, Dubinsky, Weller y McDonald (2005) señalan que la comprensión del infinito como proceso, se ve favorecida cuando los estudiantes interactúan con representaciones que permiten observar su comportamiento progresivo y su evolución en el tiempo.

Conjuntamente las respuestas de los estudiantes evidencian que el uso de herramientas tecnológicas puede contribuir de forma significativa al desarrollo del razonamiento matemático en torno al infinito, siempre que su integración esté orientada a la exploración de procesos, la visualización dinámica y la mediación docente, aspectos fortalecedores de una comprensión más profunda y reflexiva del concepto.

**Cuadro 15.**
Recomendaciones para mejorar la enseñanza del infinito matemático desde la perspectiva de los estudiantes

| Estudiante | Respuesta |
|---|---|
| E1 | Sería mejor que el profesor explique el infinito paso a paso y con más calma. |
| E2 | Recomendaría usar más ejemplos y gráficas para entender mejor el concepto. |
| E3 | Me gustaría que se utilicen programas como GeoGebra para ver cómo funcionan las funciones infinitas. |
| E4 | Creo que ayudaría relacionar el infinito con situaciones de la vida diaria. |
| E5 | Considero importante que el profesor acompañe más el proceso y resuelva dudas durante la clase. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las respuestas de los estudiantes.

Las recomendaciones formuladas por los estudiantes reflejan una necesidad compartida de ajustes pedagógicos, favorecedores de una comprensión más clara, progresiva y significativa del infinito matemático. Más que solicitudes puntuales, estas sugerencias evidencian las dificultades experimentadas durante el proceso de aprendizaje y permiten identificar aspectos claves de la mediación docente, los cuales requieren ser fortalecidos. En este sentido, las voces estudiantiles ponen de relieve que la manera en la cual el infinito es presentado, explicado y contextualizado en el aula, resulta determinante para su comprensión, especialmente al tratarse de un concepto altamente abstracto.

El estudiante E1 sugiere que la explicación del infinito se realice *"paso a paso y con mayor calma"*, lo cual evidencia la importancia de una enseñanza progresiva, respetuosa de los ritmos de aprendizaje, permitiendo la asimilación gradual de los contenidos. Esta apreciación permite interpretar que los estudiantes perciben el abordaje del infinito como apresurado o poco secuenciado, lo cual dificulta la reorganización de sus esquemas conceptuales. Desde esta perspectiva, la necesidad de una explicación pausada no solo responde a un estilo de enseñanza, sino a la complejidad inherente del concepto. Esta idea se relaciona con lo planteado por Vergnaud (1990), quien señala que los conceptos matemáticos complejos requieren procesos graduales de construcción y reconstrucción conceptual. De igual manera, Tall (2001) sostiene que la comprensión de nociones abstractas, como el infinito, implica un tránsito progresivo entre formas intuitivas y formales del pensamiento matemático, tránsito que debe ser cuidadosamente mediado por el docente.

El estudiante E2 recomienda utilizar *"más ejemplos y gráficas para entender mejor el concepto"*, destacando la visualización como una estrategia clave para abordar la abstracción del infinito. Esta recomendación permite interpretar que los estudiantes encuentran dificultades para construir significado, cuando el concepto se presenta únicamente a través del lenguaje simbólico. La visualización aparece, entonces, como una mediación facilitadora de la conexión entre la intuición y la formalización matemática. Esta apreciación coincide con lo señalado por Arrigo y D'Amore (1999), quienes enfatizan que las representaciones gráficas favorecen la construcción del significado del infinito, siempre y cuando, estén acompañadas de una mediación conceptual como ayuda a

interpretar adecuadamente lo que se observa.

Por su lado, el estudiante E3 expresa interés en el uso de *"programas como GeoGebra para observar el funcionamiento de las funciones infinitas"*, lo cual evidencia una valoración positiva de la tecnología como mediación para explorar procesos matemáticos complejos. Esta recomendación permite interpretar que los estudiantes reconocen el potencial de los entornos dinámicos para comprender comportamientos difíciles de captar mediante recursos tradicionales. La tecnología se concibe aquí como una herramienta posibilitadora de la exploración, la experimentación y la observación de regularidades, favoreciendo una comprensión más profunda del infinito. En este sentido, Hohenwarter (2003) plantea que los entornos dinámicos permiten representar comportamientos matemáticos complejos y facilitan la construcción de significados a partir de la interacción con múltiples representaciones.

El estudiante E4 considera que *"relacionar el infinito con situaciones de la vida diaria"* facilitaría su comprensión, lo cual pone de manifiesto la necesidad de contextualizar el concepto para hacerlo más cercano a la experiencia del estudiante. Esta apreciación sugiere que el infinito suele presentarse como un contenido distante de la realidad cotidiana, lo cual limita su apropiación conceptual. La contextualización aparece, entonces, como una estrategia orientada a establecer puentes entre el conocimiento matemático formal y las experiencias previas del estudiante. Al respecto, Godino (2003) sostiene que el significado matemático se construye a partir de prácticas y contextos, de resultados claros y relevantes para quien aprende, favoreciendo así una comprensión más situada del conocimiento.

Por último, el estudiante E5 destaca la importancia de que el docente *"acompañe más el proceso, resolviendo dudas durante la clase"*, lo cual subraya el papel central del docente como mediador del aprendizaje. Esta recomendación permite interpretar en los estudiantes, no solo la demanda de recursos o estrategias, sino una presencia pedagógica que oriente, explique y ayude a resignificar las dificultades emergidas durante el aprendizaje. Desde esta perspectiva, la mediación docente se configura como un elemento clave para transformar las experiencias de aula, en oportunidades de comprensión conceptual. En este sentido, Vygotsky (1978) enfatiza que la mediación pedagógica resulta fundamental para orientar los procesos cognitivos del estudiante y

favorecer la comprensión de conceptos complejos.

En su totalidad, las recomendaciones de los estudiantes convergen en la necesidad de una enseñanza del infinito matemático más progresiva, visual, contextualizada y mediada pedagógicamente. Estas apreciaciones dialogan de manera directa con las percepciones docentes y con los referentes teóricos del estudio, fortaleciendo la coherencia del análisis desarrollado y aportando elementos relevantes para la reflexión sobre las prácticas pedagógicas asociadas a la enseñanza del infinito matemático.

**Cuadro 16.**
Valoración del aprendizaje del infinito con apoyo tecnológico desde la perspectiva de los estudiantes

| Estudiante | Respuesta |
|---|---|
| E1 | Sí, porque con la tecnología entiendo mejor lo que pasa con las funciones infinitas. |
| E2 | Me parece más significativo porque puedo ver los cambios y no solo imaginarlo. |
| E3 | Aprendo mejor con tecnología porque puedo experimentar y comprobar lo que sucede. |
| E4 | Considero que es más significativo cuando el profesor explica y usa la tecnología al mismo tiempo. |
| E5 | Sí, porque con GeoGebra el infinito se entiende como un proceso, no solo como teoría. |

**Fuente:** Elaboración propia a partir de las respuestas de los estudiantes.

Las apreciaciones estudiantiles permiten reconocer que el aprendizaje del infinito matemático mediado por herramientas tecnológicas, es percibido como más significativo en comparación con los métodos tradicionales, especialmente por la posibilidad de comprender procesos, visualizar cambios y experimentar activamente con los conceptos matemáticos. Esta percepción sugiere que la tecnología no solo actúa como un recurso complementario, sino como una mediación transformadora de la manera en la cual los estudiantes se aproximan al conocimiento matemático, favoreciendo comprensiones más profundas y reflexivas.

El estudiante E1 señala que la tecnología le permite *"entender mejor lo que pasa con las funciones infinitas"*, lo cual evidencia una comprensión más profunda del comportamiento matemático asociado a estos procesos. Esta apreciación permite interpretar en la visualización dinámica, facilidades para el reconocimiento de regularidades, tendencias y comportamientos que no resultan evidentes desde una

perspectiva estática. En este sentido, Tall (2001) sostiene que esta favorece la comprensión conceptual al permitir en los estudiantes, observar la evolución progresiva de los procesos matemáticos, aspecto central en el estudio del infinito.

Por otro lado, el estudiante E2 destaca que el aprendizaje resulta *"más significativo porque puede ver los cambios y no solo imaginarlos"*. Esta afirmación pone de manifiesto el valor de las representaciones visuales para reducir la carga cognitiva asociada a conceptos abstractos, permitiendo que el estudiante construya significados a partir de la observación directa y la exploración. Desde esta perspectiva, la tecnología contribuye a disminuir la distancia entre la intuición y la formalización matemática. En concordancia con ello, Arrigo y D'Amore (1999) sostienen que la visualización favorece la superación de algunas dificultades epistemológicas relacionadas con el infinito, al ofrecer referentes que apoyan la interpretación conceptual.

El estudiante E3 resalta la posibilidad que ofrece la tecnología de *"experimentar y comprobar lo que sucede"*, lo cual evidencia una aproximación activa e investigativa al aprendizaje matemático. Esta forma de interacción favorece la formulación de conjeturas, la contrastación de ideas y la validación de resultados, elementos fundamentales en el desarrollo del razonamiento matemático. En este sentido, la tecnología se convierte en un entorno que promueve la indagación y el pensamiento crítico. Al respecto, Rico (2000) afirma que el aprendizaje significativo en matemáticas se fortalece cuando los estudiantes participan en procesos de exploración, argumentación y reflexión sobre sus propias acciones.

El estudiante E4 considera que el aprendizaje resulta *"más significativo cuando el profesor explica y usa la tecnología al mismo tiempo"*, lo cual pone de relieve la importancia de la mediación pedagógica en el uso de herramientas tecnológicas. Esta apreciación evidencia que la tecnología, por sí sola, no garantiza la comprensión del concepto, requiriendo de una orientación docente como ayuda a interpretar adecuadamente lo observado y explorado. Esta idea se articula con lo planteado por Vygotsky (1978), quien enfatiza que el aprendizaje se potencia a través de la interacción social y la mediación del docente, especialmente en contextos de aprendizaje mediados por herramientas culturales.

Para finalizar, el estudiante E5 expresa que con *"GeoGebra el infinito se entiende*

*como un proceso, no solo como teoría"*, lo cual evidencia una comprensión más cercana a la noción de infinito potencial. Esta apreciación sugiere que la interacción con representaciones dinámicas permite al estudiante resignificar el infinito como un proceso continuo, superando concepciones estáticas o meramente teóricas. Desde el marco teórico, Dubinsky, Weller y McDonald (2005) señalan que comprender el infinito como proceso constituye un avance significativo en el desarrollo del pensamiento matemático avanzado.

En términos generales, las respuestas de los estudiantes permiten afirmar que el apoyo de herramientas tecnológicas como GeoGebra, favorece un aprendizaje más significativo del infinito matemático, en la medida de posibilitar la visualización, la experimentación y la comprensión procesual del concepto, siempre y cuando, estas mediaciones estén acompañadas de una orientación docente intencionada. La experiencia estudiantil muestra que la tecnología adquiere sentido pedagógico cuando se integra de manera coherente al proceso de enseñanza y aprendizaje.

Desde una lectura interpretativa, las apreciaciones de los estudiantes permiten comprender cómo se construyen los significados en torno al infinito matemático a partir de su experiencia escolar, evidenciando tanto avances conceptuales como limitaciones persistentes. En general, los estudiantes conciben el infinito como una noción asociada a la continuidad, la ausencia de límites y los procesos que no concluyen, lo cual refleja una comprensión predominantemente intuitiva del concepto, aunque en evolución.

Las dificultades manifestadas se relacionan principalmente con el carácter abstracto del infinito, la confusión entre infinito y magnitudes numéricas extremadamente grandes, y la complejidad que adquiere el concepto cuando se aborda en contenidos formales como límites y funciones. Asimismo, se evidencia que la falta de referentes concretos y de conexiones con situaciones significativas dificulta la apropiación conceptual del infinito, generando inseguridad y confusión en el aprendizaje.

Desde la perspectiva estudiantil, se reconoce de manera reiterada la importancia de estrategias pedagógicas que integren la visualización, la explicación progresiva, el uso de ejemplos contextualizados y una mediación docente constante. En este marco, las herramientas tecnológicas, particularmente GeoGebra, son valoradas como recursos favorecedores de la comprensión del infinito, al permitir observar cambios, explorar

comportamientos dinámicos y experimentar con diferentes representaciones matemáticas. No obstante, los estudiantes también señalan que el uso de estas herramientas requiere orientación docente, tiempo suficiente para la práctica y una integración pedagógica clara, evitando que la tecnología se convierta en un elemento distractor.

Las recomendaciones formuladas por los estudiantes apuntan a una enseñanza del infinito matemático más cercana a sus necesidades cognitivas, caracterizada por una secuenciación gradual de los contenidos, una mayor presencia de representaciones gráficas y tecnológicas, y un acompañamiento docente que guíe la interpretación de los procesos matemáticos. Estas apreciaciones permiten reconocer que el aprendizaje del infinito no depende únicamente del contenido en sí mismo, sino de las mediaciones pedagógicas, implementadas para facilitar su comprensión y resignificación.

En conjunto, el apartado de estudiantes aporta una visión complementaria y necesaria para comprender el fenómeno estudiado, al evidenciar cómo las concepciones y dificultades identificadas desde la perspectiva docente, se reflejan y se resignifican en la experiencia de los estudiantes, fortaleciendo la comprensión integral del objeto de estudio.

**Síntesis de categorías y subcategorías emergentes del análisis**

A partir del análisis interpretativo de las entrevistas a docentes y de las apreciaciones de los estudiantes, fue posible identificar un conjunto de categorías y subcategorías que sintetizan los principales hallazgos del estudio. Estas categorías emergen del diálogo entre los datos empíricos y los referentes teóricos, y constituyen el soporte conceptual para la construcción de los lineamientos teóricos y metodológicos presentados en el Capítulo V.

**Categoría 1.** Concepción del infinito matemático

*Subcategorías:*

- Infinito como proceso
- Infinito como noción abstracta
- Confusión entre infinito y número

**Categoría 2.** Dificultades en la comprensión del infinito

*Subcategorías:*

- Abstracción y falta de visualización
- Dificultades en límites y funciones

**Categoría 3.** Mediaciones pedagógicas para el infinito

*Subcategorías:*

- Visualización
- Explicación progresiva
- Acompañamiento docente

**Categoría 4.** Tecnología como mediación didáctica (GeoGebra)

*Subcategorías:*

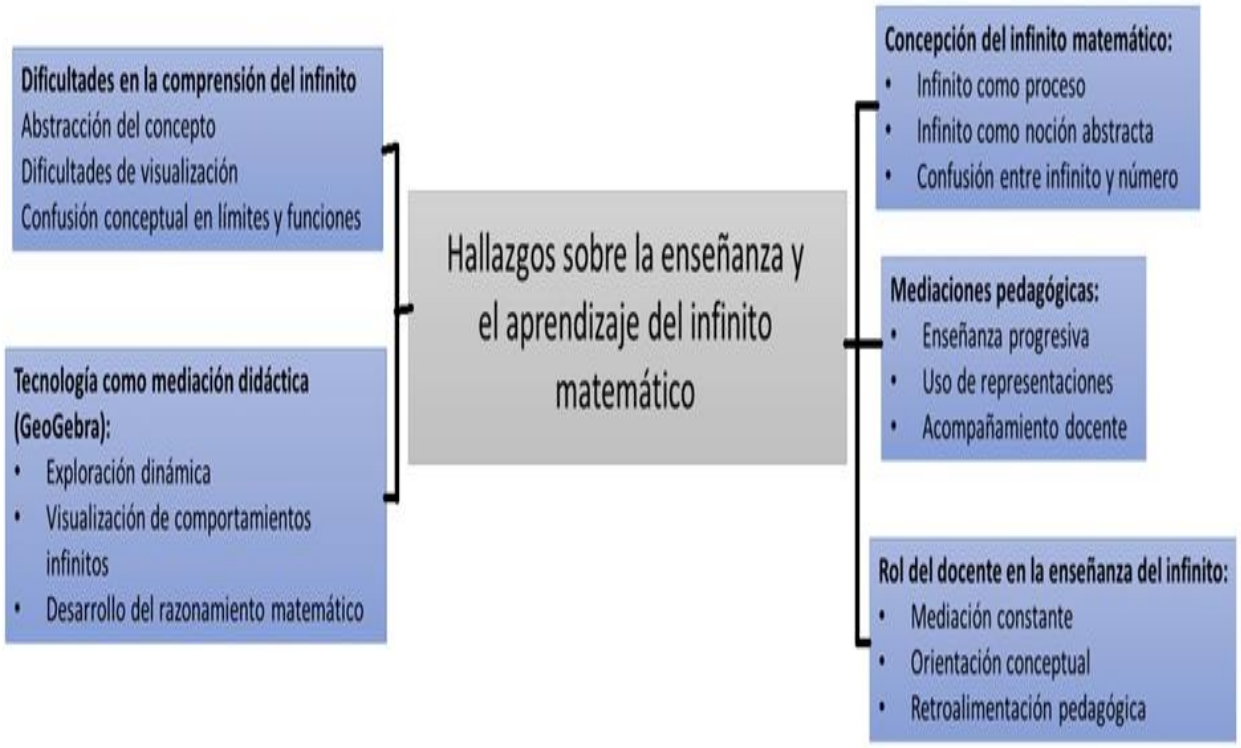
- Exploración dinámica
- Desarrollo del razonamiento matemático
- Necesidad de orientación docente

**En síntesis**

El presente capítulo permitió analizar e interpretar los hallazgos obtenidos a partir de la información recolectada mediante entrevistas a docentes y preguntas abiertas dirigidas a estudiantes, los cuales fueron posteriormente organizados en categorías y subcategorías interpretativas, las cuales ofrecen una comprensión amplia y articulada del fenómeno de estudio: la enseñanza y el aprendizaje del infinito matemático en el contexto escolar, así como el papel de las mediaciones pedagógicas y tecnológicas en dicho proceso.

Al respecto, la Figura 3 sintetiza de manera integrada los principales hallazgos emergentes del análisis, articulando las dificultades, concepciones, mediaciones pedagógicas, el rol docente y el uso de la tecnología como elementos que configuran la enseñanza y el aprendizaje del infinito matemático en el contexto estudiado.

**Figura 3.**
**Síntesis de categorías y subcategorías emergentes del análisis**




**Fuente:** elaboración propia.

Desde la perspectiva docente, el infinito matemático es concebido como un concepto abstracto y complejo, cuya enseñanza representa un desafío tanto conceptual como didáctico. Los docentes identifican dificultades recurrentes en los estudiantes, relacionadas con la abstracción del concepto, la confusión entre infinito y número, y la insuficiencia de bases conceptuales previas. Al mismo tiempo, reconocen la necesidad de mediaciones pedagógicas que favorezcan una comprensión progresiva del infinito, destacando el uso de estrategias visuales, el enfoque procesual del concepto y la mediación docente constante.

A su vez, las apreciaciones de los estudiantes confirman muchas de las percepciones docentes, al evidenciar una comprensión inicial del infinito basada en nociones intuitivas, acompañada de dificultades para representarlo, visualizarlo y relacionarlo con situaciones significativas. No obstante, los estudiantes valoran positivamente el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra, al considerarlas mediaciones que facilitan la exploración, la visualización y el desarrollo del razonamiento

matemático, siempre que estén acompañadas de una orientación pedagógica adecuada.

La interpretación en general de las voces docentes y estudiantiles, permite reconocer puntos de convergencia en torno a la necesidad de una enseñanza del infinito matemático más progresiva, contextualizada y mediada pedagógicamente. Asimismo, se evidencia que el uso de herramientas tecnológicas no constituye una solución en sí misma, sino que adquiere sentido cuando se integra de manera intencionada dentro de una planificación didáctica coherente, orientada a la comprensión conceptual y al desarrollo del razonamiento matemático.

De este modo, los hallazgos ponen de manifiesto la complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre el infinito matemático y ofrecen elementos sustantivos para la construcción de una propuesta de lineamientos teóricos y metodológicos que orienten su enseñanza. Estos hallazgos constituyen la base para el desarrollo del Capítulo V, en el cual se sistematizan y articulan los aportes teóricos y empíricos de la investigación, con el propósito de contribuir a la reflexión pedagógica y a la mejora de las prácticas educativas en educación matemática.

## MOMENTO V

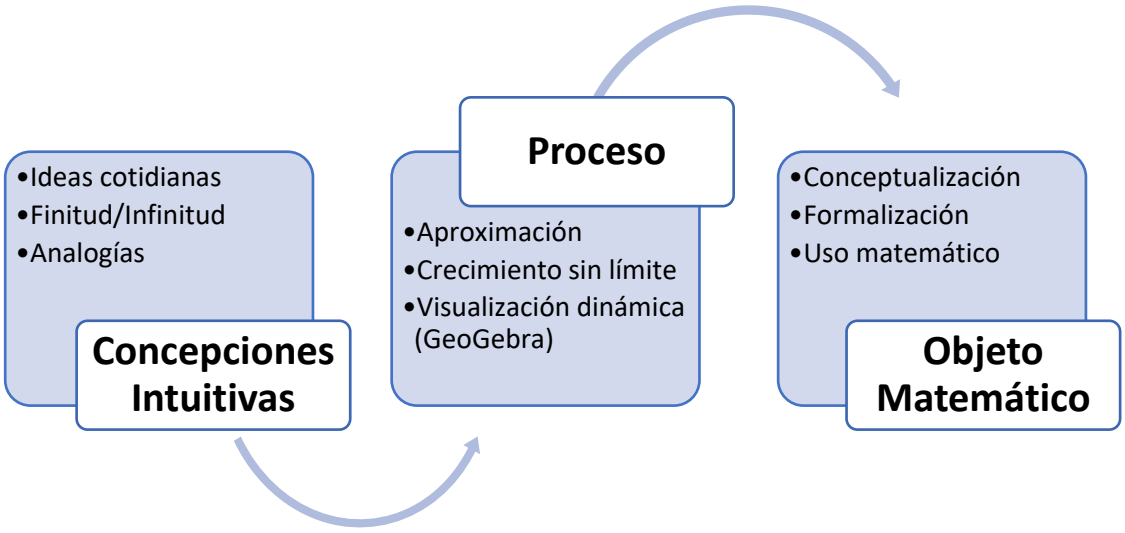
## LINEAMIENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS PARA LA ENSEÑANZA DEL INFINITO MATEMÁTICO, MEDIADA POR EL USO DE GEOGEBRA

El presente capítulo tiene como propósito formular una propuesta de lineamientos teóricos y metodológicos para la enseñanza del infinito matemático en educación media, a partir de los hallazgos obtenidos en el análisis e interpretación de la información recolectada a lo largo del estudio. Estos lineamientos emergen del diálogo sistemático entre los referentes teóricos que sustentan la investigación y las categorías interpretativas identificadas en el Capítulo IV, las cuales permitieron comprender, desde una mirada situada, las concepciones, dificultades y mediaciones que caracterizan el proceso de enseñanza y aprendizaje del mismo, en el contexto educativo analizado.

En este sentido, el capítulo se configura como un espacio de síntesis, integración y proyección pedagógica, en donde los aportes empíricos y teóricos del estudio, se articulan con una propuesta orientadora dirigida a la práctica docente. Esta no se concibe como un modelo prescriptivo, sino a manera de un conjunto de lineamientos flexibles que buscan orientar la toma de decisiones pedagógicas, reconociendo la complejidad conceptual del infinito matemático y la diversidad de contextos escolares en los cuales se enseña.

La propuesta presentada en este capítulo, concibe el infinito matemático como un objeto conceptual propio de la matemática, cuya comprensión no se produce de manera inmediata, sino a través de un proceso progresivo de reorganización cognitiva. Dicho proceso se ve favorecido por mediaciones pedagógicas y tecnológicas intencionadas, las cuales permiten al estudiante transitar desde concepciones intuitivas, ligadas a la cantidad y a la idea de continuidad indefinida, hacia una comprensión más global, estructurada y formal del concepto. Estas mediaciones resultan indispensables para el abordaje de contenidos matemáticos avanzados en la educación media y constituyen el eje articulador de los lineamientos propuestos (ver Figura 4).

**Figura 4.**
**Tránsito conceptual del infinito matemático**




**Fuente:** elaboración propia.

La formulación de estos lineamientos no tiene como finalidad constituirse en una guía didáctica cerrada ni en una secuencia rígida de actividades, sino en un marco orientador que aporte criterios pedagógicos y metodológicos para el abordaje del infinito matemático en el aula. Desde esta perspectiva, se busca respetar los contextos institucionales, las particularidades de los estudiantes y la autonomía profesional del docente en la toma de decisiones pedagógicas. En consecuencia, los lineamientos se conciben como una propuesta flexible, reflexiva y abierta, orientada a fortalecer la comprensión conceptual del infinito matemático y a favorecer el desarrollo del razonamiento matemático mediante mediaciones pedagógicas y tecnológicas que resulten pertinentes y significativas.

En coherencia con el enfoque cualitativo y el abordaje fenomenológico que orientan la investigación, cada uno de los lineamientos presentados a continuación, se deriva de manera directa de las categorías y subcategorías emergentes del análisis de las entrevistas realizadas a los docentes y de las apreciaciones expresadas por los estudiantes, desarrolladas en el Capítulo IV. En este sentido, los lineamientos no se plantean como prescripciones externas al contexto, sino como una síntesis interpretativa

construida a partir de las experiencias, concepciones y mediaciones identificadas en el discurso de los informantes, articuladas de manera sistemática con los referentes teóricos que sustentan el presente estudio.

### *Lineamiento 1. Comprensión del infinito matemático como noción conceptual y no cuantificable*

**Fundamentación**

El análisis interpretativo de las respuestas de los docentes y de las apreciaciones de los estudiantes, permitió identificar una concepción recurrente del infinito matemático asociada a la idea de un número extremadamente grande. Esta comprensión se hace evidente en las transcripciones, cuando los informantes describen el infinito como algo que “no se puede contar”, que “no tiene fin” o que “crece sin límite”, expresiones que reflejan una interpretación predominantemente cuantitativa del concepto.

Dicha concepción genera confusiones conceptuales, en tanto reduce el infinito a una magnitud numérica inalcanzable, dificultando su comprensión como un objeto matemático con entidad conceptual propia. Desde esta perspectiva, se asimila a una extensión indefinida de lo finito, lo cual impide reconocer su carácter abstracto y su función estructural dentro de diversos campos de la matemática. Estas comprensiones se articulan con la categoría *Concepción del infinito matemático* y, particularmente, con la subcategoría *Confusión entre infinito y número*, construidas a partir del análisis de las experiencias expresadas por docentes y estudiantes en el Capítulo IV.

**Orientación metodológica**

Se propone que la enseñanza del infinito matemático priorice su comprensión como una noción conceptual propia de la matemática, promoviendo en los estudiantes la diferenciación explícita entre infinito y número. Para ello, resulta fundamental que el docente genere espacios de reflexión en los cuales se analicen ejemplos, contraejemplos y situaciones matemáticas, permitiendo cuestionar las interpretaciones cuantitativas iniciales y favorecer una reorganización conceptual del mismo.

En este sentido, la enseñanza debe propiciar el tránsito desde concepciones intuitivas y procesuales, hacia la comprensión del infinito como un objeto matemático, concebido como una totalidad conceptual y no como una magnitud numérica finita. Este

tránsito no se produce de manera inmediata, sino a través de procesos progresivos de construcción y resignificación conceptual, los cuales respetan los tiempos de aprendizaje y las estructuras cognitivas del estudiante.

En consecuencia, este lineamiento enfatiza la necesidad de que la enseñanza del infinito matemático trascienda aproximaciones reduccionistas centradas exclusivamente en la cuantificación, y se oriente hacia una comprensión más abstracta, estructurada y formal del concepto. Reconocer esta naturaleza, permite al estudiante reorganizar sus concepciones iniciales y avanzar hacia formas de pensamiento matemático más complejas, indispensables para el abordaje de contenidos avanzados como límites, funciones e integrales. De este modo, la labor docente se configura como un acompañamiento reflexivo que posibilita la construcción progresiva del significado del infinito, en coherencia con los procesos cognitivos del estudiante y con las exigencias epistemológicas del objeto matemático.

***Lineamiento 2. Enseñanza progresiva del infinito matemático desde una perspectiva procesual***

**Fundamentación**

La interpretación de los hallazgos presentados en el Capítulo IV, evidencia que el infinito matemático suele abordarse de manera puntual y fragmentada dentro del currículo escolar, generalmente vinculado a contenidos específicos como límites, funciones o integrales. Tanto en las respuestas de los docentes como en las apreciaciones de los estudiantes, se observa que el concepto aparece asociado a procedimientos aislados, sin un proceso formativo continuo que permita su comprensión integral.

Esta forma de abordaje genera dificultades en la comprensión del infinito, al ser percibido como un contenido complejo, abstracto y distante, cuya aparición se limita a momentos específicos del curso. En este sentido, las experiencias expresadas por los informantes permiten identificar una ausencia de progresión conceptual que articule las nociones iniciales del infinito con su formalización matemática, lo cual se relaciona con la categoría *Dificultades en la comprensión del infinito matemático* y la subcategoría *Tratamiento fragmentado del concepto*, emergentes del análisis interpretativo.

**Orientación metodológica**

Se propone una enseñanza del infinito matemático basada en un enfoque progresivo, que reconozca la necesidad de transitar por diferentes momentos de aproximación conceptual, orientados a la construcción del infinito como objeto matemático y no únicamente como proceso. Esta progresión implica partir de situaciones sencillas y cercanas a la experiencia del estudiante, para avanzar gradualmente hacia representaciones más formales y abstractas, evitando introducciones abruptas o desarticuladas del concepto.

El docente desempeña un rol fundamental en este proceso, al diseñar experiencias de aprendizaje que articulen distintos momentos de aproximación al infinito, favoreciendo la reflexión, la argumentación y la reinterpretación constante del concepto. Esta progresión no se limita a una secuencia temporal, sino que supone un proceso de reorganización conceptual, lo cual permitiría al estudiante integrar las distintas representaciones del infinito, en una comprensión más global y estructurada.

En conclusión, este lineamiento resalta que el entendimiento del infinito matemático no se produce de manera inmediata ni espontánea, sino como resultado de un proceso formativo continuo que exige coherencia, profundidad conceptual y acompañamiento pedagógico. Una enseñanza progresiva del infinito favorece en el estudiante, no solo dominar procedimientos asociados al cálculo infinitesimal, sino lograr articularlos con una comprensión conceptual del mismo, como objeto matemático. De este modo, el diseño consciente de experiencias de aprendizaje secuenciadas, contribuye a evitar la fragmentación del concepto y a consolidar su significado dentro del currículo escolar.

***Lineamiento 3. Fortalecimiento de la visualización como mediación para la comprensión del infinito***

**Fundamentación**

El estudio de las apreciaciones de los estudiantes evidencia que las dificultades asociadas a la visualización del infinito matemático, constituyen uno de los principales obstáculos para su comprensión. En las transcripciones, los estudiantes expresan reiteradamente la imposibilidad de “ver” o “imaginar” el infinito, lo cual refleja la tensión

existente entre el carácter abstracto del concepto y la necesidad de referentes que permitan acceder a su significado.

Estas expresiones ponen de manifiesto que la ausencia de apoyos visuales adecuados, dificulta la construcción conceptual del infinito, al limitar la posibilidad de interpretar comportamientos matemáticos que no pueden ser aprehendidos de manera directa ni concreta. Esta situación se articula con la categoría *Dificultades en la comprensión del infinito matemático* y, particularmente, con la subcategoría *Abstracción y falta de visualización*, emergentes del análisis de las experiencias estudiantiles presentadas en el Capítulo IV.

**Orientación metodológica**

Se plantea fortalecer la visualización matemática como una mediación pedagógica fundamental para la enseñanza del infinito, promoviendo el uso de representaciones gráficas, esquemas dinámicos y recursos visuales que permitan explorar comportamientos matemáticos asociados a procesos infinitos. Estas no se conciben a manera de simples apoyos ilustrativos, sino como medios que posibilitan el acceso a significados matemáticos complejos.

La visualización se entiende, en este sentido, en función de una mediación facilitadora de la comprensión del infinito como objeto matemático, al permitir en el estudiante, interpretar de manera global comportamientos que no pueden ser comprendidos únicamente desde una perspectiva secuencial o procedimental. A través de esta, el estudiante puede reconocer regularidades, tendencias y estructuras que caracterizan los fenómenos infinitos, favoreciendo una comprensión más integrada del concepto.

Resulta fundamental en el docente, acompañar activamente la interpretación de las representaciones visuales, orientando al estudiante en la lectura, el análisis y la reflexión sobre los fenómenos matemáticos que estas expresan. De este modo, la visualización se configura como una vía privilegiada para acceder al infinito, en el sentido de un objeto matemático global, superando las limitaciones de una comprensión basada exclusivamente en el lenguaje simbólico y contribuyendo a la construcción de significados más profundos y estructurados.

***Lineamiento 4. Uso pedagógico de GeoGebra como herramienta de mediación didáctica***

**Fundamentación**

La observación de los hallazgos presentados en el Capítulo IV, evidencia una valoración positiva del uso del software GeoGebra por parte de estudiantes y docentes, quienes reconocen su potencial para facilitar la exploración, la visualización y el desarrollo del razonamiento matemático, en torno al concepto de infinito. En las transcripciones, los estudiantes destacan que el uso de esta herramienta les permite “ver cómo cambian las gráficas”, “entender el proceso y no solo el resultado” y “explorar diferentes casos”, mientras los docentes, señalan la importancia de integrar recursos tecnológicos de manera planificada para apoyar la comprensión de conceptos abstractos.

No obstante, los mismos informantes advierten que el uso de GeoGebra requiere orientación pedagógica, pues, sin una mediación docente adecuada, la herramienta puede convertirse en un recurso meramente instrumental o generar confusión en los estudiantes. Estas apreciaciones ponen de manifiesto que el valor didáctico de GeoGebra no reside únicamente en su potencial tecnológico, sino en la forma en el cual es integrado dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Este hallazgo se articula con la categoría *Tecnología como mediación didáctica* y la subcategoría *Necesidad de orientación docente*, emergentes del análisis interpretativo desarrollado en el Capítulo IV.

**Orientación metodológica**

Se formula integrar GeoGebra como una mediación didáctica intencionada, orientada a la exploración de procesos infinitos, el análisis de comportamientos dinámicos y la formulación de conjeturas matemáticas, favoreciendo el tránsito desde la observación de dichos procesos hacia la comprensión del infinito como objeto matemático. En este sentido, el uso de la herramienta debe estar articulado de manera coherente con los objetivos de aprendizaje y con las intenciones pedagógicas del docente.

La mediación tecnológica mediante GeoGebra permite al estudiante interactuar con representaciones dinámicas del infinito, observar regularidades y analizar comportamientos globales, los cuales difícilmente pueden ser aprehendidos a través de

procedimientos puramente algebraicos o secuenciales. Sin embargo, para que esta exploración se transforme en comprensión matemática, resulta indispensable la mediación docente, quien orienta la interpretación de los resultados obtenidos, promueve la reflexión conceptual y guía al estudiante en la construcción de significados.

En consecuencia, este lineamiento enfatiza que la tecnología no reemplaza al docente ni al razonamiento matemático, sino que amplía las posibilidades de comprensión cuando es utilizada de manera reflexiva y pedagógicamente planificada. El uso pedagógico de GeoGebra se concibe, así, como una oportunidad para enriquecer las formas de representación y exploración del infinito matemático, siempre que su integración responda a intenciones didácticas claras y favorezca una lectura conceptual del infinito como objeto matemático, más allá de la mera manipulación técnica.

### *Lineamiento 5. Mediación docente constante y acompañamiento en la construcción del concepto de infinito*

**Fundamentación**

Al considerar las respuestas de los docentes y las apreciaciones de los estudiantes, se evidencia de manera reiterada la importancia de la mediación docente en la enseñanza del infinito matemático. En las transcripciones, los informantes señalan la necesidad de una explicación clara, progresiva y acompañada, destacando que la comprensión del infinito se dificulta cuando no existe orientación pedagógica suficiente para interpretar los conceptos y las representaciones involucradas.

Estas apreciaciones ponen de manifiesto que el aprendizaje del infinito matemático no se produce de forma autónoma ni espontánea, sino que requiere acompañamiento, diálogo y retroalimentación constante. La complejidad conceptual del infinito demanda una mediación docente que ayude al estudiante a enfrentar las confusiones persistentes, a reorganizar sus ideas iniciales y a construir significados más estructurados. Este hallazgo se articula con la categoría *Mediación pedagógica* y la subcategoría *Acompañamiento docente*, emergentes del análisis interpretativo.

**Orientación metodológica**

Se plantea fortalecer el rol del docente como mediador activo del aprendizaje, promoviendo espacios de interacción, cuestionamiento y reflexión, que permitan al

estudiante construir significados de manera consciente y progresiva. La mediación docente implica orientar, aclarar, problematizar y acompañar el proceso de comprensión del infinito, reconociendo las dificultades como parte natural del aprendizaje y no como errores a evitar.

En este sentido, el docente actúa como un facilitador que guía al estudiante en la interpretación de conceptos, representaciones y procesos asociados al infinito matemático, favoreciendo la reflexión crítica y el diálogo pedagógico. Valorar el error como oportunidad de aprendizaje y generar un ambiente de confianza y participación activa, se convierte en un elemento clave para que el estudiante pueda confrontar sus concepciones iniciales sin desmotivación.

Así, este lineamiento reafirma que la mediación docente constituye un elemento central en la enseñanza del infinito matemático, especialmente frente a la complejidad epistemológica, caracterizadora de este objeto matemático. El acompañamiento constante y la retroalimentación oportuna, permiten al estudiante avanzar en procesos de resignificación conceptual, consolidando una comprensión más profunda del infinito como contenido, contribuyendo al desarrollo de una actitud reflexiva y crítica frente al aprendizaje de las matemáticas.

**En síntesis**

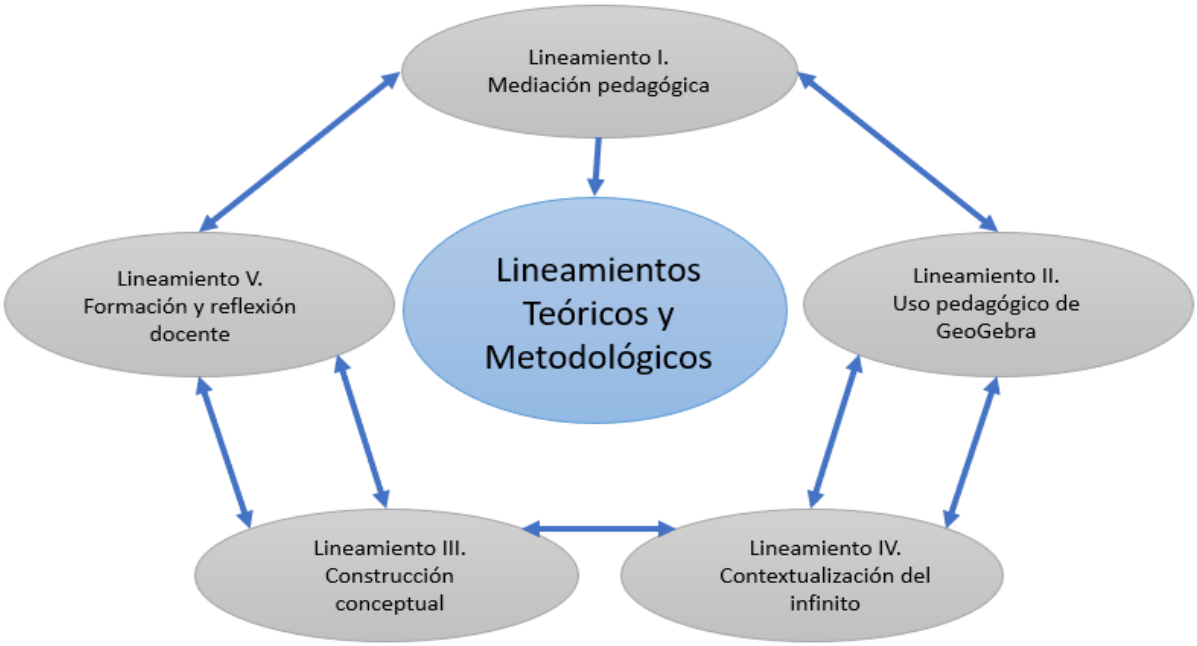
Los lineamientos teóricos y metodológicos formulados en este capítulo, constituyen una propuesta orientadora para la enseñanza del infinito matemático en educación media, construida a partir del diálogo entre los hallazgos empíricos del estudio y los referentes teóricos que sustentan la investigación. Esta propuesta reconoce la complejidad del infinito matemático como objeto de enseñanza y aprendizaje, así como las dificultades conceptuales enfrentadas por los estudiantes, al aproximarse a una noción abstracta que trasciende la experiencia cotidiana y los esquemas numéricos habituales.

Los lineamientos aquí planteados no buscan prescribir prácticas pedagógicas específicas, ni establecer secuencias didácticas cerradas, sino ofrecer criterios que orienten la reflexión docente y favorezcan una enseñanza del infinito matemático más comprensible, progresiva e intervenida pedagógicamente. La integración de mediaciones

tecnológicas, como GeoGebra, se concibe no como un fin en sí misma, sino en función de un recurso que, acompañado de la mediación docente, posibilita la comprensión conceptual del infinito como objeto, fortaleciendo el razonamiento matemático de los estudiantes.

Por ende, este capítulo aporta elementos que contribuyen al fortalecimiento de las prácticas educativas en educación matemática y sienta bases para futuras reflexiones e investigaciones orientadas a profundizar en la enseñanza de conceptos matemáticos abstractos, desde enfoques que articulen de manera coherente la teoría, la práctica pedagógica y el uso reflexivo de la tecnología. Los lineamientos propuestos no se conciben como componentes aislados, sino como un entramado articulado que adquiere sentido en la interacción entre la mediación docente; la construcción conceptual; la contextualización del infinito; la formación permanente del profesorado y el uso pedagógico de herramientas tecnológicas como GeoGebra. En este sentido, la Figura 5 sintetiza visualmente dicha articulación, permitiendo comprender la relación dinámica e interdependiente entre los lineamientos teóricos y metodológicos que sustentan la propuesta desarrollada en este capítulo.

**Figura 5.**
Articulación de los lineamientos teóricos y metodológicos.




**Fuente:** elaboración propia.

## REFLEXIONES FINALES

Esta investigación permitió aproximarse de manera comprensiva a la enseñanza y el aprendizaje del infinito matemático en educación media, reconociendo la complejidad conceptual que caracteriza a este objeto matemático y las dificultades que emergen cuando su abordaje se limita a prácticas pedagógicas tradicionales. A lo largo del estudio se evidenció que este no puede entenderse como un contenido curricular más, sino como una noción profundamente abstracta, interpeladora de las concepciones previas de docentes y estudiantes, así como de las formas habituales de enseñar y aprender matemáticas.

Desde una perspectiva interpretativa, los hallazgos muestran que las dificultades asociadas a la comprensión del infinito matemático no responden a limitaciones cognitivas del estudiantado, sino a concepciones intuitivas fuertemente arraigadas. Entre ellas, se destacan aquellas que conciben el infinito como un número extremadamente grande o como un proceso interminable carente de estructura conceptual. Lejos de constituir errores aislados, estas concepciones se configuran como puntos de partida naturales en el aprendizaje, que requieren ser reconocidos, valorados y resignificados mediante una mediación pedagógica consciente y sistemática.

El análisis de las voces docentes permitió comprender que, si bien existe un reconocimiento general de la complejidad del infinito matemático, su enseñanza suele abordarse de manera fragmentada y vinculada principalmente a contenidos específicos como límites o funciones. Esta forma de aproximación dificulta la construcción de una comprensión global del concepto y pone de manifiesto la necesidad de replantear las prácticas de aula. Más que centrarse en la transmisión de procedimientos, se hace necesario promover una enseñanza que privilegie la construcción conceptual, la reflexión matemática y el diálogo como ejes del aprendizaje.

En este escenario, la investigación reafirma el papel fundamental de la mediación docente en el proceso formativo. El acompañamiento constante, la orientación conceptual y la retroalimentación pedagógica, emergen como condiciones esenciales para que los estudiantes enfrenten las dificultades asociadas al infinito sin desmotivación, transformando el error en una oportunidad para aprender y reflexionar. Enseñar el infinito matemático implica, por tanto, asumir una actitud pedagógica sensible, paciente y

reflexiva, capaz de reconocer los ritmos de aprendizaje y las particularidades de cada estudiante.

De manera complementaria, los resultados permiten reconocer el potencial de las mediaciones tecnológicas, en particular del software GeoGebra, como herramientas que favorecen la visualización, la exploración y el desarrollo del razonamiento matemático en torno a procesos infinitos. Sin embargo, la investigación también pone de relieve que la tecnología, por sí sola, no garantiza la comprensión conceptual del infinito. Su valor pedagógico se concreta únicamente cuando se integra de forma intencionada, articulada a los objetivos de aprendizaje y acompañada por una mediación docente que oriente la interpretación de los fenómenos matemáticos representados.

En coherencia con estos hallazgos, los lineamientos teóricos y metodológicos formulados en el Capítulo V no se conciben como prescripciones didácticas cerradas, sino como una propuesta orientadora que emerge del diálogo entre la experiencia empírica y los referentes teóricos, los cuales sustentan la investigación. Estos buscan aportar criterios para fortalecer la enseñanza del infinito matemático, promoviendo una comprensión progresiva, visual y conceptualmente mediada, contribuyendo al desarrollo del razonamiento matemático en los estudiantes de educación media y a la reflexión permanente de la práctica docente.

## REFERENCIAS


Alcíbar Castro, M., Jiménez Tenorio, N., & Ruiz Requies, I. (2019). *Didáctica de las matemáticas: fundamentos teóricos y metodológicos*. Editorial Síntesis.

Arrigo, G., & D'Amore, B. (1999). *Lo infinito: aspectos conceptuales y didácticos*. Educación Matemática, 11(2), 5–19.

Arrigo, G., D'Amore, B., & Sbaragli, S. (2011). *Infinite processes and infinite objects: An epistemological and didactical analysis*. Educational Studies in Mathematics, 78(1), 1–22. https://doi.org/10.1007/s10649-011-9324-8

Artigue, M. (2009). Didactical design in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics, 71*(1), 5–26. https://doi.org/10.1007/s10649-009-9183-0

Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.

Banks, J. A. (2019). *Diversity and citizenship education: Global perspectives*. Jossey-Bass.

Brousseau, G. (1986). *Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas*. Recherches en Didactique des Mathématiques.

Bunge, M. (2002). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. Siglo XXI Editores.

Cabero, J. (2001). *Tecnología educativa*. Síntesis.

Camilloni, A. (2007). *El saber didáctico*. Paidós.

Cantor, G. (1985). *Fundamentos para una teoría general de los conjuntos*. Alianza Editorial.
(Obra original publicada en 1895)

Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Aique.

Cincunegui, J. (2010). *Investigación cualitativa y enfoque fenomenológico*. Universidad Nacional del Centro.

Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Gaceta Constitucional No. 116.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Declaración Universal de los Derechos Humanos. (1948). Naciones Unidas.

Decreto 1860 de 1994. (1994). *Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 115 de 1994*. Ministerio de Educación Nacional.

Decreto 1290 de 2009. (2009). *Por el cual se reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes*. Ministerio de Educación Nacional.

Decreto 1075 de 2015. (2015). *Decreto Único Reglamentario del Sector Educación*. Ministerio de Educación Nacional.

Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. Macmillan.

Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill.

Díaz Barriga, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. McGraw-Hill.

Domínguez, J. (2010). *El concepto de infinito en la historia del pensamiento matemático*. Universidad de Salamanca.

Dubinsky, E., Weller, K., & McDonald, M. (2005a). *Some historical issues and paradoxes regarding the concept of infinity: An APOS-based analysis*. Educational Studies in Mathematics, 58(3), 335–359.

Flick, U. (2015). *Introducción a la investigación cualitativa* (5.ª ed.). Morata.

Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.

Gimeno Sacristán, J. (2007). *El currículum: Una reflexión sobre la práctica*. Morata.

Godino, J. D. (2003). *Teoría de situaciones didácticas y educación matemática*. Universidad de Granada.

Gómez-Chacón, I. M. (2000). *Matemática emocional: los afectos en el aprendizaje matemático*. Narcea.

Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. En N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 105–117). SAGE Publications.

Habermas, J. (1987). *Teoría de la acción comunicativa* (Vol. 1). Taurus.

Hargreaves, A. (2003). *Teaching in the knowledge society*. Teachers College Press.

Hernández, R., & García, J. (2017). *Metodología de la investigación educativa*. McGraw-Hill Education.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Hohenwarter, M. (2003). *GeoGebra: A software for dynamic mathematics*. Journal of Online Mathematics and Its Applications, 3, 1–6.

Husserl, E. (1992). *Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica*. Fondo de Cultura Económica.

Iparraguirre, J., Reyes, J., Villoslada, A., & Urquizo, Y. (2025). *Resolución de problemas con GeoGebra en el aprendizaje de optimización: Estudio cuasiexperimental en estudiantes de ingeniería en Perú*. Revista Espacios, 46**(**4), 279–290.

Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development, 45*(1), 65–94. https://doi.org/10.1007/BF02299613

Kissane, B. (2012). *Technology and the teaching of mathematics*. Springer.

Ley 115 de 1994. (1994). *Ley General de Educación*. Congreso de la República de Colombia.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.

Martínez, M. (2009). *Didáctica del infinito matemático*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.

Muela, A. (2023). *Educación matemática y pensamiento abstracto: aproximaciones contemporáneas*. Editorial Académica Española.

Navarro, M. (2010). *Dificultades en la comprensión del concepto de infinito*. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 13(2), 203–224.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2018). *PISA 2018 results*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/g222d18af-en

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2019). *Education at a glance*. OECD Publishing.

Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Graó.

Plan Nacional Decenal de Educación 2016–2025. (2016). *Pacto social por la educación*. Ministerio de Educación Nacional.

Piaget, J. (1969). *Psicología y pedagogía*. Ariel.

Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. On the Horizon, 9(5), 1–6. https://doi.org/10.1108/10748120110424816

Rico, L. (1995). *Errores y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas*. Síntesis.

Rico, L. (2000). *Didáctica de la matemática: reflexiones y propuestas*. Editorial Universidad de Granada.

Rogers, C. (1969). *Freedom to learn*. Merrill.

Russell, B. (1919). *Introduction to mathematical philosophy*. George Allen & Unwin.

Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. Educational Studies in Mathematics, 22(1), 1–36. https://doi.org/10.1007/BF00302715

Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. SAGE Publications.

Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press.

Tall, D. (1992). The transition to advanced mathematical thinking: Functions, limits, infinity, and proof. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 495–511). Macmillan.

Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. Educational Studies in Mathematics, 12(2), 151–169. https://doi.org/10.1007/BF00305619

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea.

Tall, D. (2001). *Advanced mathematical thinking*. Kluwer Academic Publishers.

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós.

Trejo, M. (2012). *La fenomenología como método de investigación*. Universidad Autónoma Metropolitana.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2025). *Manual de trabajos de grado, especialización, maestría y tesis doctoral*. UPEL.

Vasilachis de Gialdino, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa.

Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 10*(2–3), 133–170.

Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 14*(3), 293–305. https://doi.org/10.1080/0020739830140305

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Zilberstein, J. (2002). *Didáctica desarrolladora*. Pueblo y Educación.

# ANEXOS

## Anexo A. Instrumentos de recolección de información.

### 1. Guion de Entrevista Semiestructurada a Docentes

**Objetivo:** Comprender las percepciones de los docentes sobre la enseñanza del infinito matemático y el uso potencial del software GeoGebra como recurso didáctico.

**Ficha técnica:**

- **Técnica:** Entrevista semiestructurada.
- **Población:** Docentes de matemáticas de grado 11° (IE Teresa de Calcuta e Instituto Técnico Empresarial).
- **Número estimado de participantes:** 4 docentes (2 por institución).
- **Duración aproximada:** 40–50 minutos.
- **Modalidad:** Presencial, con registro de audio previo consentimiento.

**Preguntas guías:**

1. ¿Qué significa para usted, desde el punto de vista académico, el concepto de infinito en matemáticas?
2. ¿Cuál ha sido su experiencia en la enseñanza del concepto de infinito?
3. ¿Qué dificultades ha encontrado al enseñar este tema en sus clases?
4. ¿Qué recursos didácticos ha utilizado para abordar este contenido?
5. ¿Considera al software GeoGebra como una alternativa didáctica válida para la enseñanza de las matemáticas?
6. Si ha utilizado GeoGebra, ¿qué apreciaciones académicas puede compartir sobre su impacto en los estudiantes?
7. ¿Qué ventajas o limitaciones observa en el uso de GeoGebra para la enseñanza del infinito matemático?
8. ¿Qué recomendaciones metodológicas considera importantes para elaborar lineamientos sobre el uso de GeoGebra en la enseñanza del infinito?

### 2. Preguntas Abiertas: Opinión de Estudiantes

**Objetivo:** Explorar las ideas previas de los estudiantes sobre el infinito matemático y sus percepciones sobre el uso de recursos tecnológicos, en particular el software GeoGebra, en su proceso de aprendizaje.

**Ficha técnica:**

- **Técnica:** Cuestionario escrito (preguntas abiertas).
- **Población:** Estudiantes de grado 11° de las dos instituciones seleccionadas.
- **Número estimado de participantes:** 20 estudiantes.
- **Duración aproximada:** 20–30 minutos.
- **Modalidad:** Presencial, en formato impreso o digital.

**Preguntas guías:**

1. ¿Qué entiendes por el concepto de infinito en matemáticas?
2. ¿Has trabajado antes este tema en tus clases? ¿Cómo lo recuerdas?
3. ¿Te parece un tema fácil o difícil? ¿Por qué?
4. ¿Has escuchado o utilizado el software GeoGebra en tus clases de matemáticas?
5. ¿Qué opinas sobre el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra para aprender conceptos abstractos como el infinito?
6. ¿Consideras que el uso de programas como GeoGebra podría ayudarte a comprender mejor el infinito? ¿Por qué?
7. ¿Qué ventajas y posibles limitaciones crees que tiene el uso de recursos tecnológicos en matemáticas?
8. ¿Qué sugerencias darías para mejorar el uso de tecnología en el aprendizaje de conceptos difíciles como el infinito?

**3. Formato de Registro de Observación**

**Objetivo:** Complementar la información de entrevistas y preguntas abiertas mediante el registro de aspectos relevantes sobre el comportamiento, comentarios y actitudes de los participantes.

**Ficha técnica:**

- **Técnica:** Observación no participante.
- **Instrumento:** Diario de campo / formato de observación.

Ámbitos de observación: Actitudes frente a las preguntas (interés, motivación, desinterés, dudas).

Comentarios espontáneos sobre el infinito matemático.

Referencias o reacciones frente al uso de tecnología (ejemplo: menciones a GeoGebra).

Dificultades expresadas verbalmente o no verbalmente.

**Estructura del formato:**

- Fecha y lugar.
- Participante observado (código, no nombre).
- Descripción del comportamiento.
- Categoría vinculada (ej. comprensión del infinito, percepción de recursos, emociones).
- Notas reflexivas del investigador.

**Modelo de Registro de Observación**

**Ficha técnica:**

- **Instrumento:** Registro de observación (diario de campo estructurado).
- **Tipo de observación:** No participante.
- **Objetivo:** Captar actitudes, comentarios y conductas de estudiantes y docentes frente a las entrevistas/cuestionarios, especialmente en relación con el concepto de infinito matemático y el uso de recursos tecnológicos (GeoGebra).
- **Aplicación:** Durante las sesiones de entrevista y cuestionario.

| **Ejemplo Estructura del formato: Fecha** | **Código del participante** | **Contexto / situación** | **Categoría observada** | **Descripción de la conducta** | **Comentarios o notas reflexivas** |
|---|---|---|---|---|---|
| dd/mm/aaaa | Est-01 / Doc-01 | Ej. Entrevista / Cuestionario | Ej. Comprensión del infinito | Ej. Muestra interés al explicar que “el infinito no termina nunca, es algo que sigue”. | El estudiante relaciona infinito con infinito potencial. Demuestra motivación. |
| dd/mm/aaaa | Est-02 | Aplicación de cuestionario | Uso de recursos tecnológicos | Expresa que nunca ha utilizado GeoGebra, pero le gustaría aprender. | Sugiere que el contexto de los estudiantes limita el acceso a la tecnología. |

# ANEXOS

## Anexo B. Transcripción de respuestas de Docentes

### RESPUESTAS A GUION DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA A DOCENTES

**1. ¿Qué significa para usted, desde el punto de vista académico, el concepto de infinito en matemáticas?**

D1: El infinito es la idea de algo que no tiene fin, que no está acotado y no puede ser contado. El infinito permite describir un comportamiento en una situación dada, por ejemplo, expresar cuando una variable crece sin límite, representa un crecimiento sin límite.

D2: Que no tiene fin, que no está definido.

D3: Es una percepción teórica del ser humano, es un concepto que ayudó a desarrollar las matemáticas desde tiempos antiguos, este concepto ha permitido muchos avances.

D4: Es un concepto abstracto muy utilizado en matemáticas, refiere a situaciones o ejercicios que no tienen una limitación clara.

**2. ¿Cuál ha sido su experiencia en la enseñanza del concepto de infinito?**

D1: Cambiar la noción del infinito como cantidad grande, como número grande, aceptar el infinito como un todo (Aceptarlo como completo).

D2: Desde primaria se enseña el concepto de infinito con la introducción de los números naturales, luego en los números fraccionarios, los números racionales y en las representaciones de funciones.

D3: He trabajado en todos los grados de secundaria y dependiendo la temática a orientar el concepto de infinito es el mismo, es aquello que no conocemos, es esa percepción del máximo valor que puede llegar a alcanzar una cantidad pero que es totalmente indeterminado entonces cuando se habla de infinito en el aula normalmente trato de dar ejemplos cotidianos y de allí empezamos a tratar las distintas temáticas.

D4: En distintas oportunidades he notado que los estudiantes tienen distintas percepciones del infinito y muchas no tienen que ver con matemáticas, se procede entonces a enseñarles como tal el símbolo y comentarles que se usa en procesos matemáticos muy grandes.

**3. ¿Qué dificultades ha encontrado al enseñar este tema en sus clases?**

D1: Hay que tener en cuenta los conocimientos previos de conceptos como límites, derivadas con pendientes infinitas, integrales y funciones. Como docentes solo orientamos con números finitos, debemos transformar la forma de pensar de los estudiantes.

D2: Que los estudiantes están acostumbrados a los números enteros y fraccionarios, ellos no asimilan que los números son infinitos, consideran que todo tiene fin como la vida.

D3: Sí claro, la dificultad en la enseñanza del infinito viene intrínseca pues como tal no podemos manejar este tema como la mayoría de los mismos en matemáticas, para los estudiantes e incluso docentes se nos hace un poco complicado nada más pensar en este concepto, o por ejemplo, imaginarnos el universo o un espacio infinito nos es imposible en nuestras mentes y al llevarse a la parte matemática se genera mayor dificultad. Gracias a herramientas en matemáticas podemos aterrizar un poco más al menos a los usos prácticos y académicos.

D4: No está de manera explícita la temática del infinito, ni en los libros, ni en los planes de estudio y requiere de buen tiempo para en varias sesiones interactuar con los estudiantes sobre este concepto.

**4. ¿Qué recursos didácticos ha utilizado para abordar este contenido?**

D1: Software matemáticos permiten visualizar cómo una determinada función crece sin límite o se acerca a un punto dado.

D2: Didácticos ninguno, solo ejemplos de la vida real ya que en el colegio no cuento con las suficientes herramientas tecnológicas o calculadoras graficadoras.

D3: He utilizado juegos como aplicaciones como GeoGebra, dependiendo de cada grado se utilizan los diferentes recursos.

D4: No he utilizado ningún recurso aparte de tablero y marcador, como comenté anteriormente, no se dispone de mucho tiempo para hablar de éste concepto.

**5. ¿Considera al software GeoGebra como una alternativa didáctica válida para la enseñanza de las matemáticas?**

D1: por supuesto, ofrece muchas herramientas útiles para la enseñanza de distintas temáticas.

D2: Sí, al ser una herramienta tecnológica llamaría la atención de los estudiantes, ya que ellos viven en una era digital.

D3: es una alternativa muy práctica, porque es accesible, gratuita, no requiere bastantes datos ni espacios de almacenamiento en dispositivos móviles, se puede trabajar desde un pc o en un proyector e ir mostrando gráficamente muchos conceptos como funciones, derivadas e integrales, incluso el mismo concepto de infinito se puede visualizar de alguna manera, aplicaciones como GeoGebra tienen un valor impresionante en grados superiores.

D4: una herramienta más que válida, permite interactuar de manera amigable con los estudiantes, se pueden modelar distintas situaciones y por ende enseñar distintas temáticas desde grados muy tempranos y asimilar temáticas que no son tan atractivas para los estudiantes desde únicamente el cuaderno y tablero.

**6. Si ha utilizado GeoGebra, ¿qué apreciaciones académicas puede compartir sobre su impacto en los estudiantes?**

D1: Permite un acercamiento real a conceptos, definiciones y comportamientos matemáticos que el estudiante no comprende con operaciones o solo utilizando el cuaderno.

D2: los estudiantes siempre están más receptivos al interactuar en la clase con herramientas tecnológicas.

D3: el impacto es muchísimo en las clases, como ellos lo manejan desde celulares se pueden volver muy atractivo para los estudiantes al representar desde puntos hasta integrales, todas las temáticas se pueden abarcar y profundizar con esta aplicación, obviamente requiere de conocimientos previos por parte del docente, las clases se vuelven didácticas, entretenidas y didácticas.

D4: las herramientas que posee el software son muy fáciles de apropiar por parte de los estudiantes, les llama mucho la atención el poder representar objetos matemáticos tan rápido y que usualmente se tarda más tiempo en el cuaderno, más que todas representaciones geométricas. También les gusta mucho personalizar sus creaciones, como poner etiquetas o cambiar de colores.

**7. ¿Qué ventajas o limitaciones observa en el uso de GeoGebra para la enseñanza del infinito matemático?**

D1: Las limitaciones sería qué todos cuenten con conectividad, portabilidad y salas tecnológicas.

D2: La mayor ventaja sería el poder visualizar o modelar objetos matemáticos muy

complejos.

D3: los docentes deben tener capacitación en el manejo de la aplicación para que su uso sea realmente el correcto y no se generen confusiones.

D4: sería una herramienta muy acertada para la enseñanza del infinito y otros conceptos complejos en grados superiores, ayudaría a homogenizar las percepciones tan variadas de los estudiantes en cuanto al concepto de infinito.

**8. ¿Qué recomendaciones metodológicas considera importantes para elaborar lineamientos sobre el uso de GeoGebra en la enseñanza del infinito?**

D1: Secuencias didácticas orientadas a conceptos complejos como el infinito y tener en cuenta los saberes previos en los estudiantes.

D2: Al usar aparatos tecnológicos todos los estudiantes, se deben instaurar reglas claras para el buen uso de las herramientas tecnológicas, es decir mediar en la interacción de los estudiantes y la tecnología.

D3: considero que se debe como docentes hacer una revisión teórica y epistemológica para lograr una asimilación del concepto de infinito antes de llegar hacer explicaciones interactivas como sería con el uso de GeoGebra.

D4: Considero que se deben crear videos tutoriales fáciles que permitan representar situaciones que tengan inmerso el infinito en matemáticas, también que se instauren espacios en los planes de estudio para abordar con buenas sesiones estas temáticas.

# ANEXOS

## Anexo C. Transcripción de respuestas de Estudiantes.

**RESPUESTAS A PREGUNTAS ABIERTAS A ESTUDIANTES**

**1) Concepción del infinito matemático desde la perspectiva de los estudiantes.**

E1: El infinito es algo que no tiene fin y que nunca se termina.

E2: Para mí el infinito es un número muy grande, que no se puede contar.

E3: El infinito es algo que sigue y sigue, como cuando los números no paran.

E4: Pienso que el infinito es un concepto difícil de imaginar, porque no se puede ver.

E5: El infinito es algo que no tiene límite, pero que en matemáticas se usa para explicar muchas cosas.

**2) Dificultades en la comprensión del infinito matemático desde la perspectiva de los estudiantes.**

E1: Me cuesta entender el infinito porque es muy abstracto y no se puede ver.

E2: Tengo dificultad porque confundo el infinito con números muy grandes.

E3: No entiendo bien el infinito cuando lo vemos en límites y funciones.

E4: El infinito es difícil porque no sé cuándo termina y eso me confunde.

E5: Me cuesta comprenderlo porque no lo relaciono con situaciones reales.

**3) Estrategias y recursos para la comprensión del infinito matemático, desde la perspectiva de los estudiantes.**

E1: Me ayudaría ver gráficas y dibujos que expliquen mejor el infinito.

E2: Creo que usar programas en el computador facilitaría entender cómo funciona el infinito.

E3: Me serviría que el profesor explique el infinito paso a paso, con ejemplos claros.

E4: Aprendería mejor si se usan ejemplos de la vida real relacionados con el infinito.

E5: Considero útil trabajar con herramientas tecnológicas que permitan ver cómo cambian las funciones.

**4) Percepción de los estudiantes sobre el uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje del infinito matemático.**

E1: Creo que usar tecnología ayuda porque se pueden ver las gráficas y entender mejor

el infinito.

E2: Me parece útil porque con GeoGebra se pueden probar cosas y ver qué pasa con las funciones.

E3: Pienso que la tecnología facilita aprender porque muestra los procesos, no solo el resultado.

E4: A veces es difícil usar programas, pero ayudan cuando el profesor explica cómo usarlos.

E5: Considero que GeoGebra ayuda a entender el infinito porque se ve el cambio continuo en las gráficas.

**5) Percepciones de los estudiantes respecto a las dificultades en el uso de herramientas tecnológicas para el aprendizaje del infinito matemático.**

E1: A veces es difícil usar los programas porque no sé manejar bien las herramientas.

E2: Me cuesta cuando la tecnología se vuelve más importante que el tema de matemáticas.

E3: Algunas veces el programa confunde más, si no entiendo lo que estoy viendo.

E4: Tengo dificultades cuando no hay suficiente explicación del profesor.

E5: El uso de GeoGebra es complicado cuando no hay tiempo para practicar.

**6) Aportes de las herramientas tecnológicas al desarrollo del razonamiento matemático desde la perspectiva de los estudiantes.**

E1: Sí, porque con GeoGebra puedo ver cómo cambian las gráficas y eso me ayuda a razonar mejor.

E2: Creo que ayuda porque permite entender el proceso, no solo memorizar fórmulas.

E3: Me ayuda a razonar cuando puedo explorar y probar diferentes casos.

E4: Considero que ayuda al razonamiento si el profesor guía lo que debemos observar.

E5: Sí, porque con la tecnología puedo comprender mejor los comportamientos infinitos de las funciones.

**7) Recomendaciones para mejorar la enseñanza del infinito matemático desde la perspectiva de los estudiantes.**

E1: Sería mejor que el profesor explique el infinito paso a paso y con más calma.

E2: Recomendaría usar más ejemplos y gráficas para entender mejor el concepto.

E3: Me gustaría que se utilicen programas como GeoGebra para ver cómo funcionan las

funciones infinitas.

E4: Creo que ayudaría relacionar el infinito con situaciones de la vida diaria.

E5: Considero importante que el profesor acompañe más el proceso y resuelva dudas durante la clase.

**8) Valoración del aprendizaje del infinito con apoyo tecnológico desde la perspectiva de los estudiantes.**

E1: Sí, porque con la tecnología entiendo mejor lo que pasa con las funciones infinitas.

E2: Me parece más significativo porque puedo ver los cambios y no solo imaginarlo.

E3: Aprendo mejor con tecnología porque puedo experimentar y comprobar lo que sucede.

E4: Considero que es más significativo cuando el profesor explica y usa la tecnología al mismo tiempo.

E5: Sí, porque con GeoGebra el infinito se entiende como un proceso, no solo como teoría.

# ANEXOS

## Anexo D. TABLA DE ESPECIFICACIONES – DOCENTES

**PROPÓSITO GENERAL:** Generar lineamientos teóricos y metodológicos para la enseñanza del infinito matemático, en función del software GeoGebra, como alternativa didáctica para el aprendizaje en estudiantes y docentes de grado 11° de la IE Teresa de Calcuta y el Instituto Técnico Empresarial, en Yopal, Casanare, Colombia.

| PROPÓSITOS ESPECÍFICOS | TEMAS | PREGUNTAS |
|---|---|---|
| 1. Identificar las percepciones sobre la enseñanza del contenido matemático “infinito”, visto desde las perspectivas de los docentes de la IE Teresa de Calcuta y el Instituto Técnico Empresarial. | - Concepción del infinito matemático<br><br>- Experiencias de enseñanza<br><br>- Recursos didácticos | 1.- ¿Qué significa para usted, desde el punto de vista académico, el concepto de “infinito” en matemáticas?<br><br>2.- ¿Cuál ha sido el proceso utilizado por Usted, para enseñar en sus clases, el contenido matemático de “infinito”?<br><br>3.- ¿Cuáles dificultades ha encontrado en sus clases, al abordar el contenido del “infinito” Matemático?<br><br>4.- ¿Cuáles recursos ha utilizado durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, para dictar el contenido de “infinito” matemático? |
| 2. Interpretar los beneficios de utilizar el software GeoGebra como estrategia didáctica, orientado a facilitar el aprendizaje del contenido matemático “infinito” en los estudiantes. | -Métodos Tradicionales de Aprendizaje<br><br>-El Software GeoGebra<br><br>-Uso del software GeoGebra | 5.- ¿Considera al software GeoGebra, una alternativa didáctica para el aprendizaje de matemáticas?<br><br>6.- ¿De haber utilizado en sus actividades docentes, el software GeoGebra como alternativa didáctica, cuáles apreciaciones académicas puede indicarnos?<br><br>7.- ¿Cuáles fueron las reacciones denotadas por Usted en los estudiantes, al utilizar el software GeoGebra como alternativa didáctica?<br><br>8.- ¿Cuáles ventajas considera haber encontrado, durante el uso del software GeoGebra, como alternativa didáctica para abordar el concepto del infinito matemático? |

| | | |
|---|---|---|
| | | 9.- ¿Cuáles son sus consideraciones, respecto al uso del software GeoGebra, como alternativa didáctica para facilitar la comprensión del "infinito" matemático? |
| 3. Diseñar directrices teóricas y metodológicas, orientadas para la utilización del software GeoGebra como alternativa didáctica en la enseñanza del contenido matemático "infinito". | -Lineamientos para el uso del Software GeoGebra.<br><br>- Guías Didácticas para la enseñanza del Infinito Matemático.<br><br>- Recomendaciones metodológicas para uso del Software GeoGebra como alternativa Didáctica. | 10.- ¿Cuáles son sus consideraciones, respecto a la elaboración de lineamientos teóricos y metodológicos sobre el uso del software GeoGebra, para la enseñanza del infinito matemático en estudiantes de secundaria en Colombia?<br><br>11.- ¿Cuáles son sus apreciaciones, respecto a la elaboración de Guías Didácticas, orientadas a la enseñanza del infinito matemático en estudiantes de secundaria en Colombia?<br><br>12.- ¿Cuáles son sus consideraciones, desde el punto de vista metodológico, sobre las Guías Didácticas, orientadas al uso del software GeoGebra, respecto al aprendizaje del infinito matemático en estudiantes de secundaria en Colombia? |

# ANEXOS

## Anexo E. TABLA DE ESPECIFICACIONES – ESTUDIANTES

| PROPÓSITOS ESPECÍFICOS | TEMAS | PREGUNTAS |
|---|---|---|
| 1. Identificar las ideas previas que tienen los estudiantes de grado 11° frente al concepto de infinito matemático. | - Concepción personal del infinito<br><br>- Experiencias previas con este concepto en clase | 1. - ¿Qué entiendes por el concepto de infinito en matemáticas?<br><br>2. - ¿Recuerdas si antes habías trabajado este tema en clase?<br><br>3.- ¿Cuáles son tus apreciaciones sobre el infinito matemático, respecto a su proceso de entendimiento? |
| 2. Valorar la experiencia de aprendizaje del concepto de infinito, mediante el uso de guías diseñadas en GeoGebra. | - Actividades con GeoGebra<br><br>- Percepción sobre el uso del software<br><br>- Nivel de comprensión con las guías | 4. - ¿Has escuchado o utilizado alguna vez el software GeoGebra en tus clases de matemáticas?<br><br>5. - ¿Qué opinas sobre el uso de recursos tecnológicos (GeoGebra), para aprender conceptos abstractos como el infinito?<br><br>6. - ¿Cuáles son tus apreciaciones, respecto a la ayuda que podría brindar la utilización de herramientas tecnológicas como GeoGebra, en la mejor comprensión del infinito matemático? |
| 3. Recoger opiniones de los estudiantes sobre la utilidad del recurso como herramienta para aprender matemáticas. | - Uso de tecnología en clase de matemáticas<br><br>- Motivación y participación<br><br>- Posibles mejoras | 7. - ¿Cuáles son tus apreciaciones respecto al uso de mejores recursos tecnológicos en tus clases de matemáticas, para aprender temas complejos?<br><br>8. - ¿Qué ventajas crees que tendría el uso de programas como GeoGebra para estudiar el infinito matemático?<br><br>9. - ¿Qué dificultades o limitaciones piensas que podrían presentarse al usar estos recursos tecnológicos?<br><br>10. - ¿Qué recomendaciones darías para que el uso de herramientas como GeoGebra, sea más útil en el aprendizaje de las matemáticas? |

**PROPÓSITO GENERAL:** Generar lineamientos teóricos y metodológicos para la enseñanza del infinito matemático, en función del software GeoGebra, como alternativa didáctica para el aprendizaje en estudiantes y docentes de grado 11° de la IE Teresa de Calcuta y el Instituto Técnico Empresarial, en Yopal, Casanare, Colombia

## SINTESIS CURRICULAR DEL AUTOR

**Jeferson Alexander Orozco Pinzón (Autor)**

Licenciado en Matemáticas y Estadística (2016); Magíster en Educación Matemática (2018); Especialista en Gerencia Educacional (2023); Doctorando en Educación. Docente de Matemáticas en educación básica primaria y secundaria, con experiencia en los niveles de primaria, básica secundaria y media, en instituciones públicas y privadas de Colombia. Actualmente se desempeña como docente en la Institución Educativa Teresa de Calcuta, en el municipio de Yopal, Casanare.

Ha ejercido funciones como director de grupo, docente de Matemáticas, Geometría, Estadística, Física e Informática, así como profesor tutor en el área de Matemáticas en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Cuenta con más de ocho años de experiencia docente, tanto en el sector público como en el privado.

Ha realizado cursos de formación y actualización en docencia universitaria, evaluación de los aprendizajes, estructuras curriculares, pensamiento computacional, programación para niños y proficiencia en lengua inglesa (nivel B1). Ha participado como ponente y asistente en eventos académicos nacionales e internacionales relacionados con la educación matemática.

Es autor de artículos publicados en revistas científicas y de investigación educativa, y ha presentado ponencias en simposios y encuentros pedagógicos. Sus intereses investigativos se centran en la didáctica de la matemática, el razonamiento matemático, la enseñanza de la geometría, el uso de tecnologías digitales en educación y los procesos de formación docente.

## SINTESIS CURRICULAR DEL TUTOR

### Dr. Ildebrando Henrique Zabala González (Tutor)

Profesor de Geografía y Ciencias Sociales (1975); Magíster en Educación Ambiental (2.000); Doctor en Educación (2008); Postdoctorado en Educación, Ambiente y Sociedad (2011); Abogado (1993); Técnico Superior en Mercadeo, mención Comercialización (1984); Locutor certificado N° 6.722 (1973). Jefe Departamento Prácticas Docentes UPEL-IPC (2018-2023); (Miembro del Centro de Investigación, Desarrollo y Experiencia en la Praxis Docente (CIDEPD) del Departamento de Prácticas (UPEL-IPC); Coordinador Doctorado en Educación Ambiental; Profesor en Educación Media (1975–2.003); Profesor de Legislación Educacional en la Maestría de Gerencia Educativa del Instituto Pedagógico de Caracas; Profesor de Legislación Ambiental, en el Doctorado en Educación Ambiental (UPEL-IPC); Profesor de Aspectos Legales en la Gestión de Riesgos, del Programa de Especialización en Educación en Gestión de Riesgos UPEL-IPC; Jefe de Cátedra de Proyecto Educativo Departamento de Prácticas Docentes UPEL-IPC; Jefe del Área de Conocimiento en la especialidad de Geografía e Historia del Departamento de Prácticas Docentes (IPC-UPEL); Miembro de la Comisión Institucional de Concursos del Instituto Pedagógico de Caracas (2007); Coordinador Comisión Institucional de Concursos del Instituto Pedagógico de Caracas (2008); Coordinador Convenios Interinstitucionales (2009); Tutor Trabajo de Grado para Magíster en Educación Ambiental de Aura Stella Bentti (2007); Tutor de Tesis Doctoral, Profesora Neljy Ramírez; Tutor de Tesis Doctoral Profesor Anival Peñaloza; Tutor de Tesis Doctoral Profesora Cruz Meyber del Castillo; Jurado Tesis Doctoral Andrés Aguiar; Jurado Tesis Doctoral Jackson Pérez; Jurado Trabajo de Grado para Magíster en Educación Ambiental de la Ciudadana Ángela Expósito (2005); Jurado Trabajo de Grado para Magíster en Educación Ambiental de la Ciudadana Deyanira Yaguare (2007); Jurado Trabajo de Grado para Magíster en Educación Ambiental de la Ciudadana Maira Castillo (2007); Investigaciones realizadas: Creación de una Fundación para el mejoramiento de la Calidad de vida en los estudiantes de la EB Juan Rodríguez Su.

árez; Tendencias actuales de la Didáctica de la Geografía: una visión desde las Prácticas Docentes; Actitudes Ambientales en Estudiantes de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador: caso Instituto Pedagógico; Visión Comparativa entre las Constituciones de Ecuador y Venezuela, vista desde los Principios Ambientales promulgados en la Declaración de Estocolmo; Sistematización de Experiencias del Curso Legislación Ambiental en el Doctorado en Educación Ambiental; últimos artículos publicados: Revista Palabra y Realidad, “Correspondencia entre las Políticas Institucionales de Docencia de la UPEL, y el Diseño Curricular de Educación Ambiental del Instituto Pedagógico de Caracas (IPC)” (2011); “El Proceso de Enseñanza y Aprendizaje, visto desde la perspectiva de las tendencias actuales de la Didáctica de la Geografía en función de una Educación para la Sostenibilidad”; Revista de Investigación, “Historia de la Educación Ambiental, desde su discusión y análisis en los Congresos Internacionales”; ”La Educación del Siglo XXI de acuerdo a la perspectiva del Paradigma Ecológico: una alternativa para la sostenibilidad”; Ponencias: Aspectos Jurídicos Ambientales y Forénsica Ambiental; Legislación Integral de los Riesgos Socio-naturales y Tecnológicos.