



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Tesis Doctoral

Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC para la enseñanza de contenidos matemáticos

AUTORA

JAKELINE AMPARO VILLOTA ENRIQUEZ

DIRECTORA

MARÍA TERESA GONZÁLEZ ASTUDILLO

SALAMANCA

2022

Línea de investigación Didáctica, de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales.

María Teresa Gonzáles Astudillo, Profesora Titular de la Universidad de Salamanca vinculada a la línea de investigación Didáctica de la Matemática, en calidad de directora del trabajo de Tesis Doctoral titulado: “Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC para la enseñanza de contenidos matemáticos”, realizado por Jakeline Amparo Villota Enríquez,

HACEN CONSTAR que,

dicho trabajo cumple todos los requisitos científicos y formales para su presentación y defensa pública. La investigación trata de buscar respuestas a un tema relevante en el proceso de enseñanza con recursos digitales aplicando para ello un enfoque teórico riguroso y contrastado. La metodología de investigación, acorde con los objetivos planteados y la naturaleza del objeto de estudio, ha permitido el análisis y la interpretación de los datos atendiendo al marco teórico que fundamenta la investigación. Las conclusiones obtenidas contribuyen a enriquecer el corpus científico en torno al tema de especialización y abren nuevas líneas de indagación para el futuro.

Por todo ello, manifiestan su conformidad para que se autorice la presentación y defensa del trabajo referido.

En Salamanca, 30 de septiembre de 2022.

Dedicada:

A mi madre Lilia Amparo Enríquez Gómez, por enseñarme a que los sueños son el eje fundamental de nuestra vida donde su apoyo incondicional fue la base principal para la materialización de este sueño.

A mi padre Rodrigo Villota Semanate, por su apoyo en todos mis procesos de formación y en el desarrollo de mis sueños.

A mi abuela Aura Irene Gómez de Enríquez, que trascendió de este mundo y me enseñó que el esfuerzo reflejado mediante el trabajo, el amor y la perseverancia son pilares fundamentales para hacer realidad mis sueños.

Agradecimientos:

A *Maite*, por su amistad incondicional y su dedicación infinita en la escritura de estas líneas donde sus contribuciones fueron la base para la construcción del documento. Gracias por confiar en mí y aceptar orientarme en este proceso de formación donde las enseñanzas fueron más allá de lo académico. Te admiro inmensamente tanto en lo profesional como en la parte humana, donde estas se integran como unidad. Para mí es un honor y siento orgullosa por haber trabajado bajo tu dirección.

A los doce profesores que aceptaron participar de forma generosa en el desarrollo de esta tesis doctoral, donde cada momento estuvo lleno de maravillosos aprendizajes; sin ellos este proyecto no hubiera visto una luz.

A Maribel y Alexandra por sus espacios de conversaciones académicas donde compartimos temas ligados a esta tesis doctoral.

Al comité de evaluación de esta tesis doctoral ya que sus valiosas contribuciones fueron de gran ayudaran para contribuir en este documento presentado.

Gracias a todas las personas que, aunque no las mencione estuvieron inmersas en el desarrollo de esta tesis doctoral y aportaron su granito de arena para que hoy pueda terminar este trabajo.

RESUMEN

Esta tesis doctoral está enfocada en las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas en torno al uso de recursos tecnológicos para la enseñanza de las matemáticas, por lo que consiste en determinar las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación para la enseñanza de contenidos matemáticos. El contexto donde se desarrolló esta investigación fueron: la Universidad del Cauca y la Universidad Santiago de Cali localizadas en Colombia (Departamento del Cauca y Departamento del Valle del Cauca). Participaron doce profesores, los cuales constituyeron cinco grupos focales. La metodología utilizada tuvo una perspectiva cualitativa descriptiva cuyos instrumentos de recolección de datos fueron: Entrevista enfocada en grupos focales y un cuestionario. Es importante resaltar que para establecer las concepciones se definieron cuatro dimensiones: concepciones sobre la matemática, sobre el currículum, sobre la acción didáctica y sobre la tecno didáctica. De esas dimensiones se generaron trece categorías y, dada la necesidad de precisar los aspectos particulares de las dimensiones, se determinaron algunos subtemas que ayudaron a la organización de la información.

En los resultados se identificaron y caracterizaron cinco concepciones de los profesores universitarios sobre la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación para la enseñanza de contenidos matemáticos, denominadas: 1) Herramientas y tecnologías cognitivas; 2) Herramientas para visualizar y representar; 3) Generación de obstáculos epistémicos; 4) Reorganización de la enseñanza y 5) Dependencia de las políticas institucionales. Posteriormente, se establecieron relaciones entre las concepciones 1 y 4 a través de la categoría 10 (C10-Formación de profesores) y las concepciones 1 y 3 mediante las categorías 12 (C12-Tipos de las TIC) y 13 (C13- Efectos de las TIC) inmersas en las dimensiones “concepciones sobre la acción didáctica” y “tecno didáctica”. Además, se compararon las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas que implementan las TIC, y aquellos que aún no lo realizan en sus clases presenciales desde las dimensiones, tales como: la naturaleza de las matemáticas, currículum, concepciones en torno a la acción didáctica y tecno didáctica, donde se distingue entre profesores que implementan los recursos TIC en el proceso de enseñanza de las matemáticas (8 profesores)

y enfocado en distintos tiempos (corto, medio y largo); y aquellos que no lo hacen (4 profesores).

Palabras claves: Concepciones, creencias, profesores de matemáticas, recursos tecnológicos.

ABSTRACT

This doctoral thesis is focused on the conceptions of university mathematics professors regarding the use of technological resources for the teaching of mathematics, therefore, it consists in determining the conceptions of university mathematics professors about the implementation of Information and Communication Technologies for teaching mathematical content. The context where this research was developed were: the University of Cauca and the University of Santiago de Cali located in Colombia (Department of Cauca and Department of Valle del Cauca). Twelve teachers participated, constituting five focus groups. The methodology used had a descriptive qualitative perspective and the data collection instruments were: Interview focused on focus groups and a questionnaire. It is important to highlight that to establish the conceptions, four dimensions were defined: conceptions about mathematics, about curriculum, about the didactic action, and about techno-didactics. From these dimensions thirteen categories were generated and given the need to specify the particular aspects of the dimensions emerging subtopics that helped with the organization of the information. The results identified and characterized five conceptions of university professors on the implementation of Information and Communication Technologies for the teaching of mathematical content, named as follows: 1) Cognitive tools and technologies; 2) Tools to visualize and depict; conception 3) Generation of epistemic obstacles; conception 4) Reorganization of teaching and 5) Dependence on institutional policies. Subsequently, relationships are established between conceptions 1 and 4 through category 10 (C10-Teacher training) and conceptions 1 and 3 through categories 12 (C12-Types of ICT) and 13 (C13-Effects of ICT) immersed in the dimensions "conceptions about didactic action" and "techno-didactics". In addition, the conceptions of university mathematics professors who implement ICT were compared, and those who still do not carry it out in their face-to-face classes from the dimensions, such as: the nature of mathematics, curriculum, conceptions around the didactic action and techno-didactics, where a distinction is made between teachers who implement ICT resources in the mathematics teaching process (8 teachers) and focused on different times (short, medium and long); and those who do not (4 teachers).

Keywords: Conceptions, beliefs, mathematics teachers, technological resources.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Aplicaciones y recursos de software para matemáticas en la web

Tabla 2: Grupos focales

Tabla 3: Periodo sobre la recolección de datos

Tabla 4: Relación de las concepciones y las dimensiones

Tabla 5: Características de los participantes

Tabla 6: Expresiones de los profesores sobre concepción 1 en torno a C7, C8, C9 y C10

Tabla 7: Expresiones de los profesores sobre concepción 1 en torno a C11, C12 y C13

Tabla 8: Expresiones de los profesores sobre concepción 2 en torno a C1 y C2

Tabla 9: Expresiones de los profesores sobre concepción 5 en torno a C4 y C6

Tabla 10: Relación de las concepciones, dimensiones y categorías

Tabla 11: Profesores que implementan recursos TIC vs profesores que no utilizan TIC

Tabla 12: Tiempo que los profesores implementan los recursos TIC

Tabla 13: Relación de los profesores con las concepciones

Tabla 14: Relación de las concepciones y los ejes temáticos

Tabla 15: Concepciones relacionadas a través de las categorías

Tabla 16: Caracterización de las concepciones de los profesores

Tabla 17: Relación de las concepciones 1, 3 y 4 con las dimensiones y categorías

Tabla 18: Producciones académicas generadas de la tesis doctoral

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Colombia

Figura 2: Relación de los ejes temáticos en torno a las dimensiones, categorías y subcategorías

Figura 3: Concepciones relacionados con las dimensiones- ejes temáticos

Figura 4: Relación de la concepción 1 y concepción 4

Figura 5: Relación de la concepción 1 y concepción 4 enfocada en C12

Figura 6: Relación de la concepción 1 y concepción 4 enfocada en C13

Figura 7: Porcentaje de profesores que utilizan recursos TIC vs quien no lo hacen

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	23
1.1. Concepciones de los profesores sobre la matemática	23
1.1.1. Conceptualización sobre la noción de concepción.....	23
1.1.2. Concepciones de los profesores de matemáticas en torno a la naturaleza de los conocimientos matemáticos.....	26
1.1.3. Representaciones gráficas de los conceptos matemáticos.....	28
1.2. Las TIC como recursos	29
1.2.1. Integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas.....	30
1.2.2. Recursos TIC que brindan las universidades para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.....	34
1.2.3. Uso de los recursos TIC en las matemáticas.....	37
1.2.4. Formación de profesores sobre el uso de las TIC.....	39
1.3. Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica.....	42
1.3.1. Implementación de recursos TIC en la enseñanza de matemáticas.....	42
1.3.2. Implementación de los recursos TIC en la evaluación de los contenidos matemáticos	45
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	49
2.1. Participantes	49
2.1.1. Temporalización.....	50
2.2. Contexto	51
2.3. Cuestionario individual	51
2.4. Entrevista semiestructurada en grupos focales.....	52
2.5. Análisis de datos	58
CAPÍTULO III: RESULTADOS	61
Características de los participantes en el estudio	61
Resultados de los grupos focales.....	64
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE DATOS.....	91
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	133

5.1 Conclusiones en torno al objetivo general de la tesis doctoral.....	134
5.2. Limitaciones y perspectivas del estudio.....	139
5.3 Publicaciones generadas a partir de esta investigación.....	140
REFERENCIAS	143

INTRODUCCIÓN

En la investigación en Educación Matemática, un campo de gran interés es el relativo a las concepciones de los profesores. El interés por el estudio de las concepciones de los profesores radica en la influencia que ejercen en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas (Pajares, 1992; Defez, 2005; Bohorquez, 2014; Moreno, 2000; Ponte, 1994; Furtado, 2014, Villota y González, 2017). Por otro lado, esas concepciones pueden estar relacionadas con sus creencias. Por ello, algunos investigadores tienden a utilizar ambos términos como sinónimos o con términos con ligeras diferencias, tal como lo argumentan Dodera et al. (n.d. p. 6):

Thompson (1992) las diferencia explícitamente al expresar que las concepciones están compuestas de creencias y otras representaciones, pero en otros contextos las trata como sinónimos. Llinares (1991) reconoce que entre conocimiento, creencias y concepciones existen diferencias sutiles.

El estudio de esta temática se ha realizado tanto desde el punto de vista general (Hofer y Pintrich, 1997; Koulaidis y Ogborn, 1995; Porlan et al., 1998; Norton et al., 2005; Samuelowicz y Bain, 1992; Hativa, 2000) como particular (Thompson, 1992; Gil y Rico, 2003; Llinares, 1991; D'Amore y Fandiño, 2004; Hudson et al., 1999) centrado en las matemáticas. Sin embargo, se han desarrollado pocas investigaciones de esta índole en el nivel universitario (Moreno, 2000), más aún, las centradas en el uso de las TIC en la enseñanza en dicho nivel, por lo que su estudio resulta de gran interés.

Estas concepciones pueden analizarse desde diferentes campos del conocimiento, tales como: didáctica, pedagogía, psicología, neurociencia, entre otras, ya que se ha verificado que tienen influencia en la práctica pedagógica (Díaz, 2010; Villota y González, 2019; Thompson, 1992; Gil & Rico, 2003; Llinares, 1991; D'Amore & Fandiño, 2004; Hudson et al., 1999). Sin embargo, en esta investigación se tratará de enfocarlas desde el punto de vista del docente de matemáticas.

A pesar de los cambios en la práctica pedagógica que se están produciendo al introducir la tecnología en las aulas, no se está teniendo en cuenta a los profesores y sus concepciones. De

hecho, Goos y Bennison (2002), reconocen que la tecnología juega un papel marginal en las aulas de matemáticas. Por ello, es el momento de analizar las concepciones de los profesores en torno a la implementación y uso de las TIC para la enseñanza de contenidos matemáticos. Se pretende determinar cuáles son los diferentes elementos que integran estas concepciones, tales como la formación en el campo disciplinar (contenidos matemáticos), las experiencias (afectivas-emocionales-académicas), los componentes conductuales, entre otros.

Dentro de las concepciones de los profesores de matemáticas, relativas al uso de las TIC, podemos encontrar aquellas que tienen que ver con el uso que se da a las distintas herramientas tecnológicas tales como móviles, tablet, computadores, entre otros, en el aula. Estas concepciones están ligadas al proceso de integración de los nuevos artefactos tecnológicos durante la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En este estudio, se establecieron cuatro dimensiones para organizar estas concepciones que son: 1) *Concepciones sobre la Matemática*: Se refiere a: “las creencias, conceptos, significados, reglas, imágenes mentales y preferencias relativas a las matemáticas, conscientes o inconscientes del profesor” (Thompson, 1992, p. 132). 2) *Currículum*: Referida al marco socio cultural, ideológico y político del sistema escolar, a las cuestiones del conocimiento histórico y la disciplina. Considera los conceptos que construyen los profesores sobre la elaboración del currículo en la escuela a través del rol de la planificación y de la implicación y sentido de la asignatura y su contenido (Arancibia, Casanova y Soto, 2016, p. 111). 3) *Concepciones sobre la acción didáctica*: Se refiere a la práctica docente como se interconectan con el contenido y los contextos particulares conformando un proceso que tiene fases de preparación, acción y reflexión (Arancibia, Casanova y Soto, 2016, p. 111). 4) *Tecno didáctica*: Se refiere al efecto, relevancia y uso de las TIC. Indican la relación que construye el profesor hacia las TICs, visualizando las orientaciones teóricas y prácticas sobre su efecto en la cultura escolar y en el proceso enseñanza aprendizaje (Arancibia, Casanova y Soto, 2016, p. 111).

Dado lo anterior, *el objetivo general* de esta tesis doctoral es determinar las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación y uso de las TICs para la enseñanza de contenidos matemáticos.

Para alcanzar este objetivo general se trazaron los siguientes objetivos específicos: 1) Caracterizar las concepciones que tienen los profesores universitarios de Matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC. 2) Establecer las relaciones entre las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas a través de las dimensiones. 3) Comparar las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas que implementan las TIC, y aquellos que aún no lo realizan en sus clases presenciales desde dimensiones como: la naturaleza de las matemáticas, el curriculum, y la acción didáctica y tecno didáctica.

Esta tesis doctoral que aborda las concepciones de los profesores universitarios sobre el uso de los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas se articuló a través de cuatro capítulos. El primer capítulo de esta tesis está dedicado al marco teórico sobre las concepciones de los profesores universitarios de matemáticos, el cual fue estructurado en tres ejes teóricos: 1) Concepciones de los profesores sobre la matemática; 2) Las TIC como recursos; 3) Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica. En el primer eje, se abordan temáticas como: la conceptualización de la noción de concepción; concepciones de los profesores universitarios de matemáticas en torno a la naturaleza de las matemáticas y las representaciones gráficas de los conceptos matemáticos. En el segundo eje, se discuten temáticas tales como: la integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas; las infraestructuras y recursos TIC que brindan las universidades para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; la formación de profesores en torno a la utilización y manejo de los recursos tecnológicos en la práctica pedagógica. En el tercer eje, se dialoga sobre las temáticas en torno a la implementación de recursos TIC para la enseñanza de matemáticas y en la evaluación de los contenidos matemáticos.

En el segundo capítulo de esta investigación se desarrolla el diseño metodológico donde se describen de forma detallada diferentes aspectos tales como: obtención de los datos (los cuales se presentan de forma cronológica), características de los participantes, contexto y las técnicas e instrumentos utilizados para la recogida y análisis de datos. Para determinar las características de los participantes se hizo uso de un cuestionario individual que está conformado por los siguientes componentes: formación académica, género, edad, tipo de contratación, experiencia docente universitaria, entre otras; es decir, se trataron aspectos biográficos. Para la recolección de los datos en torno a las concepciones de los profesores

universitarios se realizó una entrevista en grupos focales donde su estructura surgió a partir de preguntas diseñadas durante el desarrollo de este estudio investigativo.

En el tercer capítulo de esta investigación se presentan los resultados enfocados en dar respuesta al objetivo general trazados en esta tesis doctoral; los cuales se organizaron de la siguiente forma: 1) en primer lugar se caracteriza a los participantes en el estudio, mediante las respuestas realizadas al cuestionario; y 2) en segundo lugar se dio respuesta a los tres objetivos planteados a través de los datos obtenidos en las entrevistas en los grupos focales.

En el cuarto capítulo se presenta la discusión de los datos, donde se hace en contraste entre los datos obtenidos y los referentes teóricos que integran el marco teórico con el propósito de modelar la teoría con los datos recolectados.

En el quinto capítulo de esta investigación se presentan las conclusiones en torno al desarrollo de la investigación donde se muestra el cumplimiento del objetivo general a través de los objetivos específicos mediante la metodología, el marco teórico y los datos recolectados; los cuales se integran y conforman una armonía en el desarrollo de esta tesis doctoral.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

El marco teórico de esta investigación se centra en las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC para la enseñanza de contenidos matemáticos, estableciéndose tres ejes teóricos fundamentales.

En el primer eje, denominado “concepciones de los profesores sobre la matemática”, se abordan las siguientes temáticas: conceptualización en torno a la noción de concepción; concepciones de los profesores universitarios de matemáticas en torno a la naturaleza de las matemáticas y las representaciones gráficas de los conceptos matemáticos.

En el segundo eje, denominado “las TIC como recurso” se discutirán las siguientes temáticas: Integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas; infraestructuras y recursos TIC que brindan las universidades para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; el uso de los recursos TIC en las matemáticas y la formación de profesores en torno a la utilización y manejo de los recursos tecnológicos en la práctica pedagógica.

En el tercer eje, denominado “Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica” se dialoga sobre las siguientes temáticas: 1) Implementación de recursos TIC en para la enseñanza de matemáticas y 2) Implementación de los recursos TIC en la evaluación de los contenidos matemáticos.

1.1. Concepciones de los profesores sobre la matemática

En este eje se aborda la conceptualización sobre las concepciones acerca de las matemáticas de los profesores, así como qué contenidos matemáticos son susceptibles o no de utilizar los recursos TIC así como las representaciones gráficas de los conceptos matemáticos mediante los recursos TIC y estrategias procedimentales implementadas para demostrar y argumentar matemáticamente.

1.1.1. Conceptualización sobre la noción de concepción

Desde épocas antiguas, la sociedad ha concebido una gran diversidad de ideas, conceptos, teorías, algoritmos y demás elementos conceptuales. Al respecto, el ser humano ha construido diferentes concepciones de los elementos conceptuales y teóricos, que le han permitido realizar eficazmente, tareas que forman parte de su cotidianidad. La parte cognitiva del sujeto

vinculada con la estructura mental que desarrolla para realizar una determinada actividad, determina sus concepciones, brindando a los investigadores, la oportunidad de analizar dicha 'realidad', o por lo menos acercarse a ella desde su cotidianidad (Vilanova, Mateos y Basilisa, 2011). En primera instancia, podríamos decir que las concepciones se encuentran visiblemente representadas en las distintas actividades vinculadas a la cotidianidad de los sujetos.

En la investigación educativa, particularmente la educación matemática, ha centrado su interés en la investigación sobre el conocimiento, las concepciones y las creencias de los profesores de matemáticas como factores determinantes de su práctica profesional (Houston, 1990; Thompson, 1992; Llinares, 1998; García, 1997; Gil y Rico, 2003; Conteras, 1998). Las concepciones de los profesores de matemáticas constituyen un tema de interés en el campo de la educación matemática, máxime cuando existen pocos estudios al respecto. La base de datos Scopus por ejemplo, donde previamente se realizó la búsqueda alrededor de "las concepciones de los profesores de matemáticas", arroja un resultado solo de 523 documentos de 1990 a noviembre de 2020.

En relación a lo anterior, surge la pregunta: ¿Qué se entiende por 'concepción'? Según, el Diccionario de las Ciencias de la Educación de Castro-Kikuchi (2005, p. 136) citado por Arancibia y Badia (2015), las concepciones se pueden definir como:

[...] 1. Conjunto de principios, valores, convicciones y puntos de vista acerca de la realidad que determinan la actitud hacia ella y la orientación de la actividad de una persona, un grupo, una clase social o la sociedad en su totalidad. 2. La concepción está configurada por la unión más o menos armónica de elementos pertenecientes a todas las formas de la conciencia social (es decir, por criterios filosóficos, políticos, morales, estéticos, etc. [...]) (p. 34).

Las concepciones son elementos fundamentales que influyen en la toma de decisiones del sujeto, antes de realizar una determinada tarea que se puede desarrollar individualmente o en grupo. Las concepciones del ser humano están ligadas a la conciencia social que se genera a través de los valores, principios morales, conductas y experiencias que direccionan las acciones del sujeto y también las relaciones sociales e individuales. De acuerdo con Crespo (2018), las concepciones no necesariamente deben ser acorde a las conductas del sujeto, es

decir, puede acontecer que las concepciones que manifiesta un profesor y su práctica docente sean opuestas. Los profesores universitarios de matemáticas, por ejemplo, expresan verbalmente sus concepciones en relación a los contenidos matemáticos, metodologías y evaluación; aunque estas no necesariamente se reflejen en su práctica pedagógica.

En esta dirección, Gil y Rico (2003), asumen las concepciones como marcos implícitos que tienen una determinada estructura, cuyo propósito es organizar diferentes conceptos de naturaleza cognitiva que se ajustan a la forma de realizar una tarea específica. Las concepciones están conformadas por marcos ligados a las estructuras, las cuales ayudan a organizar los conocimientos adquiridos por el sujeto, permitiéndole realizar distintas actividades de forma más adecuada y eficaz.

De manera análoga, Pehkonen (2006) define las concepciones como aquellas creencias consistentes; donde las concepciones forman un grupo dentro del conjunto de las creencias. Encontramos aquí entonces, que las creencias son asumidas como el conocimiento subjetivo de un individuo, influenciado directamente por elementos como la experiencia, las emociones y demás sensaciones. De manera general, las concepciones son un tipo de creencias consistentes; tienen una estructura compuesta por diferentes elementos como el conocimiento, la experiencia, los conceptos, las teorías y demás, que fortalecen la consistencia de la concepción.

En este sentido, las concepciones y las creencias están relacionadas, por lo que Gil y Rico (2003), argumentan que:

[...] Las creencias son verdades personales indiscutibles sustentadas por cada uno, derivadas de la experiencia o de la fantasía, que tienen un fuerte componente evaluativo y afectivo (Pajares, 1992). Las creencias se manifiestan a través de declaraciones verbales o de acciones (justificándolas). [...] Tanto las concepciones como las creencias tienen un componente cognitivo, la distinción entre ambas reside en que las primeras son mantenidas con plena convicción, son consensuadas y tienen procedimientos para valorar su validez, y las segundas, no (Thompson, 1992) [...] (p. 28).

De este modo, los conceptos de las concepciones y las creencias se encuentran tan ligados que diversos autores tienden a asumirlas como sinónimos, tal como lo ha hecho Thompson (1992) que, aunque las diferencia directamente al manifestar que las concepciones se conforman a través de las creencias, trata los conceptos como sinónimos. Análogamente, Llinares (1991) expresa que existen diferencias sutiles entre creencias y concepciones por lo que en distintos contextos termina asumiendo los conceptos como sinónimos.

Hudson, Buchberger, Kansanen y Seel (1999), consideran que las concepciones están ligadas a una estructura mental generalizada, la cual abarca creencias, significados, conceptos y demás. La distinción entre creencias y concepciones puede resultar un tanto tediosa, o no ser distinguibles dichos conceptos; razón por la que podría ser más natural, tratar de referirse a las concepciones de las matemáticas de los profesores (como disciplina) que a las creencias sobre las matemáticas.

En relación con lo anterior, en esta tesis doctoral se asumen las concepciones como aquellas estructuras mentales generalizadas o marcos organizadores implícitos de conceptos que están relacionadas con la parte cognitiva del sujeto, las cuales, tienen como objetivo organizar diferentes conceptos, para así, realizar una determinada actividad; es decir, las concepciones están relacionadas con distintos elementos como, por ejemplo: conceptos, teorías y significados (Thompson, 1992; Gil y Rico, 2003; Llinares, 1991; Hudson et al., 1999; Crespo, 2018; Pehkonen, 2006).

1.1.2. Concepciones de los profesores de matemáticas en torno a la naturaleza de los conocimientos matemáticos

Las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas, están relacionadas con toda una estructura mental vinculada a elementos como conceptos, teorías, significados, creencias, reglas, imágenes, entre otros. En palabras de Thompson (1992, p. 132) citado por López, Aldana y Erazo (2018):

Una concepción del profesor sobre la naturaleza de las matemáticas puede verse como creencia, concepto, significado, regla, imagen mental y preferencia, consciente o inconsciente del profesor en relación a las matemáticas. Estas creencias, conceptos,

puntos de vista y preferencias, constituyen los rudimentos de una filosofía de las matemáticas.

El conocimiento en torno a las matemáticas que el profesor universitario tiene al enseñar, no solo se limita al manejo del contenido matemático inmerso en teorías, sino también a sus concepciones sobre las matemáticas. Las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de las matemáticas, está ligada a los contenidos matemáticos, los cuales están relacionados con diferentes elementos como: teorías, conceptos, postulados, axiomas, entre otros que hacen parte de la estructura del conocimiento matemático.

Ernest (1989) citado por Andrews y Hatch (1999), describe tres concepciones que los profesores de matemáticas sobre la naturaleza de las matemáticas, tales como: a) la resolución de problemas; b) la platónica; y c) la instrumentalista. La concepción de resolución de problemas asume las matemáticas a través de problemas dinámicos que se genera a partir de la investigación humana; es decir, esta concepción describe posturas falibilistas, donde los profesores (son activos) reconocen la construcción social en las matemáticas, abiertas a la revisión de conceptos y sus demostraciones. La concepción platónica está ligada a un cuerpo estático pero unificado de conocimientos; es decir, se describe a partir de una filosofía absolutista donde la matemática es un cuerpo inmutable de conocimiento, por lo que la creatividad se genera a través de la investigación, y los profesores (son pasivos) transmiten sus conocimientos de formas bien definidas. Estas concepciones absolutistas, se presentan, por ejemplo, en la obra de Cantor respecto a los conjuntos infinitos y las dudas que emergieron en torno a la noción del conocimiento matemático enfocado en la 'verdad absoluta'. La concepción instrumentalista por último, se conforma a través de un conjunto de hechos, reglas y habilidades que no necesariamente deben estar relacionadas.

Las concepciones que presenta Ernest (1989), se encuentran directamente relacionadas con la naturaleza de los conocimientos matemáticos de los profesores de matemáticas, estableciéndose diferentes elementos como: los problemas dinámicos, la creatividad, la investigación, las habilidades, las reglas y otros, que integran la idea de concepción sobre las matemáticas. De este modo, las concepciones sobre la naturaleza de la matemática falibilistas y platónicas son antagónicas puesto que destaca la investigación de los problemas dinámicos y el absolutismo del conocimiento matemático. Mientras que las concepciones

instrumentalistas están centradas en el uso de teorías, modelos, etc. que no necesariamente deben estar ligadas para establecer el conocimiento matemático.

En esta misma dirección, Hoz y Weizman (2008) consideran las concepciones de las matemáticas ‘estático-estable’ y ‘dinámico-cambiante’, donde se agrupan todas las características de los expertos en matemáticas que se comportan como dicotomizadores, razón por la que son clasificadas acertadamente en el campo de la psicología (Ejemplo: extroversión e introversión, analítica y global). En otras palabras, las concepciones estático-estables se refieren a las concepciones donde los profesores asumen las matemáticas a priori e infalible; por lo que las matemáticas es un cuerpo de conocimientos y técnicas. En cuanto a las concepciones dinámico-estables asumen las matemáticas a través de la resolución de problemas; es decir las matemáticas están enfocados por problemas contextualizados donde se integran diversos elementos como: creatividad, procesos heurísticos, conjeturas, etc.

En este sentido, las concepciones de las matemáticas “dinámico-cambiantes” y “resolución de problemas” asumen los conceptos matemáticos de forma dinámica, por lo que para su construcción se pueden implementan diversos recursos didácticos tales como: recursos TIC, estrategias procedimentales, tareas matemáticas entre otras que fortalezcan su representación gráfica. Sin embargo, es importante resaltar que no todos los conocimientos matemáticos se pueden visualizar mediante dichos recursos didácticos (Coloma, Labanda, Michay y Espinoza, 2020; Grisales, 2018; Ramírez, 2015; Salat, 2013).

1.1.3. Representaciones gráficas de los conceptos matemáticos

En esta sección se abordan las representaciones gráficas de diferentes conceptos matemáticos mediante el uso de los recursos TIC con el propósito de relacionarlas con las concepciones de los profesores de matemáticas enfocadas en la naturaleza de las matemáticas. Las representaciones gráficas de los conceptos matemáticos a través de los recursos tecnológicos se usan para visualizar los objetos matemáticos, resolver tareas matemáticas, desarrollar estrategias procedimentales, teoremas, propiedades entre otros.

Las computadoras se han usado para la representación de algunos conceptos matemáticos con el propósito de desarrollar diferentes demostraciones de teoremas. Precisamente, hace

algunos años se utilizó la computadora para realizar la demostración del teorema del mapa de cuatro colores, tal como lo argumentan Appel y Haken (1977) citado por Salat (2013):

[...] Uno de los usos más difundidos de la computadora en el terreno de las matemáticas fue para demostrar el teorema del mapa de cuatro colores. El teorema existía como una conjetura desde 1852. A grandes rasgos, el teorema afirma que solamente se requieren cuatro colores para iluminar un mapa plano sin que dos regiones adyacentes compartan el mismo color. La computadora ayudó a reducir el número de casos particulares a considerar en la demostración (p. 64).

Las concepciones de los profesores sobre las representaciones gráficas de los objetos matemáticos mediante los recursos TIC influyen en su visualización (comportamiento). Así, Hernández (2015) argumenta que las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas en torno a la implementación de recursos TIC, particularmente de software (GeoGebra y Winplot) para realizar demostraciones sobre el teorema fundamental del cálculo diferencial, ayuda y fortalece la interpretación geométrica de distintos objetos matemáticos.

En este sentido, la representación gráfica realizada mediante recursos TIC (software) para desarrollar demostraciones matemáticas son herramientas de apoyo que ayudan a visualizar y observar el comportamiento de los objetos matemáticos con la finalidad de interpretar y comprender geoméricamente el comportamiento de los mismos desde diferentes contextos matemáticos (Conjunto de números, métrica, posiciones, desplazamiento, etc.). El uso de los recursos tecnológicos para realizar demostraciones matemáticas, influencia las diferentes concepciones de los profesores en torno a la demostración ya que estas herramientas deben permitir una comprensión (argumentos deductivos) ligada a la naturaleza de matemáticas (Lupiáñez, 2000).

1.2. Las TIC como recursos

En este eje se abordarán las siguientes temáticas: 1) Integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas; 2) recursos TIC que brindan las universidades para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; 3) El uso de los recursos TIC en las matemáticas y 4) Formación de profesores sobre el uso de las TIC. En la temática 1) se

desarrollan los temas en torno a los elementos correspondientes al proceso de integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas. En la temática 2) se debatirán sobre los diferentes tipos de recursos TIC tales como: dispositivos (computador, video beam, etc.) y software educativos que las universidades ofrecen al profesor y estudiante para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En la temática 3) se discutirán temas sobre el uso de los recursos TIC para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En la temática 4) se dialoga sobre temas ligados a la formación de los profesores universitarios de matemáticas en torno al uso, manejo y contextualización de los recursos TIC en la práctica pedagógica.

1.2.1. Integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas

Las reformas curriculares intentan vincular las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con el propósito de que el estudiante se apropie de los diferentes contenidos curriculares. Así, Grisales (2018) manifiesta que los profesores universitarios de matemáticas implementan los recursos tecnológicos por iniciativa personal, por lo que no se encuentran visibles en los planes de curso, documentos institucionales, entre otros.

En países en desarrollo, como Colombia, las diferentes reformas curriculares consideran importante la integración de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; estas herramientas también incluyen los recursos digitales para la adquisición de los contenidos matemáticos. Así, se han incentivado programas como ‘Colombia digital’, cuyo propósito es integrar las TIC en el proceso de aprendizaje y enseñanza de diferentes áreas particularmente de las matemáticas. El interés de aprovechar las tecnologías como eje de desarrollo económico y social, es una idea adherida de todos los países de América Latina para fomentar el desarrollo social de varios sectores.

El esquema del currículo en las matemáticas en el contexto universitario, juega un papel fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos curriculares matemáticos, establecidos a través de instituciones educativas gubernamental. Las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas se encuentran relacionadas con el currículo de matemáticas a través de los planes de curso, las políticas institucionales, los tipos de contrataciones de profesores.

Las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas se ven influenciadas en la adaptación de los planes de estudio en el contexto universitario, particularmente cuando se integran los recursos TIC, tal como lo argumentan Juan, Huertas, Cuypers y Lonch (2012):

Los departamentos universitarios de todo el mundo han hecho uso de sus capacidades tecnológicas para diseñar nuevos planes de estudio que promuevan la comprensión conceptual y no solo los conocimientos procedimentales. Sin embargo, puesto que la implementación no es algo fácil, especialmente en el campo de las matemáticas, nos enfrentamos a numerosos retos. Algunos de estos retos se deben a las características demográficas intrínsecas de la llamada «generación de internet», mientras que otros se deben a la naturaleza consustancial de las matemáticas [...] (p. 87)

Los nuevos retos que propone la integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas en el contexto universitario están ligados a las concepciones de los profesores de matemáticas tanto el campo de las matemáticas como en la práctica pedagógica. Es decir, que la integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas está relacionado con las concepciones de los profesores en torno al manejo, uso y contextualización de los recursos TIC y los contenidos matemáticos.

En este sentido, los cambios generados constantemente en los currículos través de las reformas curriculares, influye en las concepciones de los profesores de matemáticas. En Brasil, el estudio de Campos y Pinto (2016) en torno a los cambios curriculares en la Educación Superior, muestra como el Gobierno Federal lanzó en 2007 el Programa de Apoyo a los Planes de Reconstrucción y Ampliación de Universidades Federales (REUNI), destinado a ampliar el número de matrículas en las universidades públicas. El objetivo de esta investigación fue crear un nuevo modelo de prácticas docentes para el primer curso del área de Ciencias Exactas. En los resultados se evidenció cómo las concepciones de los profesores promueven y restringen las propuestas de cambio que consiste en la integración de recursos TIC para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en los semestres iniciales.

Las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas, influyen en el fortalecimiento y las restricciones en torno a las diferentes propuestas gubernamentales ligadas a la enseñanza, reflejándose en las diferentes actividades académicas como el

desarrollo de los cursos, la retroalimentación de planes de curso, las políticas educativas y demás. Es importante orientar a los profesores universitarios de matemáticas en la elaboración de nuevas propuestas pedagógicas, con el propósito de repensar las reformas curriculares en los departamentos de las universidades.

En relación a lo anterior, Carneiro y Brancaglioni (2010) realizan un estudio enfocado en el tema de las concepciones de los profesores universitarios en torno a la implementación de recursos TIC en los cursos de Licenciatura en Matemáticas de la Universidade Federal de São Carlos, donde se muestra que las concepciones generan discusiones en torno a las fortalezas y debilidades (limitaciones) del manejo y uso de los recursos TIC en los diferentes cursos ofrecidos, los cuales fueron enfocados en la enseñanza de las matemáticas. La Universidade Federal de São Carlos tiene como prioridad el desarrollo de cursos de Licenciatura en Matemáticas a través del uso de las TIC, sin priorizar las asignaturas de informática dentro del plan de estudios.

La integración de TIC requiere de cambios para la enseñanza de los contenidos matemáticos, tal como lo argumentan Carneiro y Brancaglioni (2010):

El uso de tecnologías por parte de los profesores en su práctica de aula exige cambios en los cursos de formación inicial. [...]. Otros cambios deben ocurrir en las metodologías utilizadas en estos cursos y en las concepciones de los formadores de docentes sobre el profesional que están formando. Estas transformaciones se hacen explícitas en las Directrices Curriculares Nacionales para la Formación Docente: “las iniciativas para asegurar que el futuro docente aprenda a utilizar, en el ejercicio de la docencia, la computadora, la calculadora, internet y cómo manejar los programas y software educativos son aún raras” (p. 24).

La integración del recurso de TIC en los planes de los cursos de matemáticas ligados al programa de Licenciatura en Matemática, sufren cambios en diferentes aspectos, entre ellos las metodologías y las tareas para la enseñanza de las matemáticas. Cuando la Universidade Federal de São Carlos apuesta a la integración de los recursos TIC desde sus primeros cursos en la Licenciatura en Matemáticas, su prioridad no es la aplicación de la informática, sino

más bien la utilización de recursos TIC aplicados directamente a las matemáticas con el propósito de promover cambios en las posturas didácticas del profesor universitario.

Frente al panorama de incluir las nuevas tecnologías en el currículo académico, se debe prestar especial importancia a las concepciones de los profesores tal como lo manifiestan Arancibia y Badia (2015, p. 63):

La investigación educativa, así como reconoce el rol fundamental de los profesores en la renovación educacional, también plantea la importancia de su papel en la incorporación curricular de tecnologías (Suárez, Almerich, Gargallo y Aliaga, 2013). La interrelación de estas reflexiones pone de manifiesto que es necesario profundizar en el estudio de las concepciones sobre aprender y enseñar, y su relación con la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el aula.

Actualmente, nos enfrentamos al desafío de reestructurar el currículo, en el campo de las matemáticas, introduciendo nuevas herramientas tecnológicas como las plataformas virtuales, softwares educativos y demás, que intentan fortalecer y/o favorecer el aprendizaje y aplicación de conocimientos del ámbito científico y tecnológico. De acuerdo con Moreno y Azcárate (2003, p. 278), esto implica “[...] La necesidad de un debate y reflexión seria sobre la utilidad, interés e importancia de los contenidos actuales para un aprendizaje y una enseñanza mediatizada por las nuevas tecnologías y condicionada por las demandas sociales”.

En relación con lo anterior, la integración de recursos tecnológicos en el contexto universitario, influye en las concepciones de los profesores y por ende en elementos como los planes de curso, los planes de estudio, los contenidos curriculares, entre otros, que por ende, deben repensarse cuando se implementan los recursos TIC. De manera general, la integración de recursos tecnológicos para la enseñanza de las matemáticas necesita ser repensada por los profesores universitarios de matemáticas para incluirlos como parte integral en los diversos currículos.

1.2.2. Recursos TIC que brindan las universidades para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

La infraestructura tecnológica de las universidades y la apropiación de los recursos TIC juegan un papel importante en las concepciones de los profesores universitarios y por ende influyen en los procesos de enseñanza y aprendizaje. De este modo, los recursos tecnológicos han ayudado a la transformación de las universidades, sin embargo, su adquisición aún en diferentes contextos universitarios sigue siendo problemática, tal como lo argumentan Torres, Barona, García (2010):

La universidad se está transformando e indudablemente las TIC están contribuyendo a ello. Los centros universitarios enfrentan nuevos retos y requerimientos que las sociedades de la información y del conocimiento les imponen de manera ineludible. Los países en desarrollo en general, y las universidades públicas estatales en particular, enfrentan grandes dificultades y obstáculos en la adquisición, promoción e incorporación de las TIC en función de la innovación y la creación de modelos de docencia e investigación (p. 107).

La integración de los recursos TIC en el contexto universitario constituye un gran reto para cada universidad tanto en su adquisición como también en el manejo de los mismos para ser manipulados por los profesores y contextualizados en su práctica pedagógica. En otras palabras, la implementación de recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la universidad no solo se enfoca en la adquisición de los recursos TIC (infraestructura) y manejo sino también a la contextualización en la práctica pedagógica del profesor en aras de que estas herramientas ayuden en el proceso de apropiación de los contenidos matemáticos.

La utilización de los recursos TIC en la universidad han generado nuevos entornos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, tal como lo manifiesta Socas (2016):

[...] El entorno tecnológico aparece también como un cambio significativo, se supone que es necesario realizar parte de este trabajo en grupo, [...] Estos planteamientos chocan con las clases de Matemáticas actuales claramente distribuidas en filas de

pupitres donde los alumnos trabajan callados e individualmente en una serie de ejercicios de papel y lápiz (p. 282).

El uso de los recursos TIC transforma el rol del profesor en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que le permite abandonar el papel de transmisor de conocimiento y le brinda elementos para que tanto el estudiante como el profesor accedan a la información del conocimiento (Meneses, 2007).

En este sentido, es importante resaltar que existen diferentes universidades a nivel mundial que utilizan las plataformas virtuales educativas (IWT-Intelligent Web Teacher, EVA, Virtualnet 2.0, Moodle, etc.) como herramientas didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Juan et al., 2012; Vega, Niño y Cárdenas, 2015; Mendoza, Burbano y Valdivieso, 2019; Sucerquia, Londoño, Jaramillo y De Carvalho, 2016). Algunas plataformas virtuales educativas adquiridas por las universidades requieren de licencias para ser utilizadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, brindándoles al profesor y al estudiante herramientas alternas que fortalezcan los procesos de apropiación de contenidos curriculares.

En relación a lo anterior, Vega, Niño y Cárdenas (2015) realizan un estudio en torno a la enseñanza de las matemáticas Básicas a través de las plataformas virtuales educativas (EVA-Virtualnet 2.0) en el contexto universitario, donde el uso de recursos tecnológicos se ha implementado en las diferentes metodologías utilizadas en las aulas de matemáticas con el propósito de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Estas plataformas virtuales educativas brindan un espacio de trabajo diferente para la enseñanza de los contenidos matemáticos, por lo que distintas universidades han creado estos espacios teniendo en cuenta sus necesidades.

Por otro lado, es importante resaltar que las universidades deben proporcionar apoyo al profesor para el manejo, uso y contextualización de los recursos TIC en la práctica pedagógica a través de capacitaciones, conferencias, talleres, especializaciones, etc. que contribuyan en la formación del profesor en aras de fortalecer el proceso de enseñanza de los contenidos matemáticos, tal como lo argumenta Echeverría (2014):

Esta incorporación de las TIC en el currículo educativo presenta limitaciones, las cuales se originan por diversos factores. El manejo por parte del profesorado de las herramientas tecnológicas a veces es pobre o inexistente, así como su conocimiento de las posibles aplicaciones didácticas. Se vuelve prioritaria la formación y capacitación permanente en TIC, lo cual no es una tarea fácil. Las mismas herramientas se modifican, cambia el software y el equipamiento es caro y necesita mantenimiento y constantes actualizaciones (p. 4).

El proceso de formación en torno al manejo y uso de los recursos tecnológicos está ligado con las concepciones de los profesores de matemáticas, las cuales juegan un papel importante en la contextualización de los contenidos matemáticos y los recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En otras palabras, las concepciones de los profesores son fundamentales no solo en el proceso de formación sobre el manejo y uso de los recursos tecnológicos sino también en la contextualización de los objetos matemáticos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Así, Vega, Niño y Cárdenas (2015) argumentan que: “[...] se requiere de una evaluación, capacitación y reflexión continua por parte del docente frente al uso y pertinencia de las herramientas tecnológicas en las diferentes modalidades de educación” (p. 182). De este modo, las concepciones de los profesores de matemáticas están inmersas en las capacitaciones en torno al uso y manejo de los recursos TIC, las cuales generan procesos de reflexión constante a través de la contextualización de los contenidos matemáticos y las herramientas tecnológicas.

En relación con lo anterior, la trascendencia de los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas que brinda cada universidad dependerá de los recursos que invierta para la infraestructura (Dispositivos y software) y la alfabetización que se les brinde a los profesores para ser contextualizados en la práctica pedagógica. En otras palabras, las universidades no solo deben ofrecer el acceso a los recursos TIC sino también proveer las capacitaciones necesarias a los profesores teniendo en cuenta sus concepciones en relación al uso y manejo de recursos tecnológicos.

1.2.3. Uso de los recursos TIC en las matemáticas

Existen diversas temáticas ligadas a los conocimientos matemáticos tales como: geometría plana, geometría tridimensional, geometría diferencial, pre-cálculo, cálculo, estadística, trigonometría, ecuaciones diferenciales, algebra vectorial, probabilidad, análisis numérico entre otros que son susceptible al uso y manejo de los recursos TIC (Coloma et al., 2020; Grisales, 2018; Ramírez, 2015; Salat, 2013; Pizarro, 2009). Así, por ejemplo, a través del software mathematica 10 se desarrollan herramientas tecnológicas que facilitan su aplicabilidad en algunos temas como: funciones, operaciones con funciones, límites entre otros que hacen parte del cálculo en el contexto universitario (Ramírez, 2015).

Precisamente, Coloma et al. (2020) presentan diferentes recursos TIC, particularmente software educativo, que son implementados para la visualización de algunos contenidos matemáticos (categoría), tal como se muestra a continuación:

Categoría	Aplicación	Descripción
Aritmética	Calculadoras matemáticas	Selección de diferentes tipos de calculadoras online para hacer operaciones de forma rápida y sencilla.
Geometría	Descartes	Permite crear objetos interactivos, diseñada especialmente para la matemática, aunque aplicable también a otros temas y asignaturas; además de trabajar geometría, se pueden crear gráficos de álgebra, estadística o funciones.
	GeoGebra	Software matemático multiplataforma para crear simulaciones que relacionan el álgebra con la geometría, para ayudar a los alumnos a comprender los conceptos de forma visual e interactiva.
Álgebra	Math Papa	Calculadora de álgebra que resuelve la ecuación paso a paso, para que el alumno comprenda el proceso; también incluye lecciones para aprender o repasar actividades interactivas para practicar no solo álgebra sino también otros temas.
Funciones y gráficas:	Desmos	Aplicación online para representar y estudiar funciones de forma gráfica. Cuenta con una base de datos de actividades ya creadas por profesores que se puede utilizar.
	Algeo Graphing Calculator	Aplicación para Android donde se pueden introducir y dibujar funciones de forma sencilla desde el móvil o la tableta.

Videos	Khan Academy	Lecciones de Matemática organizadas por niveles educativos y temas para ir aprendiendo poco a poco, desde lo más básico hasta lo más completo.
Juegos y actividades interactivas	Buzzmath (en inglés)	Plataforma online creada por un equipo de profesores de matemática que cuenta con más de 3.000 problemas matemáticos y facilita la enseñanza y el aprendizaje a través de ejercicios interactivos y visuales.
Matemáticas prácticas	Sector matemática	Sitio web con multitud de ideas para aplicar la matemática con el mundo real: cuentos, imágenes, sellos con inspiración matemática, canciones, usos en el arte, la medicina o el deporte. También se estructura por niveles educativos, perfecta para curiosear y extraer un montón de materiales para la clase.
	Matemática de cine	Blog del profesor Ángel Requena Fraile dedicado a comentar y recomendar películas en las que los conceptos matemáticos tienen mayor o menor protagonismo. Siendo una forma de afrontar la asignatura a través del séptimo arte.
	Experiencing Maths	Mini sitio con propuestas educativas para poner en práctica la matemática observando el mundo que nos rodea e interactuando proactivamente.

Tabla 1: Aplicaciones y recursos de software para matemáticas en la web

Fuente: Coloma et al. (2020, p. 11)

Por otro lado, la integración de los recursos TIC (software educativos) para la visualización y representación de algunos contenidos matemáticos están relacionados con las concepciones de los profesores de matemáticas y por ende pueden transformar las concepciones en torno a la naturaleza de las matemáticas, generando efectos dinámicos en los objetos matemáticos (Grisales, 2018).

Las concepciones de los profesores en torno al uso y manejo de los recursos TIC para la naturaleza de los conocimientos matemáticas ligadas a las matemáticas puras se relacionan con otros tipos de conocimientos. Es importante resaltar que existen diversos conocimientos matemáticos que son menos susceptibles a utilizar los recursos TIC, los cuales están ligados a la matemática pura (álgebra moderna, análisis funcional, topología, análisis, teoría de números, etc.) que se ocupa del análisis de estructuras abstractas y por ende ofrece una gran cantidad de modelos estructurales. Sin embargo, el implementar recursos TIC para

representar algunos los conocimientos de matemáticas puras requieren de diferentes tipos de conocimientos tales como: programación, circuitos, electricidad, entre. (Hayek, 1990; Montero, 2008; Murray-Lasso, 2009).

1.2.4. Formación de profesores sobre el uso de las TIC

La implementación de los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas genera en el profesor de matemáticas la necesidad de conocer diferentes características de dichos recursos tecnológicos, tales como: funcionalidades, propiedades, manejo, entre otros. De esta manera, cuando el profesor de matemáticas utiliza los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje se enfrentan a distintos retos, como por ejemplo: manejo y acceso de los recursos TIC, etc., por lo que se hace importante abordar la formación de los profesores en torno al manejo y uso de los recursos TIC.

La integración de los recursos TIC en el campo educativo de las matemáticas le brinda al profesor herramientas didácticas para su práctica pedagógica, invitándolo a transformar sus concepciones ligadas al paradigma tradicional, tal como lo argumentan Martínez y Hernández (2014):

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) les ofrecen un variado espectro de herramientas, que pueden ayudarles a transformar las clases actuales centradas en el profesor, aisladas del entorno y limitadas al texto de clase en entornos de conocimiento rico, interactivo y centrado en el alumno. [...]. Pero también deben plantearse como meta primordial, transformar el paradigma tradicional de enseñanza. Es evidente entonces que, para alcanzar esta meta, debe producirse un cambio en la concepción tradicional del proceso de instrucción y una nueva comprensión acerca de cómo las nuevas tecnologías digitales pueden ayudar a crear nuevos ambientes (p. 2).

La transformación de las concepciones del profesor de matemáticas relacionadas con la integración de los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, debe hacerse de manera no traumatizante para el mismo (Grisales, 2018; Echeverría, 2014; López y Chaves, 2013). Sin embargo, la formación de los profesores en torno a las TIC debe ser un proceso continuo tal como lo argumentan López y Chaves (2013):

La formación docente en TIC debe ser un proceso permanente de adquisición y desarrollo de conocimientos y habilidades, pero también de nuevas actitudes ante una educación más flexible y abierta, indispensable para que los estudiantes de hoy se interesen por analizar y comprender su realidad y puedan satisfacer sus necesidades formativas de manera más acorde con su estructura cognitiva. En medio de esto, hay que considerar sus propios límites, perspectivas y visión de cambio (p. 6).

Una escasa formación sobre los recursos tecnológicos de los profesores puede limitar su utilización o generar obstáculos epistémicos, por lo que las capacitaciones permanentes enfocadas en los mismos se tornan relevantes, como lo manifiesta Echeverría (2014):

El manejo por parte del profesorado de las herramientas tecnológicas a veces es pobre o inexistente, así como su conocimiento de las posibles aplicaciones didácticas. Se vuelve prioritaria la formación y capacitación permanente en TIC, lo cual no es una tarea fácil. Las mismas herramientas se modifican, cambia el software y el equipamiento es caro y necesita mantenimiento y constantes actualizaciones (p. 4).

La formación de los profesores de matemáticas sobre el manejo y uso de recursos tecnológicos debe estar ligada a la participación de diferentes actividades académicas y no académicas, como por ejemplo: capacitaciones, seminarios, cursos, talleres, simposios, documentos, tutoriales, entre otros que le permitan al profesor enriquecer sus conocimientos sobre el uso y manejo de los recursos TIC en aras de integrarlos de forma adecuada en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En este sentido, el apoyo de la universidad a través de capacitaciones para la formación de los profesores de matemáticas en torno al uso y manejo de los recursos TIC es importante, ya que la integración de recursos tecnológicos en la práctica pedagógica conforman un reto. Así, Martínez et al. (2006) citado por López y Chaves (2013) evaluaron los resultados sobre diferentes capacitaciones docentes en torno al uso de las TIC donde a pesar que participaron 109 profesores de manera voluntaria únicamente 18 implementaron los recursos TIC en los procesos de enseñanza de las matemáticas.

En esta dirección, la implementación de los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas genera la confrontación de las concepciones de los profesores de matemáticas, tal como lo manifiesta Cabrero (2003, p. 7) citado por Echeverría (2014):

La integración de estos nuevos medios hace necesario que desde el ámbito de la formación de los profesores se afronte la concepción del docente y su nuevo perfil social y reflexionar sobre problemas que van más allá de la alfabetización mediática que demanda la integración de las nuevas tecnologías en el contexto educativo (p.6)

De este modo, la implementación de los recursos TIC en la práctica pedagógica genera la confrontación de las concepciones del profesor y su nuevo perfil social donde se requiere repensar las diferentes problemáticas que trasciende la alfabetización mediática en torno al uso de los recursos TIC en el campo educativo. Así, es innegable el impacto que la utilización de los recursos tecnológicos tiene en las concepciones del profesor matemáticas y por ende en su perfil social.

En relación con lo anterior, en el estudio de Cardoso y Morales (2017) relacionado con las concepciones de los profesores universitarios de la Facultad de Ciencias de la Universidad del Tolima en torno al uso de los recursos tecnológicos, se muestran diversas concepciones, algunas más desactualizadas que otras. Adicionalmente, en este mismo estudio se evidencia a través de las concepciones de los profesores universitarios de matemáticos que ellos no poseen formación específica sobre el uso y manejo de los recursos TIC, a pesar de que actualmente son importantes en la enseñanza de las matemáticas. El enfocarse solo en la enseñanza de los contenidos matemáticos y no en la integración de los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, resulta un problema en el aprendizaje y comprensión del campo mismo.

Precisamente, a medida que avanza el conocimiento científico, se van desarrollando nuevas experiencias a través de recursos tecnológicos que ofrecen apoyo constante a los profesores universitarios de matemáticas. Un ejemplo claro de esto podemos encontrarlo en el sistema SFODEM (Suivi de Formation 'Distance pour les Enseignants de Mathématiques), establecido por IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques), que consiste en diseñar recursos educativos tecnológicos para ser implementados en la práctica pedagógica donde participan diferentes profesores, particularmente, profesores universitarios

de matemáticas. El sistema SFODEM ofrece para los profesores, formación previa en torno al sistema donde se inicia a los profesores en el uso de las herramientas y luego, se muestra el material sobre el diseño y experimentación de los recursos tecnológicos donde los profesores pueden encontrar en este sistema un apoyo constante (Trouche, 2018).

En relación con lo anterior, es importante resaltar que la formación de los profesores de matemáticas en torno a uso y manejo de recursos TIC es fundamental para integrarlos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Así, la integración de recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas genera transformaciones, por lo que el apoyo de las universidades a través de distintas actividades educativas es de vital importancia para la formación de los profesores universitarios de matemáticas.

1.3. Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica

En este eje se abordarán las siguientes temáticas: 1) Implementación de recursos TIC en para la enseñanza de matemáticas y 2) Implementación de los recursos TIC en la evaluación de los contenidos matemáticos. En la primera temática se desarrollan los temas sobre la integración de los recursos TIC con las diferentes metodologías implementadas por los profesores de matemáticas. En el segundo se debate en torno a la utilización de recursos TIC en los diferentes tipos de evaluaciones inmersas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

1.3.1. Implementación de recursos TIC en la enseñanza de matemáticas

Los avances tecnológicos han generado la integración de diferentes recursos tecnológicos en el campo educativo, desarrollando metodologías para abordar los contenidos curriculares, pero que están relacionadas con las concepciones de los profesores. La implementación de recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas requiere el desarrollo de metodologías alternativa a las utilizadas por los profesores. Hay que tener en cuenta que, en general, la enseñanza de las matemáticas ha estado condicionada por metodologías tradicionales, tal como lo argumentan Vega, Niño y Cárdenas (2015):

En el campo educativo, la matemática es una de las áreas que evidencia un alto índice de pérdida por parte de los estudiantes, esto debido a su carácter rígido, la falta de innovación metodológica en el aula y la poca contextualización en la enseñanza de los

contenidos desde los primeros años de escolaridad. Una de las causas atribuidas a esto corresponde al enfoque tradicionalista en la enseñanza de esta disciplina, donde en la mayoría de casos se realizan algoritmos sin fundamento y se repiten procedimientos mecánicamente sin reflexión alguna. Para contrarrestar este problema, se hace imperativo en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas, el uso de herramientas tecnológicas que faciliten la relación entre los conceptos teóricos y la contextualización de manera interactiva (p. 172).

La utilización de nuevas herramientas tecnológicas y las inversiones realizadas en recursos tecnológicos en el contexto universitario para desarrollar diferentes metodologías del profesor de matemáticas, está siendo desigual. Algunos investigadores en el campo de la Educación Matemática han comenzado a examinar y reflexionar sobre aspectos de la enseñanza, asistidos por los recursos tecnológicos (Lavicza, 2006). Las concepciones de los profesores de matemáticas sobre su uso serán factores claves para comprender el proceso en torno a la integración de las tecnologías en sus métodos de enseñanza.

Trabajos como el de Lavicza (2006) por ejemplo, en los que se examina el uso de los sistemas de álgebra computarizada (CAS) en las universidades, ayudan a entender la influencia de la tecnología en la metodología del profesor de matemáticas y el papel que juegan sus concepciones sobre su uso. La implementación del sistema (CAS) en la metodología del profesor para la enseñanza del álgebra, genera nuevos retos en torno al manejo del recurso tecnológico y la contextualización de los contenidos matemáticos, los cuales están relacionados con las concepciones del profesor de matemáticas.

La implementación de recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas requiere de una planeación por parte del profesor que ayude en los procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas y que no genere obstáculos epistémicos. Es decir, la utilización de recursos tecnológicos para la enseñanza de las matemáticas requiere de un proceso de planeación donde las concepciones del profesor se encuentran inmersas (Cataldi, 2000; MEN, 2003).

En el contexto universitario, dentro de los recursos tecnológicos que los profesores integran en sus metodologías está la calculadora, la cual ha sido utilizada en distintos cursos disciplinares (pre cálculo, cálculo integral, cálculo diferencial, ecuaciones diferenciales, etc.) en aras de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Cantoral,

2002; Gómez y Waits, 2000, Ortiz, 2006). Las concepciones de los profesores de matemáticas en torno al uso de la calculadora en sus metodologías están relacionadas con la utilización de recursos didácticos en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, los cuales permiten realizar diferentes actividades algorítmicas, representaciones gráficas y manipulación de algunos objetos matemáticos entre otras (Del Puerto y Minnaard, 2002).

El estudio de Jost (1992) citado por Kendal y Stacey (2001) donde los profesores de matemáticas implementan en el aula las calculadoras gráficas, muestra cómo las concepciones de los profesores se ven afectadas significativamente respecto al uso y manejo de las TIC. Los profesores se encontraban frente a otra forma de operatividad aritmética, pero al mismo resultado en los cálculos. En este aspecto, las prácticas pedagógicas derivadas de las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas, se transformaron abruptamente al encontrarse diferentes funcionalidades de la calculadora.

Las concepciones del profesor de matemáticas, a su vez, se pueden ver influenciadas cuando se introduce el uso de los recursos TIC en el proceso de enseñanza a través de procesos de reflexión. En este sentido, la integración de recursos tecnológicos como por ejemplo: Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), plataformas virtuales, calculadora, software educativos etc. pueden modificar o cambiar las concepciones de los profesores, tal como lo argumenta Grisales (2018): “[...] Los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) y los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) aparecen como estrategias efectivas para transformar las concepciones tradicionales de lo que significa enseñar y aprender matemáticas [...]” (p. 204).

En relación con lo anterior, la enseñanza de las matemáticas a través de las tecnologías genera diferentes preguntas en torno a las concepciones de los profesores de matemáticas, entre las que encontramos: ¿Cómo las concepciones de los profesores de matemáticas universitarios influyen en la enseñanza cuando el profesor integra recursos TIC? ¿Será que existen transformaciones o cambios en las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas cuando se implementan los recursos TIC? De ser positiva la respuesta de las anteriores preguntas, bien valdría la pena preguntarse: ¿Cómo se realizan dichas

transformaciones o cambios en las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas?

1.3.2. Implementación de los recursos TIC en la evaluación de los contenidos matemáticos

La evaluación en las matemáticas también está ligada a las concepciones del profesor, y con la práctica pedagógica- Elementos como: los recursos tecnológicos, las experiencias educativas, los contenidos matemáticos, la identidad profesional, la gestión escolar, entre otras (Eren, 2010; Quinquer, 1999) derivan de sus concepciones. En otras palabras, la forma cómo el profesor desarrolla la evaluación sobre los contenidos matemáticos está relacionada directamente con sus concepciones.

Las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas en torno a la evaluación están sujetas a la interpretación del concepto de evaluación tal como lo argumenta Antón y Moraza (2014):

[...] se sigue interpretando la evaluación como el final de la enseñanza y de la consecución de un determinado objetivo, no como una herramienta de enseñanza y, a su vez, actividad de aprendizaje que puede favorecer el logro de esa autonomía. Las resistencias a este cambio en la concepción de la evaluación, parecen ser mayores que las de la enseñanza [...] (p. 277).

En este sentido, las concepciones de los profesores, vinculadas con los métodos tradicionales, conllevan a asumir la evaluación a través de procesos memorísticos donde la autoridad del profesor permea los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Así se generan diferentes instrumentos tales como: exámenes escritos, quiz escritos, etc. centrados en la memorización de los contenidos matemáticos.

El modelo tradicional de evaluación en las universidades se aborda a través de un número determinado de exámenes teóricos para determinar la nota final del curso; la aprobación o reprobación del mismo, por lo que se implementa la evaluación cuantitativa (Campos y Pinto; 2016). De este modo, los instrumentos de evaluación cuantitativa tales como los exámenes, trabajos grupales e individuales, entre otros, son evaluados de forma numérica según la escala

establecida por cada institución universitaria con la finalidad de determinar la nota final de los cursos. Vera (2017) argumenta que:

En el medio universitario [...] las evaluaciones cuantitativas y a sus respectivas "máquinas de sumar" (i.e., los instrumentos con los que se le otorga un valor numérico a las actividades académicas) son un requerimiento inescapable [...] las evaluaciones cuantitativas están en el corazón de las trayectorias y conflictos del "*homo academicus*" (p. 88).

Pero las concepciones de los profesores universitarios en torno a las evaluaciones, se pueden transformar mediante un proceso de reflexión sobre diversos elementos, como por ejemplo: las metodologías, las actividades, las tareas matemáticas, el contexto, los contenidos matemáticos, los recursos TIC y demás (Londoño, 2016; Pérez, Hernández, De Rojas y González; 2012; Florez, Páez, Fernández y Salgado; 2018; Rueda y Torquemada, 2008; Salinas, 2004).

En diferentes investigaciones se evidencian, que las concepciones de los profesores en torno a la evaluación mantienen enfoques instrumentales y memorísticos, que dan mayor relevancia a los resultados obtenidos a través de elementos como los exámenes teóricos, el esfuerzo individual, la capacidad reproductiva sobre respuestas a problemas o ejercicios establecidos en los exámenes, entre otros, los cuales generan simplificaciones limitadas sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Stiggins, 2004; Celman, 2005; Litwin, 2005 citados por Prieto y Contreras, 2008; Moran, 2007; Vera, 2017).

Por otro lado, una concepción sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas constructivista, asume la evaluación como un proceso constructivo, es decir, un proceso donde tanto el profesor como el estudiante son fundamentales en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Grisales, 2018; Eren, 2010). De este modo, las concepciones de los profesores universitarios en torno a los procesos constructivos están ligadas a la evaluación formativa y, por ende, a la autoevaluación y evaluación cualitativa. Estos tipos de evaluaciones están centradas en realizar la evaluación a través de procesos constructivos donde se puede integrar diferentes elementos como, por ejemplo, los recursos tecnológicos

que ayudan a fortalecer apropiación de contenidos matemáticos (Trelles, Bravo y Barraqueta, 2017).

La evaluación formativa a través de los recursos TIC como Internet, genera la comunicación en tiempo real con los estudiantes y el profesor que se encuentran en distintos lugares. Así se puede fortalecer el proceso de evaluación de los contenidos matemáticos mediante la comunicación sincrónica y asincrónica entre los participantes. Lara (2001) considera que: “El empleo de los ordenadores para gestionar la evaluación no influye en la mayor eficacia para el rendimiento de los alumnos, pero sí contribuye a hacer operativa la ardua administración y corrección de las evaluaciones formativas [...]” (p. 109).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Esta investigación se desarrolla desde una perspectiva cualitativa. Según Stake (1999, p. 45 citado por Martínez, 2003, p. 211):

Lo característico de los estudios cualitativos es que dirigen las preguntas de la investigación o casos o fenómenos y buscan modelos de relaciones inesperadas o imprevistas. La función de la investigación (Stake, 1999, p.45), no es necesariamente la de trazar el mapa y conquistar el mundo, sino de ilustrar su complementación.

El método cualitativo descriptivo permitirá profundizar acerca del pensamiento de los profesores universitarios de matemáticas. Los resultados serán “inductivos, generativos, constructivos y subjetivos” (Goetz y LeCompte, 1988, p. 32).

A continuación, se describirán de forma detallada diferentes aspectos en torno al diseño de esta investigación, tales como: obtención de los datos (los cuales se presentan de forma cronológica), características de los participantes y las técnicas e instrumentos utilizados para la recogida de datos.

2.1. Participantes

Los participantes en este estudio fueron doce (12) profesores universitarios de matemáticas pertenecientes a universidades de los departamentos del Valle del Cauca y el Cauca, los cuales imparten materias como, por ejemplo: matemáticas fundamentales, Cálculo I, Cálculo II, así como cursos relacionados con la Didáctica y la Historia de las Matemáticas, entre los que tenemos: Didáctica de la Aritmética, Didáctica de la Geometría, Historia de las Matemáticas, etc.

La selección de los profesores universitarios de matemáticas se realizó atendiendo a criterios de afinidad con las asignaturas antes mencionadas; es decir, son profesores que enseñan matemáticas y disciplinas relacionadas con la Educación Matemática. Es importante resaltar que los doce profesores universitarios de matemáticas fueron organizados en 5 grupos focales, tal como muestra en la tabla 2:

Profesores	Grupos focales	Departamento donde laboran los profesores
Profe A Profe B Profe C	Grupo 1	Valle del Cauca
Profe D Profe E	Grupo 2	Valle del Cauca
Profe F Profe G	Grupo 3	Valle del Cauca
Profe H Profe I	Grupo 4	Cauca
Profe J Profe K Profe L	Grupo 5	Cauca

Tabla 2: Grupos focales

Elaboración Propia (2022)

2.1.1. Temporalización

Esta investigación se ha realizado fundamentalmente a través de grupos focales que son los que han proporcionado los datos para el análisis. En la recogida de datos se usó inicialmente un cuestionario individual y seguidamente una entrevista semiestructurada, los cuales fueron diseñados y refinados antes de ser implementados.

Es importante resaltar que, antes de recoger los datos de esta investigación, se realizó el proceso de logística con la finalidad de organizar los tiempos de los participantes y espacios institucionales en aras de discutir las preguntas de la entrevista semiestructurada. Así, la recogida de datos de esta tesis doctoral se realizó en el segundo semestre del 2019; comprendido desde el mes de agosto hasta diciembre de dicho año, a través de diferentes sesiones presenciales, establecidas con cada grupo focal, tal como se muestra en la siguiente tabla 3:

Grupo focal	Número de sesiones	Mes/2019
Grupo 1	4	Agosto
Grupo 2	3	Septiembre
Grupo 3	3	Octubre
Grupo 4	4	Noviembre
Grupo 5	4	Diciembre

Tabla 3: Periodo sobre la recolección de datos

Elaboración: Propia (2022)

2.2. Contexto

La recogida de datos se realizó en las salas de estudios de la Facultad de Educación de la Universidad del Cauca, la cual está ubicada en el departamento del Cauca, en la ciudad de Popayán; y en el laboratorio de matemáticas de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Santiago de Cali que se encuentra localizada en el departamento del Valle del Cauca en la ciudad de Cali. Las universidades anteriormente mencionadas se emplazan en la región sur-occidente de Colombia, tal como se muestra en la siguiente figura 1:



Figura 1: Mapa de Colombia

Fuente: <https://www.mapasparacolorear.com/colombia>

2.3. Cuestionario individual

El cuestionario se utilizó para caracterizar a los profesores universitarios de matemáticas a través de los siguientes componentes: formación académica, género, edad, tipo de contratación, experiencia docente universitaria, entre otras; es decir, se trataron aspectos

biográficos. Este cuestionario se implementó individualmente a cada participante por escrito (*Anexo I*) y antes de realizar las entrevistas en grupos focales.

En esta dirección, las temáticas que se desarrollaron en el cuestionario individual fueron: formación académica, experiencia laboral y experiencia profesional. En la formación académica, se abordan temas en torno a los títulos de pregrado y posgrado cursados por cada profesor universitario de matemáticas. En la experiencia laboral se aborda el tipo de contratación contractual, las asignaturas que se orientan y roles que desempeñan los profesores en la universidad. En la experiencia profesional se tratan aspectos como cuánto tiempo lleva enseñando en la universidad y la descripción del proceso de enseñanza de las matemáticas.

El cuestionario está conformado por siete (7) preguntas de tipo descriptivo e identificable donde los profesores a través de sus repuestas explican las temáticas planteadas; es decir, se trata de reconocer mediante el lenguaje del informante la forma como cada profesor explica un acontecimiento, sus decisiones y reflexiones. Las preguntas identificables se enfocan en las características personales, sociales y profesionales de los participantes (Ángulo y Vázquez, 2003).

A continuación, se señala la estructura del cuestionario y las preguntas que abordan cada una de las temáticas mencionadas anteriormente:

- En la primera pregunta analizan aspectos sobre la formación académica.
- En la segunda pregunta analizan aspectos en torno a la formación laboral.
- La tercera pregunta está conformada por cinco ítems (a, b, c, d y e) donde se analizan aspectos acerca de la experiencia profesional de los profesores universitarios de matemáticas.

2.4. Entrevista semiestructurada en grupos focales

La entrevista semiestructurada ofrece un grado mayor de flexibilidad, por lo que sus estructuras surgen a partir de preguntas diseñadas que se pueden ajustar durante el desarrollo generando adaptación para los entrevistados sin perder la uniformidad para lograr las interpretaciones ligadas a los objetivos planeados en la investigación. Díaz, Torruco, Martínez y Varela (2013) definen la entrevista semiestructurada como:

[...] “conversación amistosa” entre informante y entrevistador, convirtiéndose este último en un oidor, alguien que escucha con atención, no impone ni interpretaciones ni respuestas, guiando el curso de la entrevista hacia los temas que a él le interesan. Su propósito es realizar un trabajo de campo para comprender la vida social y cultural de diversos grupos, a través de interpretaciones subjetivas para explicar la conducta del grupo (p. 164).

En esta dirección, la entrevista semiestructurada integrada con la técnica de grupos focales es una forma de entrevista grupal que se realiza a través de diálogo, debate y compartimiento ideas de los integrantes que conforman el grupo y, por lo tanto, pueden emerger preguntas que no necesariamente estaban establecidas. Kitzinger (1995, citado por Hamui y Varela, 2013) define la entrevista semiestructurada en grupos focales como “una forma de entrevista grupal que utiliza la comunicación entre investigador y participantes, con el propósito de obtener información” (p. 56).

La construcción de la entrevista semiestructurada se realizó a través de un guión teniendo como base fundamental los objetivos trazados en esta tesis doctoral, los cuales permitieron establecer las preguntas dirigidas a los profesores universitarios de matemáticas, en las cuales están inmersos diferentes elementos como: estructura de la entrevista (dimensiones, categorías, subcategoría), marco teórico (ejes temáticos), caracterización de las preguntas (tipo y clasificación) y unidades de análisis. El guion de la entrevista se realizó inicialmente en una versión inicial que fue revisada por pares académicos para, posteriormente, elaborar la versión final donde se presenta la entrevista reformulada con los cambios efectuados, (*Anexo 2*) donde se describe de manera detallada cada uno de los elementos anteriormente enunciados.

Es importante resaltar que durante el proceso de la construcción de la entrevista semiestructurada se realizaron diferentes refinamientos generados a través de las contribuciones realizadas por tres pares académicos que evaluaron el guión de la entrevista. Dos de dichos académicos emitieron las cartas respectivas (*Anexo 3*) de modo que el primer par académico evaluador sugirió lo siguiente:

- Replantear los objetivos de las preguntas 2, 5, 9, 11, 13 y 17 ya que tal como se presentan son genéricos.

- Eliminar la pregunta 18 a) ya que durante el guión se puede evidenciar los beneficios de utilizar los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas.
- Revisar pequeños ajustes ortográficos en las preguntas 2, 7, 9 y 17.

El evaluador académico 2 indicó las siguientes modificaciones:

- ❖ Colocar las tildes en diferentes palabras del documento.
- ❖ Revisar la pregunta 2 y su respectivo objetivo.
- ❖ La pregunta 11 y 17 se podrían integrar ya que comparten la misma temática.

El evaluador académico 3 realizó los siguientes aportes:

- Fortalecer el objetivo de la pregunta 2
- La pregunta 5b) debe contextualizarse en la enseñanza de las matemáticas.
- Las preguntas 7 y 8 se puede ejemplificar a través de los contenidos ligados a las áreas de estadísticas, matemáticas generales, cálculo, etc.; es decir, concretarlo en ejemplos y situaciones específicos.

Las entrevistas se realizaron a los cinco grupos focales conformados por los profesores universitarios de matemáticas en diferentes momentos y espacios; es decir, con cada grupo se organizó la parte logística para desarrollar la entrevista. Para recoger la información de los grupos focales se utilizaron: cámaras, grabadoras que permitieron registrar los audios y el cuaderno de campo.

La entrevista está conformada en torno a: dimensiones, categorías y subcategorías. Las dimensiones son:

- *Concepciones sobre la Matemática:* Se refiere a: “las creencias, conceptos, significados, reglas, imágenes mentales y preferencias relativas a las matemáticas, conscientes o inconscientes del profesor” (Thompson, 1992, p. 132)
- *Currículo:* Referida al marco socio cultural, ideológico y político del sistema escolar, a las cuestiones del conocimiento histórico y la disciplina. Considera los conceptos que construyen los profesores sobre la elaboración del currículo en la escuela a través del rol de la planificación y de la implicación y sentido de la asignatura y su contenido (Arancibia, Casanova y Soto, 2016, p. 111).

- *Concepciones sobre la acción didáctica:* Se refiere a la práctica docente como se interconectan con el contenido y los contextos particulares conformando un proceso que tiene fases de preparación, acción y reflexión (Arancibia, Casanova y Soto, 2016, p. 111).
- *Tecno didáctica:* Se refiere al efecto, relevancia y uso de las TIC. Indican la relación que construye el profesor hacia las TIC, visualizando las orientaciones teóricas y prácticas sobre su efecto en la cultura escolar y en el proceso enseñanza aprendizaje (Arancibia, Casanova y Soto, 2016, p. 111).

En relación a las categorías permiten incidir en aspectos particulares de las dimensiones generando subtemas para organizar la información obtenida de los grupos focales. Estas categorías se establecieron a partir de documentos previos de autores como: Contreras (1999), Arancibia, Casanova y Soto (2016) y Thompson (1992). De este modo, en esta entrevista semiestructurada se establecieron trece (13) categorías.

Análogamente, las subcategorías hacen referencia a los diferentes niveles de concepciones de los profesores universitarios de matemáticas en relación cada una de las categorías; es decir, corresponden a la expresión específica del conocimiento temático del profesor que permitió clasificarlos y distinguirlos entre sí a través de etiquetas. Así, en esta entrevista semiestructurada se generaron treinta y ocho (38) subcategorías.

Dicho lo anterior, la estructura de la entrevista semiestructurada está conformada por los siguientes elementos: cuatro (4) dimensiones, trece (13) categorías y treinta y ocho (38) subcategorías, las cuales se encuentran conectadas entre sí, tal como se presenta en el *Anexo 4*.

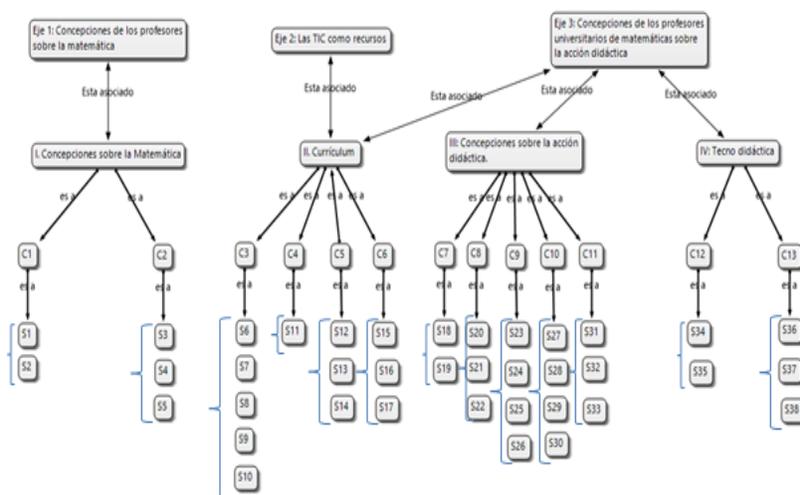
Las dimensiones surgieron a partir de los objetivos específicos establecidos en esta tesis doctoral y consisten en describir los cuatro temas centrales, tales como: concepciones sobre la matemática, curriculum, concepciones sobre la acción didáctica, y la tecno didáctica, los cuales se establecieron para que los profesores universitarios de matemáticas hablen durante el desarrollo de la entrevista en aras de relacionarlos con los núcleos estructurales delimitados en el marco teórico.

Las categorías se generaron a partir de las dimensiones establecida, dada la necesidad de precisar los aspectos particulares de las dimensiones surgiendo subtemas que ayudaron a la

organización de la información. En las categorías se abordan aspectos específicos sobre las concepciones de los profesores derivados de las dimensiones, los cuales generan subtemas que ayudan a visualizar la descripción detallada de las dimensiones. Las subcategorías emergen en relación a las categorías donde caracterizan los aspectos de las concepciones de los profesores de matemáticas.

En relación con lo anterior, es importante resaltar que las dimensiones, categorías y subcategorías de la entrevista semiestructurada están ligadas con los ejes temáticos, los cuales son los núcleos estructurales que conforman el marco teórico donde se discuten las siguientes temáticas: concepciones de los profesores sobre la matemática; las TIC como recursos; y concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica.

En el siguiente esquema se puede visualizar la estructura de las entrevistas y las relaciones entre ejes, dimensiones, categorías y subcategorías (figura 2).



C1 Cc	S1 Conceptos matemático susceptible a utilizar las TIC	S18: Software para la enseñanza de conceptos matemáticos
C2 Re	S2 Conceptos matemático no susceptible a utilizar las TIC	S19 Propiedades del software para la enseñanza de conceptos matemáticos
C3 concej	S3 Tareas matemáticas al implementar recursos TIC	S20 Tipos de metodologías
C4 recurs	S4 Estrategias procedimentales utilizadas para demostrar y argumentar matemáticamente	S21 Práctica
C5 Im	S5 Teoremas y propiedades donde se implementan representaciones gráficas para realizar argumentaciones y demostraciones matemáticas.	S22 Recursos y materiales
C6 Int	S6 Tipos de evaluación	S23 Definiciones sobre los recursos TIC
C7 Pl:	S7 Elementos inmersos en la evaluación cuando no se implementa recursos TIC	S24 Elementos que generan los recursos TIC
C8 Re	S8 Elementos inmersos en la evaluación cuando se implementan recursos TIC	S25 Recursos TIC utilizados en la formación de los profesores
C9 unive	S9 Desventajas de implementar las TIC en la forma de la evaluación	S26 Diseño y creación de recursos TIC realizados por los profesores
C10 matem	S10 Fortalezas de implementar las TIC en la forma de la evaluación	S27 Beneficios de implementar las TIC
C11 Ex	S11 Elementos inmersos en el proceso de integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas	S28 Desventajas de implementar las TIC
C12 matem	S12 Objetivos curriculares	S29 Actividades del profesor por autoaprendizaje
C13 M:	S13 Proyectos en relación a uso de recursos tecnológicos	S30 Actividades del profesor a través de cursos institucionales
C14 Cc	S14 Elementos en torno al desarrollo de los proyectos sobre el uso de recursos TIC	S31 Complementar
C15 R	S15 Dispositivos	S32 Contextualizar
C16 T	S16 Software	S33 Administrativo
C17 E	S17 Elementos inmersos en el uso de los recursos TIC que brinda la universidad	S34 Dispositivos y software
		S35 Tiempo de uso de las TIC
		S36 Medios de comunicación que se implementan para adquirir información sobre el uso de los recursos TIC
		S37 Profesor como mediador
		S38 Alfabetización en torno a los recursos TIC

Figura 2: Relación de los ejes temáticos en torno a las dimensiones, categorías y subcategorías

Elaboración Propia (2022)

La dimensión I denominada “*Concepciones sobre la Matemática*” con sus categorías y subcategorías están relacionadas con el eje temático “concepciones de los profesores sobre la matemática”, ya que se presentan aspectos relacionados con las concepciones de los profesores en torno a la naturaleza de los contenidos matemáticos y las representaciones de algunos conceptos matemáticos mediante el uso de recursos TIC. En otras palabras, los elementos de la dimensión I se conectan directamente con los temas discutidos en el eje temático “concepciones de los profesores sobre la matemática” generando armonía entre los mismos.

Las dimensiones II, III y IV denominadas respectivamente “*Currículum (Normativo)*”, “Concepciones sobre la acción didáctica” y “Tecno didáctica” se encuentran ligadas con ejes temáticos: “Las TIC como recursos “ y “Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica” ya que se dialogan diferentes temas como: integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas, recursos TIC que brindan las universidades para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, uso de los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas, formación de profesores sobre el uso de

las TIC en la práctica pedagógica, e implementación de los recursos TIC en la evaluación de los contenidos matemáticos, los cuales están inmersos en las categorías y subcategorías correspondientes a dichas dimensiones.

2.5. Análisis de datos

Los datos en torno al cuestionario fueron analizados mediante la tabulación, agrupación y organización de forma individual con el propósito contrastarlos entre todos los grupos focales y los participantes de esta investigación.

El análisis de datos sobre la entrevista semiestructurada en grupos focales se hizo siguiendo diferentes fases fundamentadas a Charmaz (2009) y Cohen, Manion y Morrinson (2007):

1. *Transcripciones de las entrevistas:* Se efectuó la transcripción de cada una de las entrevistas que se realizó a los grupos focales y se organizaron.
2. *Categorización de los datos obtenidos:* Se realizó la categorización de los datos y se generaron códigos adecuados tal como señala Charmaz (2009), obteniendo una segmentación adecuada de las transcripciones (Cohen, Manion y Morrinson, 2007) que posteriormente permitieron sistematizar los resultados. Es importante resaltar que las unidades de análisis, son aquellas frases (de las respectivas intervenciones) en las que cada profesor expresa de forma clara su posición respecto al uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas en relación con las preguntas de la entrevista; las cuales fueron segmentadas para organizarlas en cada una de las categorías (*Anexo 5*).
3. *Uso de Atlas. ti:* Se ingresan los datos obtenidos en la unidad hermeneútica, los cuales fueron categorizados y organizados en este software con el propósito de crear redes y visualizar las relaciones entre profesor, categoría y subcategoría. Este proceso permite comparar y agrupar los datos con el propósito de hacer conjuntos de profesores con concepciones comunes con el propósito de clasificarlas.
4. *Sistematización de los datos:* La sistematización de datos se realizó dando respuesta a los objetivos específicos establecidos en la tesis doctoral con el propósito de responder al objetivo general trazado en la misma. De esta manera, mediante la sistematización de datos se identificaron cinco concepciones de los profesores universitarios de matemáticas, las cuales fueron caracterizadas a través de las unidades de análisis establecidas a través de las respuestas manifestadas por los

participantes de este estudio. Consecuentemente, se relacionaron las concepciones de los profesores con los núcleos estructurales establecidos en el marco teórico generando la modelización entre los datos obtenidos y las teorías implementadas.

Es importante resaltar que la determinación de las categorías y dimensiones de este estudio se hizo a priori a partir del marco teórico y se complementó a posteriori analizando las respuestas de los profesores en las que se identificaron las ideas principales que permitieron determinar las subcategorías emergentes. En el estudio realizado por Dolores y García (2016) sobre las concepciones de los profesores de matemáticas, se establecen las categorías y dimensiones de forma análoga, tal como lo manifiestan a continuación: “La categorización se llevó a cabo mediante clasificación por diferenciación de ideas presentes en las frases o párrafos extraídos de la entrevista, buscando las ideas en común y éstas se organizaron en grupos (o categorías)” (p. 75).

En este sentido, las cinco concepciones de los profesores universitarios de matemáticas se generaron de forma inductiva ya que emergieron de los datos por síntesis y similitudes entre las ideas expresadas por los participantes de este estudio de investigación. Así, en la siguiente tabla 4 se visualiza la relación que se establece con cada una de las concepciones y las dimensiones.

Concepción	Dimensiones
Concepción 1: Herramientas y tecnologías cognitivas	Conformadas por aspectos relacionadas con la acción didáctica y tecno didáctica.
Concepción 2: Herramientas para visualizar y representar	Conformadas por aspectos de la naturaleza de la matemática.
Concepción 3: Generación de obstáculos epistémicos	Conformadas por aspectos de la tecno didáctica.
Concepción 4: Reorganización de la enseñanza	Conformadas por aspectos en torno a la acción didáctica.
Concepción 5: Dependencia de las políticas institucionales	Conformadas por aspectos del currículo.

Tabla 4: Relación de las concepciones y las dimensiones

Fuente: Propia (2022)

En la tabla 4, se observa que las concepciones identificadas en este estudio muestran correspondencias con las dimensiones establecidas en el guion de la entrevista, las cuales se

relacionan con los ejes temáticos establecidos en el marco teórico de esta tesis doctoral, tales como: 1) Concepciones de los profesores sobre la matemática. 2) Las TIC como recurso. 3) Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica. De este modo, a través de la figura 3 se muestra las relaciones establecidas entre las concepciones, dimensiones y ejes temáticos anteriormente mencionados:

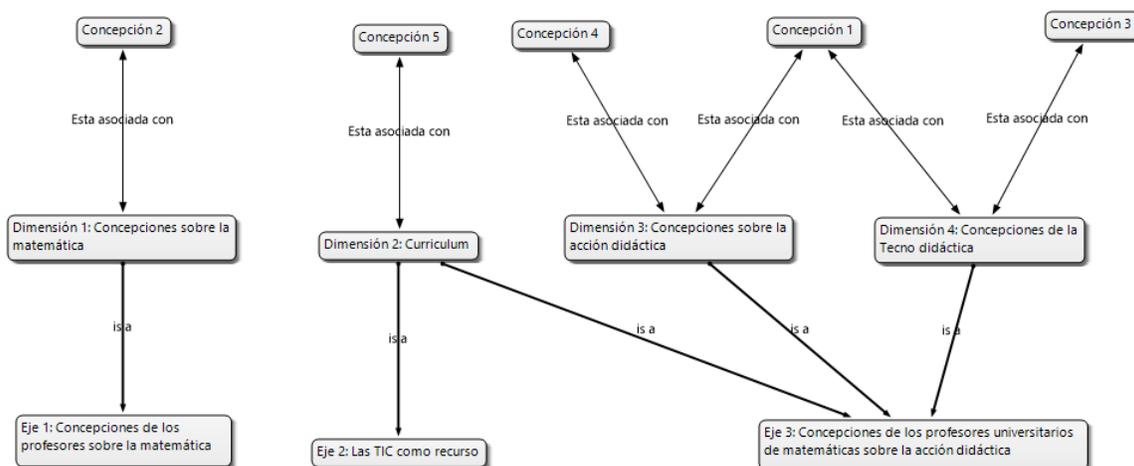


Figura 3: Concepciones relacionados con las dimensiones- ejes temáticos

Elaboración Propia (2022)

En esta misma dirección, las redes que se realizaron a través de atlas ti, las cuales tienen como elementos: categorías y profesores; junto con las unidades de análisis ayudaron a relacionar las concepciones de los profesores universitarios y los núcleos estructurales establecidos en el marco teórico con el propósito de modelar los datos y las teorías utilizadas en esta tesis doctoral.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En esta sección se presentarán los resultados de la investigación con el propósito de dar respuesta a los objetivos trazados en este estudio con el propósito de desarrollar el objetivo general de esta tesis doctoral. De este modo, los resultados se organizaron de la siguiente forma:

1. En primer lugar, se caracterizará a los participantes en el estudio, mediante las respuestas realizadas al cuestionario.
2. *En segundo lugar, se tratará de dar respuesta a los objetivos planteados en esta tesis a través de los datos obtenidos en las entrevistas en los grupos focales.*

En relación con el segundo aspecto, los objetivos formulados fueron los siguientes:

- Caracterizar las concepciones que tienen los profesores universitarios de Matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC.
- Establecer las relaciones entre las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas a través de las dimensiones.
- Comparar las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas que implementan las TIC, y aquellos que aún no lo realizan en sus clases presenciales desde dimensiones como: la naturaleza de las matemáticas, curriculum, concepciones en torno a la acción didáctica y tecno didáctica.

Características de los participantes en el estudio

A través del análisis de los datos obtenidos en el cuestionario, en la tabla 5 se muestran las características manifestadas por cada profesor:

Profesor	Formación académica	Edad (años)	Tipo de contratación	Universidades donde ha laborado	Experiencia en docencia universitaria	Asignaturas orientadas
Profesor A	-Matemático -Mg. en Ciencias matemáticas.	41	Tiempo completo	Universidad Santiago de Cali	10 años	-Matemáticas fundamentales -Razonamiento cuantitativo -Cálculo I -Cálculo II -Álgebra moderna -Cuántica -Lógica de conjuntos -Geometría euclidiana -Geometría Analítica
			Hora cátedra	Universidad del Valle		
			Hora cátedra	Universidad Javeriana		
			Hora cátedra	Institución Universitaria Antonio José Camacho		
			Hora cátedra	Universidad Icesi		
Profesor B	-Matemático -Mg. en Ciencias matemáticas. -Dr. en Ciencias matemáticas.	44	Tiempo completo	Universidad Santiago de Cali	9 años	-Matemáticas fundamentales -Razonamiento cuantitativo -Cálculo I -Cálculo II -Cálculo III -Ecuaciones diferenciales -Geometría euclidiana -Geometría analítica -Algebra II
			Hora cátedra	Universidad del Valle		
Profesor C	-Matemático -Mg. en Ciencias matemáticas.	38	Tiempo completo	Universidad Santiago de Cali	5 años	-Matemáticas fundamentales -Razonamiento cuantitativo -Cálculo I -Cálculo II -Cálculo III (cálculo vectorial).
			Hora cátedra	Universidad del Valle		
			Hora cátedra	Universidad Nacional de Colombia		
			Hora cátedra	Universidad Icesi		
			Hora cátedra	Universidad Javeriana		
Profesor D	-Matemático -Mg. en Ciencias matemáticas	42	Tiempo completo	Universidad Santiago de Cali	7 años	-Matemáticas fundamentales -Razonamiento cuantitativo. -Cálculo I -Cálculo II -Álgebra moderna -Cuántica -Lógica de conjuntos -Geometría Euclidiana.
			Hora cátedra	Universidad del Valle		
			Hora cátedra	Fundación Católica Lumen Gentium		
Profesor E	-Lic. en física y matemáticas. -Esp. en finanzas en Educación	56	Medio tiempo	Universidad Santiago de Cali	20 años	-Matemáticas fundamentales -Biomatemáticas -Metodología de la investigación -Enseñanza de las ciencias utilizando modelos virtuales
			Hora cátedra	Universidad Nacional de Colombia		
Profesor F	-Lic. en matemáticas. -Mg. en dirección universitaria. -Dr. en Educación	77	Tiempo completo	Universidad Santiago de Cali	48 años	-Matemáticas básicas -Cálculo Integral -Calculo diferencial -Lógica Matemática -Teoría de Conjuntos -Algebra lineal y vectorial -Algebra Moderna --Cursos de Pedagogía, didáctica e investigación.
			Docente de planta	Universidad del Valle		

Profesor G	-Lic. en matemáticas -Esp. en educación matemática -Mg. en Educación -Dr. en Educación	63	Hora cátedra	Universidad Santiago de Cali	14 años	-Didáctica de las matemáticas -Didácticas de la aritmética -Didáctica de la geometría -Didáctica de álgebra -Investigación educativa
Profesor H	-Matemático -Esp. en TIC	37	Ocasional tiempo completo	Universidad del Cauca	8 años	-Estadística inferencial I -Estadística inferencial II -Cálculo II -Matemáticas I -Fundamentos del cálculo -Estadística básica -Álgebra lineal
Profesor I	-Lic. en matemáticas -Mg. en educación	36	Ocasional tiempo completo	Universidad del Cauca	5 años	-Estadística I -Cálculo diferencial -Cálculo integral -Matemáticas básicas -Álgebra lineal -Matemáticas generales.
Profesor J	-Lic. en Matemáticas -Esp. en Matemáticas. -Mg. en Ciencias matemáticas	50	Docente de planta	Universidad del Cauca	20 años	-Cálculo I -Cálculo II -Cálculo III -Álgebra lineal -Teoría de grupos -Optimización -Programación lineal -Programación básica
Profesor K	-Lic. en matemáticas -Mg. en Ciencias matemáticas.	36	Ocasional de tiempo completo	Universidad del Cauca	5 años	-Matemáticas fundamentales -Cálculo I -Cálculo II -Ecuaciones diferenciales.
Profesor L	-Lic. en matemáticas	37	Ocasional de tiempo completo	Universidad del Cauca	6 años	-Matemáticas fundamentales -Cálculo II -Cálculo I -Cálculo III -Estadística y probabilidad.

Tabla 5: Características de los participantes

Elaboración propia (2022)

En relación con la tabla 5, se puede observar que la formación inicial (Pregrado) de los participantes está relacionada con la matemática y la educación matemática. Los profesores A, B, C, D y H son matemáticos mientras que los profesores E, F, G, I, J, K se titulan como licenciados en matemáticas. Es importante resaltar que, en Colombia, existe diferenciación entre los profesores formados como, matemáticos y licenciados en matemáticas ya que los primeros se enfocan en las matemáticas pura mientras que los segundo se centran en la enseñanza y aprendizaje de los contenidos matemático (Gómez, 2018). La formación de posgrados los profesores A, B, C, D, J y H está ligada al campo de la matemática pura, en cuanto a los profesores E, F, G, H y I han realizados estudios en torno al campo de la

Educación Matemática. Es importante resaltar que el profesor J no cuenta con estudios de posgrado.

Por otro lado, en la tabla 5 muestra que el rango de edad de los participantes oscila entre los 36 a los 77 años. En cuanto a la contratación de los profesores F y J son de planta mientras que los participantes A, B, C, D, E, G, H, I, K y L tienen contratos a término fijo desempeñándose como: cátedra, medio tiempo, tiempo completo y ocasional tiempo completo; por lo que la experiencia docente de los participantes se encuentra entre los 5-48 años, resaltando que los profesores E, F y J tienen de 20 a 48 años de experiencia universitaria, mientras que los profesores A, B, C, D, H, I, K y L esta entre 5 a 14 años. Es importante también resaltar que los profesores imparten diferentes cursos ligados al campo de la matemática y la educación matemática, por ejemplo, los profesores A, B, C, D, H, I, J, K y L orientan cursos relacionados con la matemática pura; en cuanto los profesores E y F han dirigido cursos tanto de matemática como de educación matemática y el profesor G ha dictado cursos de educación matemática.

Además, los profesores A, B, C, D, E, F y G están vinculados a universidades pertenecientes al departamento del Valle del Cauca; mientras que los profesores H, I, J, K y L se encuentran ligados laboralmente con la Universidad del Cauca, localizada en el departamento del Cauca.

Resultados de los grupos focales

En esta sección se da respuesta al objetivo que consiste en “*caracterizar las concepciones que tienen los profesores universitarios de Matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC*”; donde a través de la entrevista semiestructurada se identificaron cinco (5) concepciones expresadas por los profesores universitarios de matemáticas verbalmente, las cuales se presentan a continuación:

- *Concepción 1: Herramientas y tecnologías cognitivas*

Esta concepción resalta el apoyo que brindan los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas implementándolas como herramientas didácticas. Sin embargo, los recursos TIC son menos susceptibles a ser utilizados en contenido matemático abstractos, por lo que se deben utilizar de forma cuidadosa ya que puede generar obstáculos epistémicos. Esta concepción incluye tanto la enseñanza de algunos contenidos matemáticos,

como su metodología, uso de software, formación de profesores, entre otras, las cuales están relacionadas con las dimensiones: acción didáctica y tecno didáctica. Así, la concepción antes mencionada, está relacionada con las siguientes categorías: C7, C8, C9, C10, C11, C12 y C13 donde los participantes manifiestan el apoyo de los recursos TIC para la enseñanza de algunos contenidos matemáticas.

En esta dirección, algunos participantes expresan la concepción 1 mediante las categorías C7, C8, C9, C10 y C11 a través de las preguntas de la entrevista sobre la exploración de los contenidos matemáticos mediante recursos TIC, metodologías implementadas en la enseñanza de las matemáticas, conocimientos sobre los recursos tecnológicos y formación de profesores. A continuación, se presentan en la tabla 6 algunas manifestaciones de los profesores en torno a la concepción 1 centradas en las categorías antes mencionadas:

Participante	Categoría	Pregunta	Unidad de análisis
Profesor A	C8	4B	Las TIC generan cambios en las metodologías, por lo general cuando las integro en la enseñanza de los contenidos matemáticos creo que estoy utilizando metodologías modernas.
	C9	4A	Recuerdo que el recurso TIC que utilicé en mi época fue la máquina de escribir [...] también Pascal para cursar programación lineal [...]. Sin embargo, mientras nos enseñaban Pascal la gente ya estaba iniciando a interactuar con Matlab
Profesor B	C9	4B	Mi tesis doctoral fue realizada a través de Skype, Bluepaper y Zoom estas aplicaciones permiten interactuar mediante la escritura, imagen, videos, grabar la conferencia, etc. [...] se puede tener incluso editor de ecuaciones.
Profesor C	C10	13A	El uso de las tecnologías está vinculado con la contextualización de algunos conceptos matemáticos que ayuda a relacionar el lenguaje formal con otros lenguajes más asequibles.
Profesor D	C7	9	Algunos docentes incluyen las TIC en su práctica para fortalecer los contenidos matemáticos en el curso que está orientando; es decir, utilizan algún elemento de las TIC propio del objeto matemático solo en su clase [...] Sería interesante que todos los profesores en Cálculo I utilizáramos GeoGebra o determinadas plataformas para fortalecer el plan de cursos de esa área.
	C10	13B	Los recursos tecnológicos ayudan con la extensión del tiempo en el momento que se implementan. Sin embargo, los contenidos matemáticos deben ser claros antes de integrar las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la matemática.
Profesor H	C9	4A	En mi especialización realicé el diseño de un objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la derivada.
	C10	18A	Las asesorías virtuales con los estudiantes me permiten realizar encuentros con los estudiantes extra clase donde pueden realizar sus preguntas, comentarios, etc. es un espacio que fortalece el diálogo y por ende el aprendizaje de las matemáticas.
Profesor I	C11	3A	Las TIC juegan dos papeles fundamentales: 1) herramienta como facilitador para la enseñanza de ciertos objetos matemáticos; y 2) Complemento que ayuda a la representación de algunos objetos

			matemáticos.
Profesor J	C8	4A	La integración de recursos tecnológicos realizada de manera adecuada transforma mi metodología ya que está influenciada por los métodos tradicionales porque fueron los empleados en mi formación.
Profesor K	C10	16	Los foros que están ligados a las plataformas virtuales educativas me gustaría explorarlos porque es un espacio que puede generar retroalimentación entre todos a través de las dudas o inquietudes que se manifiesten en este medio.

Tabla 6: Expresiones de los profesores sobre concepción 1 en torno a C7, C8, C9 y C10

Elaboración propia (2022)

En la tabla 6, se observa, por ejemplo, que el profesor D expresa que la integración de los recursos TIC, particularmente el software, permite realizar la exploración de los contenidos matemáticos generando reflexiones para ser considerados en los planes de curso. En esta misma dirección, los participantes A y J afirman que la implementación de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas modifican las metodologías utilizadas por los profesores. Los profesores A, B, H e I identifican conocimientos sobre el uso y manejo de los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas, particularmente, el profesor A expresa las transformaciones sobre los recursos tecnológicos haciendo un contraste entre los mismos, por ejemplo: la máquina de escribir y el computador. Los profesores C y H argumentan que la formación en torno al uso y manejo de los recursos TIC se ha realizado mediante cursos de especialización y experimentación a través de contextualización de los objetos matemáticos; el profesor I expresa verbalmente la importancia de las TIC en la práctica pedagógica donde asume las TIC como herramientas que sirven de apoyo para abordar “algunos objetos matemáticos”, convirtiéndose las mismas en elementos complementarios dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; sin embargo el profesor K enuncia que sería de interesante intentar utilizar los recursos tecnológicos.

También se manifiesta la concepción 1 a través de las categorías C12 y C13 centradas en la relevancia de las TIC, tipos de TIC y efectos de las mismas. En la tabla 7 se presentan algunas unidades de análisis donde distintos participantes expresan esta concepción en relación a las categorías antes enunciadas:

Participante	Categoría	Pregunta	Unidad de análisis
Profesor B	C12	15A	Cuando abordó el tema de las aproximaciones, la calculadora es una gran herramienta, ya que a través de sumas infinitas se puede observarlas. Por ejemplo, al realizar logaritmo natural de 2 la calculadora muestra el resultado; sin embargo, para visualizar dicho resultado se tuvo que efectuar varias sumas finitas, las cuales están programadas en calculadora para realizar dicho algoritmo natural de 2.
Profesor C	C12	6A	Las TIC podrían utilizarse para abordar cualquier concepto matemático porque si hasta el correo electrónico es un recurso TIC, entonces solamente enviando un texto ya estaría implementado las TIC.
Profesor J	C13	13A	Es importante usar las TIC con mucho cuidado con el propósito de que le sirvan al estudiante para afianzar sus conocimientos.
Profesor K	C13	13B	Hace algunos días, grabé varios videos donde explicaba el concepto de la derivada, sino que me quedaron mal porque no he aprendido muy bien hacer el proceso de grabación.

Tabla 7: Expresiones de los profesores sobre concepción 1 en torno a C11, C12 y C13

Elaboración propia (2022)

Algunos participantes como, por ejemplo, los profesores B y C reflejan que conocen algunos tipos de recursos TIC, tales como: calculadora y correo electrónico. Los profesores J y K afirman que es importante el uso de los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas; sin embargo, se debe tener cuidado cuando se implementen para no generar obstáculos epistémicos.

- *Concepción 2: Herramientas para visualizar y representar*

Esta concepción describe que los recursos TIC permiten visualizar y representar el comportamiento de algunos objetos matemáticos relacionados con ramas de las matemáticas: cálculo diferencial e integral, aritmética, geometría plana, ecuaciones diferenciales y geometría diferencial. En otras palabras, mediante los recursos TIC se puede observar el

comportamiento de algunos objetos matemáticos (propiedades, teoremas, etc.) a través de diferentes elementos, como, por ejemplo: las dimensiones (3D), movimientos, representaciones, entre otras que ayudan a comprender los contenidos matemáticos.

Es importante destacar que esta concepción se encuentra ligada con las categorías C1 y C2 donde los participantes manifiestan que utilizan los recursos TIC para representar y visualizar “algunos objetos matemáticos”, permitiéndoles observar sus comportamientos para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En la tabla 4 se muestran algunas expresiones de los profesores donde manifiestan de forma verbal la concepción sobre la utilidad de los recursos TIC para representar y visualizar algunos objetos matemáticos.

Participante	Categoría	Pregunta	Unidad de análisis
Profesor A	C2	7C	En el problema de la recta tangente, cuando les muestro a los estudiantes la recta secante a través de algunos software que me permite representar gráficamente mediante el movimiento de las rectas simultáneamente que h tiende a 0 es más fácil [...] mientras que si realizo este proceso en el tablero o utilizando lápiz y papel los estudiantes no logran visualizar.
Profe B	C1	15B	Las funciones de ecuaciones polinómicas tienen una interpretación gráfica, por lo que requiero de software para visualizar diferentes elementos como: los cortes, dominio, rango, entre otros.
Profesor E	C2	7A	Existen algunas representaciones graficas que se pueden realizar a través de las simulaciones para visualizar las pendientes y le sirven al estudiante para que entienda el significado de los objetos matemáticos en la vida real.
Profesor G	C1	13B	Existen temáticas de estadística como: variación, representaciones gráficas, análisis, inferencia sobre las representaciones gráficas donde es fundamental las herramientas computacionales.
Profesor I	C2	7B	Al interceptar dos planos tenemos que la definición de plano es compleja en la geometría euclidiana, sin embargo la representación gráfica se realiza a través de dos planos cruzados cuya intersección es una recta [...] El pensar que cuando se cortan son tangentes o si se cortan en 1 punto o 2 puntos nos lleva a la necesidad de visualizarlo a través de las TIC.
Profesor J	C2	7C	En el teorema del sándwich al hacer una gráfica de una función donde se encuentra una cerca de la otra utilizando un software [...] el estudiante puede visualizar el comportamiento de las funciones y deducir a partir de las gráficas la demostración.
Profesor K	C1	8A	En cálculo III cuando realizo tareas matemáticas en torno a las curvas de nivel es más agradable verlos a través de un software ya que nos permite girar la superficie y visualizar diferentes características mientras que con lápiz y papel es más complicado.

Tabla 8: Expresiones de los profesores sobre concepción 2 en torno a C1 y C2. Elaboración propia (2022)

En la tabla 8 a través de algunas manifestaciones de los participantes se muestra cómo utilizan los recursos TIC para representar y visualizar el comportamiento de algunos objetos matemáticos. Por ejemplo, los profesores B y G utilizan las TIC para visualizar diferentes elementos ligados a las ecuaciones polinómicas y la estadística. De forma análoga, el profesor K implementa software educativos para la enseñanza de las curvas de nivel ligadas a cálculo III, permitiéndole dinamizarlas y observar el comportamiento de las mismas mediante la visualización.

En este mismo sentido, los profesores A, E, I e J expresan que los recursos TIC ayudan a la representación gráfica de “algunos objetos matemáticos” específicos tales como: problema de la recta tangente, la pendiente, definición de plano y teorema del sándwich, es decir, las herramientas tecnológicas permiten realizar la construcción de diferentes conceptos matemático generando visualizaciones agradables de los mismos que fortalecen la interpretación y comprensión en torno a su comportamiento.

- *Concepción 3: Generación de obstáculos epistémicos*

Esta concepción describe el cuidado que el profesor debe tener en torno a la implementación de los recursos TIC en los procesos de enseñanza ya que pueden generarse obstáculos epistémicos. En otras palabras, esta concepción aborda la precaución que el profesor debe tener cuidado cuando integra los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas con el propósito de no ocasionar obstáculos epistémicos en el aprendizaje.

De esta manera, la concepción 3 está relacionada con las categorías C12 y C13, las cuales están ligadas a las temáticas en torno a los tipos y efectos de las TIC. En relación con la concepción 3 enfocada en las categorías C12, el profesor A mediante su opinión ligada a la pregunta 15B, afirma que:

Cuando abordo los modelos exponenciales, particularmente cuando se realiza $e^5 \cdot 4$, generalmente los estudiantes colocan en la calculadora Euler luego 5 multiplicado por 4 pero el 4 lo tomaba en otra operación porque precisamente están desconociendo la jerarquización de las operaciones (Grupo focal 1: 19/08/2019).

El profesor A manifiesta que es importante tener cuidado con el uso de la calculadora, particularmente con la jerarquización de las operaciones ya que al implementarse las mismas de forma incorrecta los resultados obtenidos pueden presentar errores.

En esta misma dirección, en torno a la concepción 3 centrada en la categoría C13 y ligadas a la pregunta 8B, se presenta a continuación algunas de las expresiones de los participantes de este estudio:

Profesor D: Debemos ser cuidadosos con este tipo de tareas porque muchas veces el estudiante desea saber de manera inmediata la fórmula con el propósito de hacer lo que el profesor quiere para simplemente hacerlo a través de la herramienta tecnológica (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor G: El profesor debe ser cuidadoso al utilizar las TIC en las tareas matemáticas porque tanto el contenido como el recurso tecnológico se deben relacionar para poder orientar al estudiante de manera adecuada (Grupo focal 3: 10/26/2019).

Profesor I: Por ejemplo, cuando se enseña la derivada a través de los recursos tecnológicos, se generan diferentes representaciones de este objeto matemático [...] en la teoría de la Educación Matemática las representaciones consisten en “pasar”; es decir, son cambios de representaciones (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Los profesores D y G resaltan el cuidado que se debe tener cuando se implementan los recursos TIC en las tareas matemáticas denotando la relación entre las herramientas didácticas y los objetos matemáticos. Análogamente, el profesor I resalta la importancia y cuidado que se debe tener cuando se integran las TIC en la enseñanza de la derivada ya que se generan diversas representaciones que promueven cambios en las mismas.

- *Concepción 4: Reorganización de la enseñanza*

Esta concepción aborda el dialogo en torno a la implementación de los recursos TIC en las tareas matemáticas, las cuales deben integrar determinadas características, como por ejemplo: estrategias procedimentales, secuencias didácticas, optimización de tiempo, etc. facilitándole al estudiante la apropiación de los contenidos matemáticos. En otras palabras, el uso de herramientas tecnológicas en las tareas matemáticas requiere de distintas

características que permitan comprender los contenidos matemáticos y, por ende, el comportamiento de los objetos matemáticos.

Es importante resaltar que, esta concepción está relacionada con la categoría C10 donde se aborda la temática en torno a los conocimientos sobre los recursos tecnológicos en la formación de profesores de las TIC; la cual está ligada con la dimensión acción didáctica. De este modo, por ejemplo, el profesor I expresa esta concepción mediante la pregunta 8B de la entrevista:

[...] Las tareas con TIC y sin TIC deben tener ejercicios diferentes y por ende sus procedimientos no serán los mismos. [...] Aquellas tareas donde no se utiliza las TIC para mí es fácil ver las dificultades de los estudiantes en cuanto al contenido matemático mientras que la tarea con TIC es complicada porque no manejo muy bien los recursos tecnológicos (Grupo focal 4: 12/10/2019).

El profesor I manifiesta que las tareas cuando se integran los recursos TIC deben proponer un tipo de ejercicios diferentes que aquellas tareas que se pueden realizar a lápiz y papel. El tipo de tareas matemáticas cuando se implementan los recursos TIC y se desconocen las funcionalidades limita visualizar las dificultades que presenta el estudiante en el proceso de aprendizaje de los contenidos matemáticos.

- *Concepción 5: Dependencia de las políticas institucionales*

Esta concepción describe la integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas, la formación de los profesores y la universidad, los cuales dependen de diferentes elementos como: planes de cursos, políticas institucionales, situaciones contractuales del profesor, formación de los profesores (formal (especializaciones, posgrados, etc.) e informal (seminarios, talleres, capacitaciones institucionales, etc.)), personal técnico, espacios institucionales, entre otros, que influyen en el uso y utilización de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

De este modo, esta concepción está relacionada con las categorías: C3, C4, C5 y C6 donde se abordan temáticas como: integración de los recursos TIC en currículo de matemáticas y recursos TIC que brindan las universidades para los procesos de enseñanza y aprendizaje de

las matemáticas. A continuación, en la tabla 9 se presentan algunas manifestaciones de los profesores en torno a la concepción 5 centradas en las categorías antes mencionadas:

Participante	Categoría	Pregunta	Unidad de análisis
Profesor B	C6	17	La universidad tiene diferentes recursos tecnológicos pero aún falta promocionarlos porque existen varios recursos que los profesores no sabemos que la universidad los tiene.
Profesor C	C3	11	En la Universidad Javeriana utilizaba muchas tecnologías que no necesitaban de internet ya que había unos salones con inhibidores de internet que estaban diseñados para trabajar con el celular. [...]. En algún momento con un colega diseñamos un examen donde se implementó GeoGebra y todos los estudiantes en los computadores descargaron la aplicación.
Profesor D	C4	9	La integración de las TIC en el currículo de matemática aquí en la universidad ha sido un proceso lento. Hace algunos años la universidad tuvo como la iniciativa [...] pero los planes de curso están desactualizados en relación a la integración de las TIC.
Profesor E	C5	11	Cuando fui coordinador de Educación Virtual participé de un proyecto pedagógico donde se motivaba a que los profesores utilizaran las plataformas virtuales educativas.
Profesor I	C4	9	Es difícil integrar las TIC en el currículo de matemática en el contexto de la universidad porque se requiere de más tiempo del que la universidad te paga.
Profesor J	C6	5A	Hace 4 o 5 años la Universidad del Cauca ha estado comprando algunas licencias de software con el propósito de adaptarlos a nuestras prácticas docentes.

Tabla 9: Expresiones de los profesores sobre concepción 5 en torno a C4 y C6

Elaboración propia (2022)

De este modo, se puede observar que el profesor C argumenta que utilizó las herramientas tecnológicas que ofrece la universidad para diseñar exámenes. Seguidamente, los profesores De I expresan que la implementación de los recursos TIC en el currículo de matemáticas dentro del contexto universitario ha sido un proceso lento ya que tiene inmersos diferentes elementos, como por ejemplo: desactualización de los planes de curso, contratación de los profesores, entre otros. Posteriormente, el profesor E afirma que a través de la vinculación de proyectos pedagógicos se motiva a los profesores y estudiantes hacer uso de las herramientas tecnológicas, como por ejemplo; las plataformas virtuales educativas. Adicionalmente, los profesores B y J reconocen que las universidades tienen diferentes recursos tecnológicos (dispositivos y software) para ser utilizados en los procesos de enseñanza y aprendizaje; sin embargo, su divulgación es muy limitada por lo que su uso genera restricciones en la implementación.

En cuanto al objetivo “Establecer las relaciones entre las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas con las dimensiones tales como: la naturaleza de las matemáticas, el currículum, la acción didáctica y tecno didáctica”, se observa que, en esta tesis doctoral, se generaron relaciones entre las concepciones 1 y 4 enfocadas en la categoría C10; y la concepción 1 y 3 centradas en las categorías C12 y C13 a través de las dimensiones: concepciones sobre la acción didáctica y tecno didáctica, por lo que en la tabla 10 se presentan las relaciones de cada concepción expresada por los profesores universitarios de matemáticas, las dimensiones y las categorías.

Concepción	Dimensión	Categoría
Concepción 1	Concepciones sobre la acción didáctica (III)	C7, C8, C9, C10 y C11
	Tecno didáctica (IV)	C12 y C13
Concepción 2	Concepciones sobre la matemática (I)	C1 y C2
Concepción 3	Tecno didáctica (IV)	C12 y C13
Concepción 4	Concepciones sobre la acción didáctica (III)	C10
Concepción 5	Curriculum (II)	C3, C4, C5 y C6

Tabla 10: Relación de las concepciones, dimensiones y categorías.

Elaboración propia (2022)

La estructura de la tabla 10 está conformada por cada concepción anteriormente caracterizada; las cuales están acompañadas de las dimensiones y categorías establecidas en el guion de la entrevista semiestructurada. La estructuración de la tabla 6 se genera porque cada dimensión y categoría se ajustan a las concepciones identificadas en este estudio. En otras palabras, en la tabla 6 se observa que cada concepción está ligada con determinadas dimensiones y categorías, la cual permite visualizar relaciones generales.

De este modo, la concepción 1 está relacionada con la concepción 4 a través de la categoría C10, tal como se muestra en la figura 4:

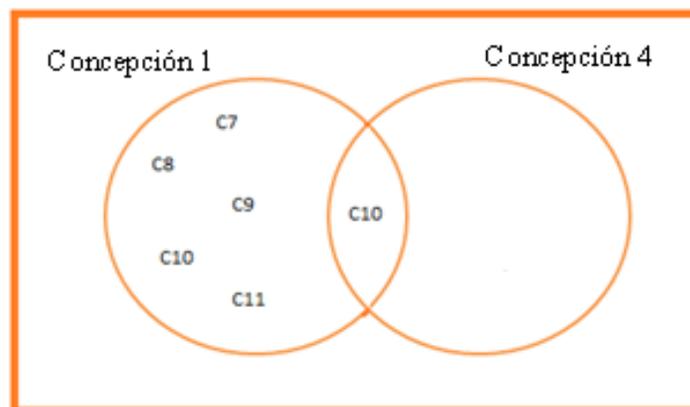


Figura 4: Relación de la concepción 1 y concepción 4
Elaboración propia (2022)

En torno a la figura 4 se observa que la concepción 1 denominada “herramientas y tecnologías cognitivas” y la concepción 4 designada “reorganización de la enseñanza” tienen en común la categoría C10, la cual está enfocada en la formación de los profesores sobre los recursos TIC, por lo que, a continuación, se muestran algunas expresiones manifestadas por los profesores:

Profesor F: Recuerdo un problema de algebra que lo tome de un texto de Cálculo donde se relacionaba temas en torno a la integración, derivación y el cálculo vectorial muy difícil de resolver entonces lo coloque como ejercicio en una tarea matemática ya que la estructura que tenían eran: un ejercicio difícil y cuatro trabajables. [...] Esperaba que alguien lo resolviera vectorialmente y precisamente un estudiante se puso a pensar el problema y lo hizo con geometría del espacio, y fue válido porque después ese resultado del espacio lo tradujo en algebra vectorial utilizando algunos recursos tecnológicos...[...] Esta solución del problema me exigió documentarme sobre las propiedades de los recursos TIC que implemento el estudiante porque confieso que no conocía algunas de ellas, por lo que me ayude de tutoriales para comprenderlas (Grupo focal 3: 10/26/2019).

Profesor I: Hace poco hice un diplomado en innovaciones educativas para la Educación Superior [...] donde se abordó la pregunta ¿Qué es innovar? Y se determinó que cualquier camino que se utilice para enseñar es innovar [...] En consecuencia, se manifestó que durante la innovación se pueden implementar TIC en el aula de clase y

mostraron a través de diapositivas pasos muy técnicos en torno a crear videos, contenidos y hasta dar clases en estos espacios, etc. (Grupo focal 4: 11/22/2019).

En este sentido, el profesor F argumenta que a través de la resolución de problemas de algebra se puede repensar y reconocer la relevancia de las TIC generando el contraste con distintas ramas del conocimiento ligadas a la matemática tales como: cálculo vectorial, cálculo integral, geometría espacial y algebra vectorial. También manifiesta que requirió de tutoriales para comprender las propiedades que se implementaron en la solución del problema a desarrollar. En otras palabras, la implementación de los recursos TIC para la resolución de problemas permite repensar la contextualización y relación de los objetos matemáticos en torno a distintas áreas del conocimiento, resaltando que es importante conocer las propiedades de las TIC utilizadas para comprender la solución.

Por otro lado, el profesor I expresa que mediante el diplomado centrado en innovaciones educativas para la Educación Superior se reconoce la importancia de los recursos TIC en la enseñanza promoviendo la innovación, sin embargo, se debe ser cuidadoso con el uso de los recursos tecnológicos ya que se puede caer en tecnicismo. Es decir, la formación del profesor en torno al diplomado le permite integrar las TIC en su práctica mediante algunos elementos como: diseño de diapositivas, videos, plataformas, etc.

Por otro lado, la concepción 1 está relacionada con la concepción 3 a través de las categorías C12 y C13. De este modo, inicialmente, se presenta la relación entre la concepción 1 y 3 enfocada en la categoría C12, tal como se presenta en la figura 5:

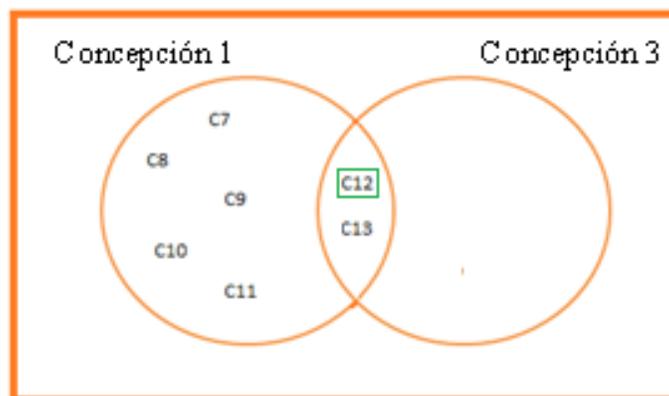


Figura 5: Relación de la concepción 1 y concepción 4 enfocada en C12

Elaboración propia (2022)

En relación con la figura 5 se observa que la concepción 1 y la concepción 3 denominada “generación de obstáculos epistémicos” posee como elemento en común la categoría C12 enfocada en los tipos de TIC que los profesores conocen, por lo que a continuación se muestran algunas expresiones de los participantes manifiestan al respecto:

Profesor B: En el curso de Cálculo II los recursos TIC que utilizo son: la calculadora y los software para abordar el tema de funciones. [...] En principio implemento la calculadora para realizar los cálculos en torno a la tabulación de la función. Es importante resaltar que antes de implementar la calculadora les explico a los estudiantes las funciones que nos brindan. [...]. Después de tabular y visualizar la función integro GeoGebra para mostrar el comportamiento del objeto matemático. [...] Sin embargo, es importante ser cuidadoso para no generar obstáculos epistémicos con el uso de las TIC, por ejemplo, cuando implemento la calculadora para realizar cálculos, les comunico a los estudiantes que deben tener en cuenta la jerarquización de operaciones para que no obtengan resultados incorrectos (Grupo focal 1: 12/10/2019).

Profesor D: A través del uso de los recursos tecnológicos se pierden “cosas”. Por ejemplo, es importante que el estudiante visualice las figuras en 3D porque no es tan sencillas dibujarlas; sin embargo, cuando el software GeoGebra ya le muestra la figura entonces impide que el estudiante tenga la necesidad de crear e imaginar la dimensión 3D (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Dado lo anterior, la relación que se establece a través de las concepciones 1 y 3 enfocada en la categoría C12 es el conocimiento que los profesores tienen en torno a los tipos de recursos tecnológicos tales como los dispositivos (calculadora) como también el software implementado para la enseñanza de las matemáticas. Por ejemplo, el profesor B expresa que el uso de los recursos TIC, tales como la calculadora y el software utilizado en diferentes momentos es útil para la apropiación del tema “funciones”, mientras que el profesor I manifiesta algunas limitaciones sobre implementación de GeoGebra condiciona la imaginación de las figuras en 3D.

En este sentido, se puede visualizar que el profesor B expresa que conoce diferentes recursos TIC tales como la calculadora y el software GeoGebra para la enseñanza de cálculo II, los cuales son implementados en distintos momentos; es decir al inicio utiliza la calculadora para

realizar cálculos sobre la tabulación de una determinada función y seguidamente para graficar dicha función usa GeoGebra. Adicionalmente, el profesor B expresa el cuidado que se debe tener con las herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas. Por otro lado, el profesor D manifiesta que el uso del software GeoGebra para la representación de figuras en 3D puede generar limitaciones en los estudiantes ya que coartaría la imaginación en torno a recrear las dimensiones. Así, la implementación de los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas se debe realizar de forma cuidadosa porque se puede originar obstáculos epistémicos en el aprendizaje.

Seguidamente, se presenta la relación entre la concepción 1 y 3 enfocada en la categoría C13, la cual está centrada en los efectos de los recursos TIC sobre la formación de los profesores en torno a las herramientas tecnológicas, tal como se presenta en la figura 6:

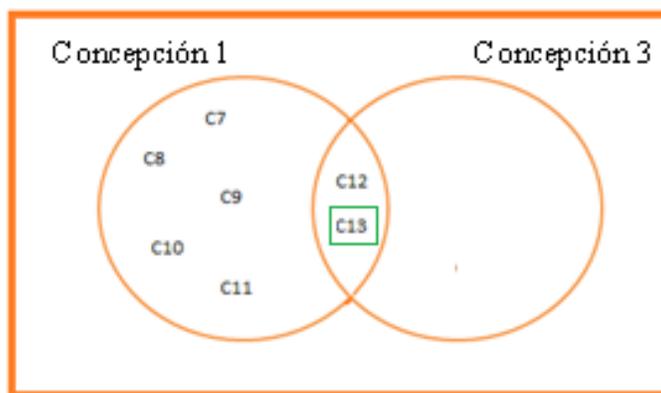


Figura 6: Relación de la concepción 1 y concepción 4 enfocada en C13

Elaboración propia (2022)

En torno a la concepción 1 y 3 centradas en la categoría C13 los profesores expresan que existen efectos de los recursos TIC cuando son implementados en la enseñanza de las matemáticas; tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

Profesor F: La plataforma KAHOOT se puede descargar en el celular y permite realizar preguntar, como por ejemplo: ¿Cuál es la integral definida de la función $3x+2$?; donde los estudiantes pueden responder mediante opciones abiertas o cerradas y el profesor conocer de forma rápida su participación [...]. El efecto de esta tecnología en la enseñanza de las funciones es relevante porque se puede evidenciar las debilidades [...] Sin embargo, se debe tener cuidado con el uso de esta plataforma porque si la respuesta

sobre la pregunta se da al azar, difícilmente se conoce las dificultades que presenta el estudiante (Grupo focal 3: 10/21/2019).

Profe J: Creo que el problema no es la cantidad de recursos tecnológicos sino los efectos que se generan a través de su implementación en los procesos de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas. Por ejemplo, la universidad no se preocupa por realizar una alfabetización digital con los profesores, por lo que los efectos sobre su utilización en la enseñanza de las matemáticas no es la ideal ya que el uso de las herramientas tecnológicas no solo se limita a su manejo (Grupo focal 3: 17/10/2019).

En este sentido, el profesor F argumenta que el uso de la plataforma KAHOOT en la enseñanza de funciones tiene efectos relevantes ya que permite interactuar de forma rápida con el estudiante a través de preguntas y sus respuestas; sin embargo, es importante ser cuidado con su uso ya que las respuestas que manifiesten los estudiantes no pueden ser verídicas. En cuanto al profesor J, manifiesta que el problema no es la cantidad de recursos tecnológicos sino los efectos que emergen mediante su implementación en los procesos de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas, por lo que es relevante el cuidado que se el profesor debe tener al utilizar herramientas tecnológicas.

Dado lo anterior, la tabla 10 muestra las relaciones de las concepciones caracterizadas en este estudio enfocadas en las dimensiones y categorías; donde se resalta que: 1) La concepción 1 y 3 tienen en común las categorías C12 y C13; 2) La concepción 1 y 4 tiene en común la categoría C10; mientras que las concepciones 2 y 5 no tienen elementos en común.

En cuanto al objetivo “Comparar las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas que implementan las TIC, y aquellos que aún no lo realizan en sus clases presenciales desde dimensiones como: la naturaleza de las matemáticas, currículum, concepciones en torno a la acción didáctica y tecno didáctica”, en primer lugar, a través del cuestionario, se distingue entre profesores que implementan los recursos TIC en el proceso de enseñanza de las matemáticas y aquellos que no lo hacen.

Profesor	Utiliza recursos TIC	No utiliza recursos TIC
Profesor A	X	
Profesor B	X	
Profesor C	X	
Profesor D		X
Profesor E	X	
Profesor F	X	
Profesor G		X
Profesor H	X	
Profesor I		X
Profesor J	X	
Profesor K	X	
Profesor L		X

Tabla 11: Profesores que implementan recursos TIC vs profesores que no utilizan TIC

Elaboración: Propia (2022)

En relación a la tabla 7, se observa que ocho (8) profesores implementan recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas mientras que cuatro (4) profesores no lo hacen; es decir, los profesores: A, B, C, E, F, H, J, y K utilizan los recursos tecnológicos en su práctica pedagógica; mientras que los profesores: D, G, I y L no utilizan las TIC para abordar contenidos matemáticos. De esta manera, el 67% de los participantes utilizan las TIC en la enseñanza de las matemáticas; mientras que el 33% no lo hacen, tal como se muestra en la siguiente figura 7:

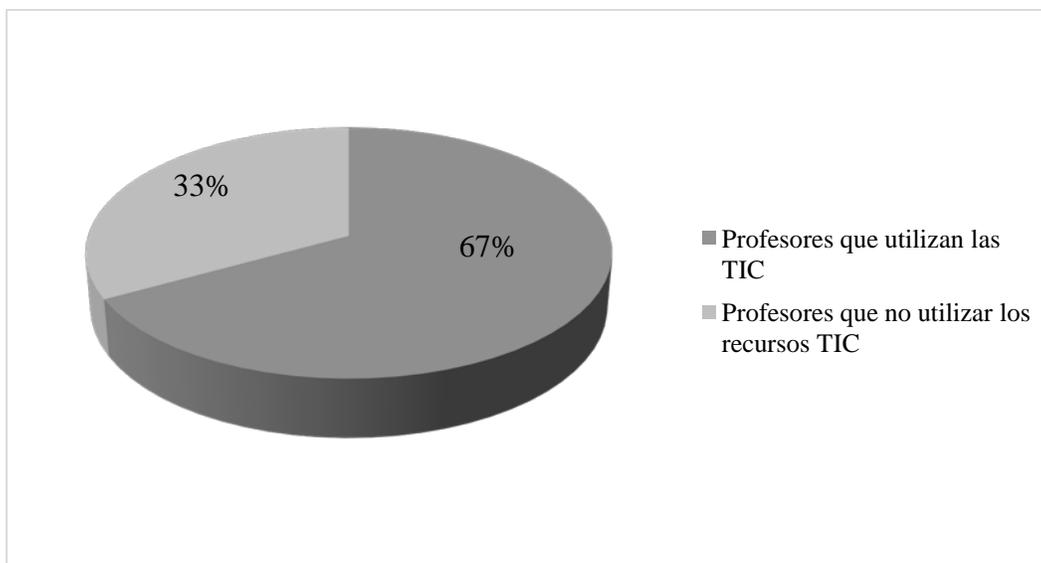


Figura 7: Porcentaje de profesores que utilizan recursos TIC vs quien no lo hacen

Fuente: Elaboración propia (2022)

Adicionalmente, mediante la entrevista los profesores expresaron el tiempo que llevan integrado los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas, denotándolos como: Corto (1 año -5 años), medio (5 años-10 años) y largo (10 años- 25 años), tal como se presenta a continuación en la tabla 12:

Profesor	Años que implementa las TIC	Tiempo denotado
Profesor A	10 años	Medio
Profesor B	2 años	Corto
Profesor C	7 años	Medio
Profesor E	20 años	Largo
Profesor F	25 años	Largo
Profesor H	4 años	Corto
Profesor J	7 años	Medio
Profesor K	1 año	Corto

Tabla 12: Tiempo que los profesores implementan los recursos TIC

Elaboración: Propia (2022)

En la tabla 12 se visualiza que los profesores B, H y K expresan que el periodo de implementación de los recursos TIC en el proceso de enseñanza es corto, sin embargo, cada uno de los participantes lo hace en un lapso de tiempo diferentes. Por otro lado, los profesores

A, C y J manifiestan que utilizan las TIC hace aproximadamente 7 y 10 años, por lo que se ubican en el periodo de tiempo medio. Finalmente, los profesores E y F argumentan que usan las herramientas tecnológicas para la enseñanza de los conceptos matemáticos alrededor de 20 a 25 años.

En relación con lo anterior, a continuación se realizarán las comparaciones de las concepciones identificadas en esta tesis doctoral con cada uno de los participantes de este estudio. De este modo, en la tabla 9 los profesores que tienen “X” en la cada una de las concepciones, es porque fue expresada en el desarrollo de la entrevista y las que se denotan como “no aplica” es porque no fueron manifestadas por los participantes:

Profesor	Concepción 1	Concepción 2	Concepción 3	Concepción 4	Concepción 5
Profesor A	X	X	X	No aplica	X
Profesor B	X	X	No aplica	No aplica	X
Profesor C	X	X	No aplica	No aplica	X
Profesor D	X	X	X	No aplica	X
Profesor E	X	X	X	No aplica	X
Profesor F	X	X	No aplica	X	X
Profesor G	X	X	X	X	X
Profesor H	X	X	X	No aplica	X
Profesor I	X	X	X	X	X
Profesor J	X	X	No aplica	No aplica	X
Profesor K	X	X	No aplica	No aplica	X
Profesor L	X	No aplica	No aplica	No aplica	X

Tabla 13: Relación de los profesores con las concepciones

Elaboración: Propia (2022)

En la tabla 13 se observa la relación de los profesores que utilizan las TIC y aquellos que no lo hacen con las concepciones identificadas en esta tesis doctoral. En otras palabras, a través de la información que se obtiene en la tabla 9, se compara las concepciones de los profesores que utilizan las TIC y aquellos que no lo hacen mediante las expresiones que manifiestan. A continuación, se mencionan algunas argumentaciones de profesores que utilizan las TIC en la enseñanza de las matemáticas enfocadas en los tiempos (corto, medio y largo); y aquellos que no implementan las herramientas tecnológicas en su práctica pedagógica en torno a la concepción 1.

Profesor A (Corto tiempo): El medio de apoyo permanente que uso en clases es el video beam. [...] cuando requiero explicar un concepto que probablemente los estudiantes estén teniendo dificultad para aprender, entonces comienzo a buscar algunas plataformas virtuales educativas (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor B (Medio tiempo): A pesar de que integro en pocos momentos las herramientas tecnológicas, la metodología que implemento está muy ligada a métodos tradicionales. Sin embargo, hace poco utilizo la calculadora para explicar la jerarquización de las operaciones (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor E (Largo tiempo): Las TIC las uso en todas mis clases independientemente del contenido que este orientando, hacen parte de mi metodología que está enfocada en la resolución de problemas [...] Mi metodología está muy ligada a la integración de las TIC utilizando la resolución de problemas (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor L (No utiliza TIC): Oriento mis clases de forma magistral por lo que el impacto de las TIC en mi práctica es muy bajo puesto que los métodos tradicionales están ligados a mi metodología. Sin embargo, percibo que el uso de las tecnologías en las clases son un gran apoyo para la optimización de tiempo, pues en algunos temas de cálculo diferencial, como por ejemplo, diseñar solidos de revolución se requiere de gráficas que no son fáciles hacerlas en el tablero (Grupo focal 5: 12/12/2019).

En relación a las expresiones anteriormente enunciadas, se puede observar que el profesor A argumenta que usa las TIC permanentemente en sus clases como apoyo para la enseñanza de los contenidos matemáticos. Seguidamente, el profesor B, manifiesta que utiliza la calculadora recientemente en su práctica pedagógica. Posteriormente, el profesor E, expresa que en todas sus clases hace uso de los recursos TIC como herramientas de apoyo en torno a su metodología. Finalmente, el profesor L reconoce que las herramientas tecnológicas sirven de apoyo para realizar diferentes actividades en la enseñanza del cálculo diferencial; sin embargo, su metodología está muy ligada a métodos tradicionales.

En este sentido, se observa que los profesores A, B y E, utilizan recursos tecnológicos como, por ejemplo: video beam y calculadora, exploran y experimentan las herramientas

tecnológicas en el proceso de enseñanza de las matemáticas; mientras que el profesor L manifiesta la importancia de implementar las TIC a través de su percepción en torno a las mismas ya que su metodología está enfocada en métodos tradicionales.

A continuación, se traen algunas expresiones de profesores que utilizan las TIC en la enseñanza de las matemáticas enfocadas en los tiempos (corto, medio y largo); y aquellos que no implementan las herramientas tecnológicas en su práctica pedagógica en torno a la concepción 2.

Profesor C (Medio tiempo): Supongamos que no utilizo ninguna TIC y estoy frente al tablero abordando el tema de derivadas parciales y dibujo la curva que me representa la derivada con respecto a X. [...] El objeto representado en el tablero es fijo; es decir, no puedo moverlo y eso limita la visualización del comportamiento de la derivada. Mientras que si utilizo un recurso tecnológico como un software para explicar ese tema, las representaciones visuales pueden generar mayor comprensión (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor D (No utiliza TIC): Las representaciones realizadas responsablemente mediante las TIC ayudan a la construcción y formalización de teoremas, particularmente de la geometría plana [...]. Las herramientas tecnológicas le permiten al estudiante visualizar diferentes representaciones de los objetos matemáticos que le sirven de apoyo para realizar razonamientos en torno a las demostraciones de teoremas de la geometría plana. Sin embargo, no utilizo las TIC por temor a que la representación en torno al objeto matemático genere confusiones en el desarrollo de las demostraciones (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor F (Largo tiempo): Al hacer una demostración, el estudiante adquiere y desarrolla la parte analítica ya que las demostraciones sirven para eso, y cuando uno lo hace a través de la tecnología, esas demostraciones dinamizan mejor el objeto matemático (Grupo focal 3: 10/26/2019).

Profesor H (Corto tiempo): Se me ocurre colocarle al estudiante una tarea que consiste en demostrar que la derivada de una determinada función es la misma función, entonces

me imagino que el estudiante empieza hacer el proceso y llega al resultado [...] lo que me genera duda es si el estudiante está comprendiendo el paso del proceso y el significado de esa función derivada que está obteniendo. [...] Pero, si le pido al estudiante a que transmita ese proceso gráficamente no sé si va a tener la competencia de hacerlo. Ahora, si voy hacer ese mismo proceso integrando un recurso tecnológico posiblemente el estudiante visualice mejor el comportamiento del objeto matemático (Grupo focal 4: 11/22/2019).

De este modo, se puede observar que el profesor C argumenta que la implementación de software para la enseñanza de las derivadas parciales permite que los objetos de la misma puedan ser dinámicos a través de movimiento y generar comprensión sobre la temática. Seguidamente, el profesor D manifiesta que las herramientas tecnológicas ayudan a la construcción de formalización de algunos teoremas de la geometría plana cuando se realiza de forma responsable; sin embargo, no las utiliza precisamente por el temor a que la representación en torno al objeto matemático genere confusiones en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Posteriormente, el profesor F, expresa que el uso de las TIC dinamiza las demostraciones permitiendo visualizar el objeto matemático a analizar. Finalmente, el profesor H, propone una situación en torno a la implementación de recursos TIC para la enseñanza de la derivada donde la representación a través de la visualización sobre el comportamiento del objeto matemático puede ayudar a la comprensión del contenido matemático.

En relación a lo anterior, los profesores C, F y H que utilizan los recursos TIC en su práctica pedagógica argumentan que el uso de las herramientas tecnológicas (software) para la enseñanza de temáticas como; por ejemplo, las derivadas y demostraciones permiten dinamizar el comportamiento de los objetos matemáticos que difícilmente se puede hacer utilizando otros recursos didácticos como el tablero. Sin embargo, el profesor D que no utiliza los recursos TIC, manifiesta su temor de hacerlo precisamente porque se puede dar lugar a confusiones.

Por otro lado, a continuación se incluyen algunas expresiones de profesores que utilizan las TIC en la enseñanza de las matemáticas enfocadas en los tiempos (corto, medio y largo); y

aquellos que no implementan las herramientas tecnológicas en su práctica pedagógica en torno a la concepción 3:

Profesor A (Medio tiempo): Precisamente, en uno de los cursos que oriento está matriculada una estudiante que pertenece a un cabildo indígena y desconoce diferentes recursos TIC y sus funcionalidades. Adicionalmente, me ha manifestado las limitaciones que tiene en torno a los recursos TIC para adquirirlos y manipularlos porque para ella esa parte es totalmente nueva (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor E (Largo tiempo): Algo negativo que tiene el implementar las TIC con los estudiantes es que se pierde el análisis de un determinado problema planteado porque se limita a visualizar dichas problemáticas de forma sencilla o hasta mecánica y su capacidad de inducir, inferir y extraer los contenidos matemáticos se pierde (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor H (Corto tiempo): Realicé una tarea matemática implementando GeoGebra donde varios estudiantes tuvieron dificultad en su desarrollo, [...] esta tarea consistía en hacer un video donde el estudiante desarrollara un ejercicio matemático utilizando GeoGebra [...] Y se generaron dificultades porque no sabían manejar el software y me lo expresaron entonces es importante darles un espacio donde puedan comunicar ese tipo de cosas. [...] Comprendí que si voy hacer uso de un recurso tecnológico inicialmente el estudiante debe conocerlo y saber su funcionalidad (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Profesor I (No utiliza TIC): Las TIC requiere de un proceso de manejo adecuado para poder llegar a lo establecido; es decir, la utilización de tecnología de manera correcta me sirve para representar lo que quiero demostrar en algunos casos y/o hacer un bosquejo de esa demostración, de lo contrario puede generar obstáculos epistémicos (Grupo focal 4: 11/22/2019).

En relación a las expresiones anteriormente enunciadas, se puede observar que el profesor A, argumenta que la implementación de recursos TIC requiere de cuidado ya que en uno de los cursos que orientó se encontraba una estudiante indígena que desconocía el manejo de las

herramientas tecnológicas y su acceso era limitado. El profesor E manifiesta que el uso de los recursos TIC se debe hacer de forma cuidadosa ya que el estudiante puede perder el análisis de un determinado problema matemático mediante su resolución. El profesor H expresa que es fundamental tener cuidado sobre la utilización de software, particularmente sobre el manejo ya que de desconocerse puede generar confusiones, tal como lo argumenta a través de la experiencia que tuvo con el desarrollo de una tarea matemática donde se proponía utilizar GeoGebra y los estudiantes ignoraban las propiedades del recurso tecnológico. Finalmente, el profesor I resalta la importancia de tener cuidado cuando se implementan los recursos TIC en la práctica pedagógica ya que se requiere de un proceso de manejo adecuado para poder llegar a los objetivos trazados, de lo contrario puede generar obstáculos epistémicos.

De esta manera, los profesores que utilizan los recursos TIC, tales como: A, E y H argumentan desde su experiencia en los cursos orientados, que la implementación de las herramientas tecnológicas debe realizarse de forma adecuada teniendo en cuenta algunos elementos como: estudiantes, manejo de recursos tecnológicos, contexto, entre otros; para no perder el análisis del objeto matemático. Sin embargo, el profesor H que no utiliza las TIC afirma que es necesario considerar el manejo adecuado de los recursos TIC es para no generar obstáculos epistémicos en la representación de los objetos matemáticos.

En esta misma dirección, a continuación se incluyen algunas expresiones de profesores que utilizan las TIC en la enseñanza de las matemáticas enfocadas en los tiempos (corto, medio y largo); y aquellos que no implementan las herramientas tecnológicas en su práctica pedagógica en torno a la concepción 4.

Profesor F (Largo tiempo): En la universidad parece ser que “virtualizar un curso” se limita a tomar el plan del curso que está en físico y llevarlo a una determinada plataforma y se cree que la tarea se realizó; es decir, el colocar la información del libro del texto clásico en el computador, algo que indudablemente no comparto precisamente porque la virtualización nos invita a reorganizar la información (Grupo focal 3: 10/26/2019).

Profesor G (No utiliza TIC): A través de la tecnología se puede revolucionar el currículo de matemáticas. [...] El currículo matemático de los años 1950 no tienen inmerso las herramientas tecnológicas y definitivamente se debe repensar esos documentos para que le permitan al profesor y estudiante experimentar curricularmente las nuevas tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Grupo focal 3: 10/26/2019).

En este sentido, el profesor F expresa que en la universidad se debe repensar el uso de las herramientas tecnológicas pues el “virtualizar” algunos cursos no se debe limitar a copiar el plan de curso en una determinada plataforma. Así mismo, el profesor G manifiesta que se deben repensar el currículo de matemáticas ya que en él no están inmersos los recursos TIC para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

De este modo, se evidencia entre los profesores que utiliza las TIC, como por ejemplo, el profesor F, que “virtualizar un curso” en el contexto universitario va más allá de colocar en una determinada plataforma el plan de un curso que está diseñado para desarrollarse de forma presencial. En contraposición, se visualiza que los profesores que no utilizan tecnología como, por ejemplo, el profesor G expresa en el currículo de matemáticas, no se ha considerado el uso de recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, por lo que se debería repensar esta problemática en torno al uso de herramientas tecnológicas.

Por otro lado, a continuación se incluyen algunas expresiones de profesores que utilizan las TIC en la enseñanza de las matemáticas enfocadas en los tiempos (corto, medio y largo); y aquellos que no implementan las herramientas tecnológicas en su práctica pedagógica en torno a la concepción 5.

Profesor E (Largo tiempo): Incorporo las TIC en el plan de curso informalmente, es decir, no existe en la universidad una política que nos obligue a integrar el contenido y el recurso tecnológico como las plataformas virtuales educativas, software, etc. pero dichos planes están desactualizados. [...]. Sin embargo, es curioso que cuando la universidad realiza la autoevaluación de los profesores se pregunta si efectivamente el profesor hace uso de las TIC (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor J (Medio tiempo): La Universidad del Cauca no ha incluido las TIC en los currículos de matemáticas. Algunos profesores hacemos el esfuerzo, pero no es una política de la universidad o del departamento. No se han modificado los currículos ni se han cambiado, deberían, pero no se ha hecho (Grupo focal 5: 12/12/2019).

Profesor K (Corto tiempo): La implementación de los recursos tecnológicos ayuda en los procesos de acreditación institucional y de los programas académicos; sin embargo, en la facultad no existe una política institucional que los profesores debamos implementar las TIC, por lo que cuando alguien lo hace es porque desea realizarlo (Grupo focal 5: 12/12/2019).

Profesor L (No utiliza TIC): En la universidad ni siquiera se ha realizado la actualización de los planes de curso en cuanto a la bibliografía menos en relación de las TIC y los contenidos matemáticos precisamente porque la gran mayoría de salones cuenta a lo sumo con las sillas de los estudiantes, tablero y me toca comprar los marcadores; es decir, encontrar un salón con video beam es un misterio y que tenga un televisor imposible. [...] Desde las instalaciones, son precarias para trabajar, por lo que si el profesor necesita de un recurso tecnológico debe el mismo comprarlo. De este modo, la ausencia de las políticas institucionales en torno a la utilización de herramientas es evidente (Grupo focal 5: 12/12/2019).

De este modo, teniendo en cuenta las expresiones de los profesores antes mencionados, se puede observar que el profesor E argumenta que la universidad no cuenta con políticas institucionales que exijan la incorporación de las TIC en los planes de curso, por lo que cuando realiza la integración de las herramientas tecnológicas lo hace “informalmente” y adicionalmente los mismos están desactualizados. El profesor J manifiesta que la universidad donde labora no cuenta con una política institucional donde los profesores deben implementar las herramientas tecnológicas, por lo que, los profesores que lo hacen están en libertad de realizarlo en su práctica pedagógica. El profesor K expresa que en los procesos de acreditación ayuda la integración de las herramientas tecnológicas; sin embargo, no existe una política institucional donde el profesor debe utilizarlas; es decir, el profesor que desee hacerlo está en libertad de efectuarlo. El profesor L manifiesta que existe escasez de

herramientas tecnológicas en la universidad, desactualización de los planes de curso y políticas institucionales donde el profesor pueda implementar las herramientas tecnológicas.

En relación a lo anterior, los profesores que utilizan los recursos TIC tales como: E, J y K manifiestan que la implementación de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza se hace informalmente, ya que no hay directrices desde el currículo de matemáticas asumidas por la universidad; sin embargo, la integración de los recursos tecnológicos es un elemento evaluado en los procesos de acreditación institucional y de los programas académicos. En contraposición, se tiene a los profesores que no utilizan las TIC, por ejemplo, el profesor L que argumenta que los recursos que brinda la universidad son limitados por lo que integrar las TIC en el proceso de enseñanza es un reto.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE DATOS

En el presente apartado se desea responder a los objetivos formulados en la introducción de esta tesis doctoral, interpretando los resultados obtenidos a la luz del conocimiento expuesto en el marco teórico. Los resultados obtenidos proporcionan una caracterización en torno a las concepciones de los profesores universitarios de matemáticos sobre el uso y manejo de los recursos TIC desde los siguientes ejes teóricos: 1) Concepciones de los profesores sobre la matemática; 2) Las TIC como recursos; y 3) Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica; los cuales conforman el marco teórico de esta investigación.

De este modo, en este estudio se identificaron las siguientes concepciones, las cuales están relacionadas con los ejes temáticos antes mencionados, tal como se visualiza en la tabla 14:

Concepción	Eje teóricos
<i>Concepción 1: Herramientas y tecnologías cognitivas.</i>	Eje 1: Concepciones de los profesores sobre la matemática. Eje 2: Las TIC como recursos.
<i>Concepción 2: Herramientas para visualizar y representar</i>	Eje 1: Concepciones de los profesores sobre la matemática.
<i>Concepción 3: Generación de obstáculos epistémicos</i>	Eje 3: Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica.
<i>Concepción 4: Reorganización de la enseñanza</i>	Eje 2: Las TIC como recursos. Eje 3: Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica.
<i>Concepción 5: Dependencia de las políticas institucionales</i>	Eje 2: Las TIC como recursos.

Tabla 14: Relación de las concepciones y los ejes temáticos

Fuente: Elaboración propia (2022)

La discusión de datos se organizó contrastando las concepciones identificadas en este estudio con los ejes teóricos inmersos en el capítulo denominado “Marco teórico”; es decir, cada concepción se relaciona con las distintas posturas y afirmaciones de los autores e investigadores utilizados en los ejes teóricos, tal como se visualiza en la tabla 1. Así, a continuación se establece el dialogo con cada una de las concepciones y las argumentaciones

teóricas adherentes en los ejes teóricos en aras de modelar la teoría con el objeto de investigación de esta tesis doctoral.

En relación con la tabla 1, a continuación se abordará el contraste de la concepción 1 con los ejes teóricos 2 y 3 que se establecieron en el marco teórico de esta tesis doctoral. En otras palabras, se establece el diálogo entre la concepción 1 que describe las argumentaciones de los profesores universitarios de matemáticos en torno a los recursos TIC que fortalecen y apoyan los procesos de enseñanza y aprendizaje de algunos contenidos matemáticos y los ejes 1 y 3 que abordan “Concepciones de los profesores sobre la matemática” y “Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica”.

Los conocimientos matemáticos están relacionados con diferentes áreas, tales como: geometría plana, geometría tridimensional, geometría diferencial, pre-cálculo, cálculo, estadística, trigonometría, ecuaciones diferenciales, algebra vectorial, probabilidad, análisis numérico entre otros, los cuales son susceptible al uso y manejo de herramientas tecnológicas (Coloma et al., 2020; Grisales, 2018; Ramírez, 2015; Salat, 2013; Pizarro, 2009; Arcavi, en prensa). En esta dirección, Coloma et al. (2020) presentan distintos recursos TIC, como por ejemplo: Calculadoras, Software educativos (Descartes GeoGebra, Math Papa, Desmos, Algeo Graphing Calculator, Khan Academy, Experiencing Maths), videos, blogs, que pueden ser utilizados para la enseñanza de las matemáticas, y que están ligados a las anteriores áreas del conocimiento antes mencionadas.

Dado lo anterior, la concepción 1 y, a partir de las investigaciones de autores como: Coloma et al., 2020; Grisales, 2018; Ramírez, 2015; Salat, 2013; Pizarro, 2009, centrándonos en el eje teórico 1 se evidencia que existen diferentes objetos matemáticos como: geometría plana, geometría tridimensional, geometría diferencial, pre-cálculo, cálculo, estadística, trigonometría, ecuaciones diferenciales, algebra vectorial, probabilidad, análisis numérico que son más susceptibles para utilizar y manejar herramientas tecnológicas.

Coloma et al., 2020 en la tabla 1 denominada “Aplicaciones y recursos de software para matemáticas en la web” presentada en el marco teórico, muestra algunos recursos tecnológicos que se usan para la enseñanza de algunos objetos matemáticos, como por ejemplo, las calculadoras online en la enseñanza de operaciones aritméticas; el software

GeoGebra que permite crear simulaciones que relacionan el álgebra con la geometría; el software Desmos que permite representar las funciones gráficas.

De la concepción 1 se desprende la susceptibilidad de utilizar los recursos TIC para la enseñanza de “algunos objetos matemáticos”, mientras que existen conceptos matemáticos que, dada su abstracción, la implementación de las herramientas tecnológicas es limitada puesto que se requieren de otros tipos de conocimientos. Hayek (1990), Montero (2008) y Murray-Lasso (2009) argumentan que implementar los recursos TIC para representar algunos conocimientos de “matemáticas puras” como los relativos al algebra moderna, análisis funcional, topología, análisis, teoría de números, etc. requieren de diferentes tipos de conocimientos tales como: programación, circuitos, electricidad, entre otros, dada las estructuras abstractas de análisis y modelos estructurales.

La concepción 1 se contrasta también con el eje teórico 3 relativo a la acción didáctica, es decir, se realiza el diálogo entre las argumentaciones de los profesores universitarios de matemáticas en torno a los recursos TIC que fortalecen y apoyan los procesos de enseñanza y aprendizaje de algunos contenidos matemáticos y “las TIC como recursos”. La implementación de las herramientas tecnológicas, tales como: la calculadora online, software, el computador, entre otros, se utilizan como recursos didácticos que ayudan a observar el comportamiento de “algunos objetos matemáticos” que son susceptibles a su uso en diferentes cursos de matemáticas como por ejemplo: precálculo, cálculo integral, cálculo diferencial, ecuaciones diferenciales, etc.) en aras de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Lavicza, 2006; Cantoral, 2002; Gómez y Waits, 2000, Ortiz, 2006; Del Puerto y Minnaard, 2002).

De este modo, autores como Lavicza, (2006), Cantoral (2002), Gómez y Waits (2000), Ortiz (2006), Del Puerto y Minnaard (2002) consideran que los recursos tecnológicos implementados en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas sirven de apoyo para la apropiación de algunos contenidos matemáticos.

En este sentido, para la enseñanza de algunos objetos matemáticos las herramientas tecnológicas pueden permitirle al profesor asumirlas como un “recurso didáctico” teniendo en cuenta distintos elementos, como: contexto, finalidad educativa, manejo, uso, etc. Por

ejemplo, el software educativo considerado como recurso didáctico permite observar el comportamiento de algunos objetos matemáticos.

En cuanto a la concepción 2, centrada en que el uso de los recursos TIC para visualizar y representar algunos objetos matemáticos, se contrasta con el eje teórico 2 que está enfocado en las concepciones de los profesores en torno a la matemática. En otras palabras, la concepción 2 que describe la visualización y representación de algunos objetos matemáticos se contrasta con el eje teórico 2 donde se dialoga sobre las concepciones de los profesores en torno la naturaleza de las matemáticas.

Las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas se encuentran ligadas con una estructura mental (estructura del conocimiento matemático), la cual está vinculada a elementos tales como: conceptos, teorías, significados, creencias, reglas, imágenes, entre otros. Thompson (1992, p. 132) citado por López, Aldana y Erazo (2008) manifiesta que las concepciones del profesor de matemáticas en torno a la naturaleza de las matemáticas se pueden asumir como: creencia, concepto, significado, regla, imagen mental y preferencia, consciente o inconsciente, las cuales son expresadas por él mismo. La concepción 2 en torno a la naturaleza de las matemáticas se expresa como: conceptos matemáticos, reglas (axiomas, teoremas, propiedades, et.), significados e imágenes (representaciones) de los objetos matemáticos.

En relación a lo anterior, Ernest (1989) citado por Andrews y Hatch (1999), presenta tres concepciones de los profesores sobre la naturaleza de las matemáticas, tales como: a) la resolución de problemas; b) la platónica; y c) la instrumentalista, las cuales pueden influir sensiblemente en la enseñanza de las matemáticas a través del contenido concreto y su contextualización; es decir, las concepciones de las matemáticas se encuentran relacionadas mediante los contenidos matemáticos y la contextualización que emerge mediante distintas situaciones, como por ejemplo: la resolución de problemas. De este modo, a continuación se revisan estas tres concepciones: la concepción platónica, seguidamente la resolución de problemas y posteriormente la instrumentalista en contraste con la concepción 2.

La concepción platónica de las matemáticas considera éstas como un cuerpo estático pero unificado de conocimientos; es decir, se describe a partir de una filosofía absolutista donde

la matemática es un cuerpo inmutable de conocimiento, por lo que la creatividad se genera a través de la investigación y los profesores transmiten sus conocimientos de formas bien definidas. En la concepción 2 podemos encontrar algunas expresiones de los profesores universitarios de matemáticas que resaltan la relevancia del contenido matemático asumiendo el mismo como un cuerpo inmutable, tal como lo argumenta el profesor L:

[...] Considero las matemáticas como un cuerpo inmutable. [...] Cuando se pide hallar el volumen de la esfera utilizando GeoGebra este no varía si lo hago en Symbolab o utilizando papel y lápiz. Lo importante es entender que es el volumen de un sólido de revolución (Grupo focal 5: 12/12/2019).

En este sentido, se puede observar que el profesor L asume que las matemáticas son un cuerpo inmutable dada la universalidad de los objetos matemáticos, por lo que mediante el algoritmo de la multiplicación argumenta que el conocimiento es inherente sin importar el recurso tecnológico que se implemente para su enseñanza. En otras palabras, el profesor L resaltar los contenidos matemáticos a través de la universalidad e inherencia del conocimiento matemático.

En cuanto a la resolución de problemas se asumen las matemáticas a través de problemas dinámicos donde el profesor reconoce que la construcción social en las matemáticas está abierta a la revisión de conceptos y sus demostraciones. Así, bajo esta concepción se considera que se pueden utilizar recursos TIC para la resolución de problemas matemáticos y de esta forma se pueden desarrollar y explorar de los objetos matemáticos. Por ejemplo, el profesor E señala:

Las TIC las uso en todas mis clases independientemente del contenido que este orientando, hacen parte de mi metodología que está enfocada en la resolución de problemas [...] Mi metodología está muy ligada a la integración de las TIC utilizando la resolución de problemas enfocados en la cotidianidad del estudiante ya que me permite visualizar de forma dinámica algunos objetos matemáticos como: función lineal, derivada, etc. [...] (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Este profesor expresa que implementa los recursos TIC a través de la metodología de la resolución de problemas independientemente del contenido a ser enseñado, permitiéndole visualizar de forma dinámica los objetos matemáticos, los cuales se contextualizan dentro de la cotidianidad. En este sentido, la cotidianidad en torno a la resolución de problemas permite la construcción social del conocimiento y los recursos tecnológicos permiten visualizar el comportamiento del objeto matemático a ser estudiado.

Por último, la concepción instrumentalista se conforma a través de un conjunto de hechos, reglas y habilidades que no necesariamente deben estar relacionados. Así, en la concepción 2, algunos profesores manifiestan el uso de distintas teorías que no necesariamente establecen o determinan un conocimiento matemático formal, tal como argumenta el profesor B:

[...] La fórmula de la recta es $y=mx+b$ donde x , y son variables en el plano cartesiano, sin embargo, lo interesante de cuestionarnos ¿dónde se aplica este objeto matemático?
[...] Particularmente, a través de los recursos tecnológicos se puede observar que el concepto de la recta se aplica para el trazado de carreteras en la ingeniería civil (Grupo focal 1: 19/08/2019).

El profesor B cuestiona a partir de la fórmula de la recta $y=mx+b$ ¿Dónde está presente el concepto de la recta? En este sentido considera que uno de los campos donde se encuentra este concepto es la ingeniería civil en la que a través de los recursos tecnológicos se visualiza el trazo de las carreteras haciendo uso de la recta. En otras palabras, el concepto de recta se puede relacionar con otros campos de conocimientos, como por ejemplo la ingeniería civil donde los recursos tecnológicos permiten visualizar el comportamiento de la recta.

Por otro lado, Hoz y Weizman (2008) consideran las que concepciones de las matemáticas pueden ser ‘estático-estable’ y ‘dinámico-cambiante’, donde las concepciones estático-estables se refieren a las concepciones donde los profesores asumen las matemáticas a priori como infalibles, es decir, las matemáticas es un cuerpo de conocimientos y técnicas. Desde esta mirada, algunos profesores (como el profesor H) que manifiestan la concepción 2 expresan que para la exploración a priori de los conceptos matemáticos utilizan los recursos TIC:

[...] Particularmente, realizo estos procesos con la ayuda de GeoGebra que es una herramienta que permite dinamizar el paso de recta secante a la recta tangente [...] cuando nosotros hacemos tender ese h a 0 y lo vamos representando; sin embargo, no es una demostración sobre un teorema, pero si permite esa comprensión del proceso lógico cuando yo estoy haciendo el proceso demostrativo de la derivada (Grupo focal 4: 11/22/2019).

El profesor H implementa los recursos tecnológicos, particularmente el software GeoGebra para dinamizar el paso de la recta secante a la recta tangente donde se puede visualizar su comportamiento; sin embargo, resalta que dicha representación no necesariamente muestra la demostración sobre el teorema de la derivada. En otras palabras, los recursos TIC permiten la exploración a priori de un determinado teorema generando su visualización en torno al comportamiento de los objetos matemáticos; pero dicha comprensión no necesariamente es la demostración.

Hernández (2015) y Lupiáñez, (2000) afirman que las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas en torno a la implementación de recursos TIC, particularmente de software (GeoGebra y Winplot) para realizar demostraciones sobre el teorema fundamental del cálculo diferencial, ayudan y fortalecen la interpretación geométrica de distintos objetos matemáticos tal expresa el profesor H.

Por otro lado, las concepciones dinámico-estables asumen las matemáticas mediante la resolución de problemas tal como lo expresa el profesor E:

Para la representación de los números fraccionarios denotados de la forma $\frac{a}{b}$ donde $a, b \in \mathbb{R}$ y $b \neq 0$ utilizo herramientas tecnológicas que permitan visualizar su comportamiento; es decir, si la fracción se comporta como parte todo, proporción, [...] Por ejemplo, cuando se requiere dividir una pizza para 10 amigos, implemento la plataforma Educaplay que me brinda elementos para observar su comportamiento y evidenciar que la fracción se está asumiendo como parte todo (Grupo focal 2: 12/08/2019).

De este modo, el profesor E expresa la concepción dinámico-estable a través de la representación en torno a los números fraccionarios enfocando una situación cotidiana que donde se reconoce que el uso de herramientas tecnológicas le permite visualizar el comportamiento del objeto matemático. En otras palabras, la implementación de recursos TIC en resolución de problemas ayuda a evidenciar el comportamiento de los números fraccionarios.

Por otro lado, las concepciones que surgen de la acción didáctica acerca del cuidado que el profesor debe tener sobre el uso y manejo de los recursos TIC en la práctica pedagógica para no generar obstáculos epistémicos, están relacionadas con los siguientes elementos: planeación, reflexión y experiencias educativas (éxito o fracasos) en torno a la implementación de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

El uso y manejo de los recursos TIC en la práctica pedagógica requiere de una planeación por parte del profesor que facilite los procesos de enseñanza y aprendizaje en las matemáticas y que no genere obstáculos epistémicos, por lo que las concepciones del profesor se encuentran inmersas en el momento de la planeación (Cataldi, 2000; MEN, 2003). Las concepciones del profesor en el momento de planear la implementación de los recursos TIC se enfocan en la reflexión sobre distintas experiencias en torno a situaciones educativas y/o episodios donde la integración de herramientas tecnológicas ha sido exitosa o por el contrario han fracasado, tal como lo argumenta el profesor H:

 Tuve la experiencia donde los estudiantes renegaron de GeoGebra ya que manifestaron que era muy complicado [...] porque cuando estaba explicando la clase a través de los ejemplos donde utilizaba esta herramienta, los estudiantes no estaban comprendiendo la temática y adicionalmente desconocían el manejo de GeoGebra [...] Esta situación, generó un caos porque no sabían a que prestarle atención si al tema o al funcionamiento del software. [...]. Comprendí que si voy hacer uso de un recurso tecnológico inicialmente en mi planeación debo considerar que el estudiante necesita conocer la herramienta y su funcionalidad (Grupo focal 4: 11/22/2019).

En relación a lo anterior, se observa que el profesor H a través de su afirmación se contrasta con las argumentaciones de Cataldi (2000) y el MEN (2003) sobre la planeación sobre la

implementación de los recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas, siendo este un proceso que implica cierto cuidado donde se requiere que tanto el profesor como el estudiante conozcan el uso y manejo de la herramienta tecnológica (Funcionalidades, propiedades, etc.) con la propósito de no generar obstáculos epistémicos en la apropiación de contenidos matemáticos.

En esta misma dirección, el proceso de reflexión sobre la implementación de los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas permite a través de las concepciones del profesor que los obstáculos epistémicos no se generen o disminuyan, es decir; la reflexión en torno al uso y manejo de los recursos TIC en la práctica pedagógica puede transformar las concepciones de los profesores sobre la implementación de las herramientas tecnológicas (Jost (1992) citado por Kendal y Stacey, 2001; Grisales 2018; Londoño, 2016; Pérez, Hernández, De Rojas y González; 2012; Florez, Páez, Fernández y Salgado; 2018; Rueda y Torquemada, 2008; Salinas, 2004).

Por otro lado, a continuación se presentan las concepciones que surgen de la acción didáctica en torno a la evaluación, las cuales están relacionadas con los siguientes elementos: práctica pedagógica, experiencias educativas, contenidos matemáticos, identidad profesional, gestión escolar, etc. En este sentido, las concepciones de los profesores de matemáticas sobre la evaluación cuando se utiliza herramientas tecnológicas están sujetas a la interpretación del concepto de evaluación tal como lo argumentan Antón y Moraza (2014):

[...] se sigue interpretando la evaluación como el final de la enseñanza y de la consecución de un determinado objetivo, no como una herramienta de enseñanza y, a su vez, actividad de aprendizaje que puede favorecer el logro de esa autonomía. Las resistencias a este cambio en la concepción de la evaluación, parecen ser mayores que las de la enseñanza [...] (p. 277).

La evaluación aún se sigue asumiendo como el final de la enseñanza que está ligada a un determinado objetivo y no como una herramienta que hace parte del proceso de la enseñanza en matemáticas, por lo que la implementación de recursos tecnológicos en la evaluación contempla la resistencia a los cambios de concepciones de los profesores sobre la evaluación de contenidos matemáticos, los cuales podrían generar obstáculos epistémicos. En otras

palabras, las concepciones de los profesores en torno al uso de recursos TIC en la evaluación que se asume a través de pruebas parciales, pueden influir en el desarrollo de obstáculos epistémicos, los cuales se relegaran en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, tal como lo expresa el profesor C:

Cuando pienso en la evaluación a través de recursos TIC me imagino al profesor supervisando su desarrollo, pero el estudiante no se puede llevar la evaluación. En otras palabras, si realizo la evaluación en plataforma, el estudiante debe hacerlo bajo mi supervisión para observar como lo desarrolla y no generar obstáculos epistémicos en el momento en que el estudiante debe demostrarme que se ha apropiado del objeto matemático enseñando (Grupo focal 1: 19/08/2019).

En este sentido, el profesor C muestra a través de su argumentación que las concepciones en torno a uso de recursos TIC en la evaluación están relacionadas con la supervisión del profesor su desarrollo para evitar generar obstáculos epistémicos en la apropiación de los objetos matemáticos. Las concepciones del profesor sobre la implementación de los recursos TIC en la evaluación están permeadas por la supervisión del profesor en su desarrollo dado que se puede producir obstáculos epistémicos enfocados en la comprensión e interpretación de los contenidos matemáticos.

Las concepciones de los profesores en torno a la resistencia del uso de las herramientas tecnológicas en la evaluación mantienen enfoques instrumentales y memorísticos que no brindan relevancia en los resultados obtenidos a través de distintos elementos como, por ejemplo: exámenes teóricos, esfuerzo individual, capacidad reproductiva sobre respuestas a problemas o ejercicios establecidos en los exámenes, etc.; los cuales generan simplificaciones limitadas y obstáculos epistémicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Stiggins, 2004; Celman, 2005; Litwin, 2005 citados por Prieto y Contreras, 1998; Moran, 2007; Vera, 2017; Eren, 2010; Quinquer, 1999).

Por otro lado, existen concepciones de los profesores sobre la implementación de los recursos TIC desde el enfoque constructivista, donde se asume la evaluación como un proceso constructivo y formativo; es decir, es un proceso en el que participa el profesor y el estudiante en la apropiación de los objetos matemáticos (Grisales, 2018; Eren, 2010; Trelles, Bravo y

Barrazueta, 2017; Lara, 2001). En este sentido, las concepciones de los profesores en torno al uso de herramientas tecnológicas en la evaluación desde el enfoque constructivo permiten que el estudiante sea protagonista de su aprendizaje y que el profesor sea la persona que le brinda apoyo en la apropiación de contenidos matemáticos, tal como lo expresa el profesor G:

No creo que el uso de las TIC generen cambios en la forma de evaluar ya que la evaluación es más que “una actividad”, de hecho, se puede evaluar dentro de las mismas actividades puesto que asumo la evaluación formativa donde se pueden integrar diversas actividades que me permite visualizar los logros, alcances, dificultades en el proceso de aprendizaje del estudiante (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Dado lo anterior, se puede observar que el profesor G expresa que la implementación de los recursos TIC en la evaluación no genera cambios relacionados con los obstáculos epistémicos ya que “evaluar” desde el enfoque constructivo donde la evaluación es un proceso de formación que permite integrar distintas actividades y por ende observar distintos elementos tales como: logros, alcances, habilidades, fortalezas, etc. que hacen parte de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

La concepción 4, se refiere a que la integración de recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas exigen un replanteamiento, y por ende se contrasta con los ejes teóricos denominados: “Las TIC como recursos” y “Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica”.

En primer lugar, la concepción 4 se relaciona con las “Las TIC como recursos” a través de la formación de profesores, La implementación de los recursos TIC en la universidad constituye un gran reto tanto en la adquisición de herramientas tecnológicas como también en la formación de los profesores sobre su manejo en la práctica pedagógica; es decir, que la integración de recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas no solo se enfoca en obtener las herramientas tecnológicas dentro de su infraestructura disponibles, sino también en la formación que los profesores deben tener sobre su manejo y uso para la práctica pedagógica. Las universidades deben repensar la formación de los profesores en torno a uso de los recursos tecnológicos en la práctica pedagógica tal como lo argumenta Echeverría (2014):

[...] El manejo por parte del profesorado de las herramientas tecnológicas a veces es pobre o inexistente, así como su conocimiento de las posibles aplicaciones didácticas. Se vuelve prioritaria la formación y capacitación permanente en TIC, lo cual no es una tarea fácil. Las mismas herramientas se modifican, cambia el software y el equipamiento es caro y necesita mantenimiento y constantes actualizaciones (p. 4).

En contraste con lo anterior, el profesor I expresa que:

[...]Creo que la universidad tiene que vincular las capacitaciones sobre el manejo y uso de los recursos TIC dentro del contexto de la pedagogía ya que es necesario relacionarlos para aplicarlos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, pues son pocos los espacios que brinda la universidad para la formación de profesores sobre el manejo y uso de las herramientas tecnológicas y cuando los brinda se enfoca en el manejo y uso pero no se contextualiza (Grupo focal 4: 11/22/2019).

En este sentido, las concepciones de los profesores de matemáticas en torno a la formación sobre los recursos tecnológicos son importantes por cuanto implica la contextualización de los contenidos matemáticos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Esto permite que mediante la evaluación y reflexión permanente el profesor repiense y pueda transformar las concepciones sobre la implementación de herramientas tecnológicas en su práctica pedagógica (Vega, Niño y Cárdenas, 2015; Grisales, 2018; Echeverría, 2014; López y Chaves, 2013).

La transformación de las concepciones del profesor de matemáticas debe hacerse de manera no traumatizante (Grisales, 2018; Echeverría, 2014; López y Chaves, 2013; Cabrero, 2003) pero debe ser un proceso continuo tal como lo argumentan López y Chaves (2013):

La formación docente en TIC debe ser un proceso permanente de adquisición y desarrollo de conocimientos y habilidades, pero también de nuevas actitudes ante una educación más flexible y abierta, indispensable para que los estudiantes de hoy se interesen por analizar y comprender su realidad y puedan satisfacer sus necesidades formativas de manera más acorde con su estructura cognitiva. En medio de esto, hay que considerar sus propios límites, perspectivas y visión de cambio (p. 6).

Se puede lograr mediante la participación tanto en actividades académicas como no académicas, entre ellas, se tienen las siguientes: capacitaciones, seminarios, cursos, talleres, simposios, documentos, tutoriales, entre otros que le brinden al profesor maneras para enriquecer y transformar sus concepciones sobre el uso de los recursos TIC, para integrarlos adecuadamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, tal como lo expresa el profesor F:

[...] Mi formación en torno a las funcionalidades de los recursos tecnológicos la he realizado mediante tutoriales por medio de internet y cursos que ofrecen en los eventos académicos [...] Sin embargo, me gusta participar sobre los seminarios de Educación Matemática enfocados en tecnologías educativas porque me invitan a repensar que la implementación de recursos tecnológicos no solo se limitan a su manejo (funcionalidades) sino también a la contextualización dentro de la práctica pedagógica (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Por otro lado, la concepción 4 se relaciona con las “Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica” a través de las metodologías donde el profesor percibe que se debe realizar replanteamientos en la enseñanza de la matemática. La implementación de recursos TIC en la sala de aula requiere de cambios para abordar los contenidos matemáticos, tal como lo argumentan Carneiro y Brancaglioni (2010):

El uso de tecnologías por parte de los profesores en su práctica de aula exige cambios. [...]. Otros cambios deben ocurrir en las metodologías utilizadas en estos cursos y en las concepciones de los formadores de docentes sobre el profesional que están formando. Estas transformaciones se hacen explícitas en las Directrices Curriculares Nacionales para la Formación Docente: “las iniciativas para asegurar que el futuro docente aprenda a utilizar, en el ejercicio de la docencia, la computadora, la calculadora, internet y cómo manejar los programas y software educativos son aún raras” (p. 24).

De este modo, la integración de recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática necesitan ser repensadas ya que la enseñanza de las matemáticas ha estado condicionada por metodologías tradicionales (Vega, Niño y Cárdenas, 2015):

En el campo educativo, la matemática es una de las áreas que evidencia un alto índice de pérdida por parte de los estudiantes, esto debido a su carácter rígido, la falta de innovación metodológica en el aula y la poca contextualización en la enseñanza de los contenidos desde los primeros años de escolaridad. Una de las causas atribuidas a esto corresponde al enfoque tradicionalista en la enseñanza de esta disciplina, donde en la mayoría de casos se realizan algoritmos sin fundamento y se repiten procedimientos mecánicamente sin reflexión alguna. Para contrarrestar este problema, se hace imperativo en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas, el uso de herramientas tecnológicas que faciliten la relación entre los conceptos teóricos y la contextualización de manera interactiva (p. 172).

En general, los contenidos matemáticos no están contextualizados y son abordados a través de algoritmos mecánicos pero que limitan la comprensión, interpretación y reflexión sobre el comportamiento de los objetos matemáticos. Una de las alternativas a esta situación recae en la implementación de herramientas tecnológicas que generen la contextualización interactiva de los contenidos matemáticos, tal como lo expresa el profesor B:

Para representar una recta es fundamental conocer elementos del objeto matemático como la ecuación que me permitan tabular para obtener la recta a través de un recurso tecnológico. Sin embargo, es importante denotar que a través de un software se puede visualizar el comportamiento mediante movimientos, amplitud, etc. mientras que realizar el proceso de tabular a través de lápiz y papel me representa un objeto fijo, por lo que visualizar su comportamiento es más difícil. [...]. La contextualización interactiva de los objetos matemáticos a través de los recursos tecnológicos fortalece la comprensión sobre su comportamiento (Grupo focal 1: 19/08/2019).

En esta dirección, en los estudios de Lavicza (2006) se examina que el uso de los sistemas de álgebra computarizada (CAS) ayudan a comprender la influencia de la tecnología en la metodología del profesor de matemáticas y la relevancia de sus concepciones en torno al uso y manejo de las herramientas tecnológicas.

Análogamente, en los estudios de Jost (1992) citado por Kendal y Stacey (2001) los profesores de matemáticas implementan en el aula las calculadoras gráficas y se muestra cómo las concepciones de los profesores se ven afectadas significativamente respecto al uso

y manejo de las TIC. Los profesores se encontraban frente a otra forma de operatividad aritmética, pero al mismo resultado en los cálculos. En este aspecto, las prácticas pedagógicas derivadas de las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas, se transformaron abruptamente al encontrarse diferentes funcionalidades de la calculadora, tal como lo argumenta el profesor A:

Cuando abordo el tema de las aproximaciones la calculadora es una gran herramienta ya que a través de sumas infinitas se puede observarlas. Por ejemplo, al realizar logaritmo natural de 2 la calculadora muestra el resultado; sin embargo, para visualizar dicho resultado se tuvo que efectuar varias sumas finitas, las cuales están programadas en calculadora para realizar dicho algoritmo natural de 2 (Grupo focal 1: 19/08/2019).

La concepción 5, centrada en que la integración de los recursos TIC dentro del currículo de matemáticas en el contexto universitario está ligada con las políticas institucionales, se encuentra relacionada con el eje temático denominado “las TIC como recursos”. En otras palabras, la concepción en torno a la implementación de herramientas tecnológicas en el currículo de matemáticas en la universidad está relacionada con temáticas como por ejemplo: Integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas; infraestructuras y recursos TIC que brindan las universidades para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; el uso de los recursos TIC en las matemáticas y la formación de profesores en torno a la utilización y manejo de los recursos tecnológicos en la práctica pedagógica.

Las reformas curriculares intentan integrar los recursos TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con el propósito de que el estudiante se apropie de los diferentes contenidos; pero diferentes profesores universitarios de matemáticas implementan los recursos tecnológicos por iniciativa personal; es decir de forma voluntaria ya que en los planes de curso, documentos institucionales, etc. no se aborda visiblemente el uso y manejo de recursos TIC para la enseñanza de los objetos matemáticos (Grisales, 2018; Juan et al., 2012).

En contraste con la concepción antes mencionada y la relación con el respectivo eje temático, algunos profesores que participaron de este estudio manifiestan que la integración de los

recursos tecnológicos para la enseñanza de los objetos matemáticos la realizan de forma personal y voluntaria, tal como lo argumenta el profesor D:

Algunos docentes incluyen las TIC en su práctica voluntariamente para fortalecer los contenidos matemáticos en el curso que está orientando; es decir, utilizan algún elemento de las TIC propio del objeto matemático solo en su clase [...] Precisamente, los profesores utilizan las TIC de forma personal ya que en los planes de curso de las disciplinas de matemáticas no se considera la implementación de los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas (Grupo focal 2: 12/08/2019).

En esta dirección, las concepciones de los profesores de matemáticas al implementar los recursos TIC se ven influenciadas en la adaptación de los planes de estudio de matemáticas dentro del contexto universitario, tal como lo argumenta, Juan et al. (2012):

Los departamentos universitarios de todo el mundo han hecho uso de sus capacidades tecnológicas para diseñar nuevos planes de estudio que promuevan la comprensión conceptual y no solo los conocimientos procedimentales. Sin embargo, puesto que la implementación no es algo fácil, especialmente en el campo de las matemáticas, nos enfrentamos a numerosos retos. [...] (p. 87)

Los nuevos retos que propone la integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas en el contexto universitario se refieren a distintos elementos como, por ejemplo: campo de las matemáticas, infraestructura, práctica pedagógica, entre otros tal como lo expresa el profesor L:

Creo que la universidad tiene muchos retos en torno a la implementación de herramientas tecnológicas, especialmente en la infraestructura ya que en la universidad ni siquiera se ha realizado la actualización de los planes de curso en cuanto a la bibliografía menos en relación de las TIC y los contenidos matemáticos precisamente porque la gran mayoría de salones cuenta a lo sumo con las sillas de los estudiantes, tablero y me toca comprar los marcadores; es decir, encontrar un salón con video beam es un misterio y que tenga un televisor imposible. [...] Desde las instalaciones, son

precarias para trabajar, por lo que si el profesor necesita de un recurso tecnológico debe el mismo comprarlo (Grupo focal 5: 12/12/2019).

La infraestructura que adquieren las universidades y la apropiación en torno a su uso y manejo juegan un papel importante ya que le permite al profesor ejercer el rol de orientador en el proceso de enseñanza, siendo el estudiante el protagonista del conocimiento. Así, existen diferentes universidades a nivel mundial que utilizan distintos recursos tecnológicos como, por ejemplo: plataformas virtuales educativas, software, dispositivos, entre otros que sirven de herramientas didácticas (Meneses, 2007; Torres et al., 2010; Socas, 2016; Juan et al., 2012; Vega, Niño y Cárdenas, 2015; Mendoza, Burbano y Valdivieso, 2019; Sucerquia, Londoño, Jaramillo y De Carvalho, 2016; Arcavi, en prensa).

Otro de los retos que las universidades deben enfrentar en torno a la implementación de recursos tecnológicos en el currículo de matemáticas y, que está relacionado con las concepciones de los profesores, es la contextualización de los recursos TIC en la práctica pedagógica a través de capacitaciones, conferencias, talleres, especializaciones, etc. (Echeverría, 2014):

Esta incorporación de las TIC en el currículo educativo presenta limitaciones, las cuales se originan por diversos factores. El manejo por parte del profesorado de las herramientas tecnológicas a veces es pobre o inexistente, así como su conocimiento de las posibles aplicaciones didácticas. Se vuelve prioritaria la formación y capacitación permanente en TIC, lo cual no es una tarea fácil. Las mismas herramientas se modifican, cambia el software y el equipamiento es caro y necesita mantenimiento y constantes actualizaciones (p. 4).

Esta formación no solo se limita al manejo y uso de los recursos tecnológicos (técnico) sino a la contextualización didáctica de los objetos matemáticos tal como lo argumenta el profesor I:

Creo que la universidad tiene que vincular las capacitaciones dentro del contexto de la pedagogía y el manejo de los recursos ya que es necesario relacionarlos para aplicarlos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. [...] Las capacitaciones que brinda la universidad se limitan únicamente al uso y manejo terminan siendo

mecánicas y técnicas, pero olvidan y no abordan el uso de las herramientas tecnológicas en el campo de la didáctica y la pedagogía (Grupo focal 4: 11/22/2019).

En relación con lo anterior, los retos sobre la integración de recursos TIC en el currículo de matemáticas pueden generar cambios y/o transformaciones en torno a las concepciones de los profesores de matemáticas, las cuales promueven y/o restringen las propuestas de cambio enfocadas en la implementación de herramientas tecnológicas para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el contexto universitario (Campos y Pinto, 2016; Carneiro y Brancaglioni, 2010; Arancibia y Badia, 2015; Moreno y Azcárate, 2003). En otras palabras, las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas, influyen en los retos relacionados con el fortalecimiento y las restricciones inmersas en la implementación de recursos tecnológicos ligadas al currículo de matemáticas, tal como lo expresa el profesor A:

La implementación de las herramientas tecnológicas en la práctica pedagógica me ha generado muchas transformaciones en los procesos de enseñanza, como por ejemplo, la necesidad de comprender y manejar recursos tecnológicos para observar el comportamiento de algunos objetos matemáticos. [...] Sin embargo, para mí la integración de las TIC en el currículo ha sido un proceso evolutivo; es decir las TIC han venido interviniendo poco a poco en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. [...] En mis tiempos, me enseñaron a través de la tiza y tablero pero después vivencie el auge del computador, video beam, programas, celulares, etc. (Grupo focal 1: 19/08/2019).

La transformación de las concepciones del profesor de matemáticas relacionadas con la integración de los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, debe hacerse de manera no traumatizante sino por el contrario de forma agradable y continua donde el profesor observe que las herramientas tecnológicas son elementos didácticos que pueden ser implementados en la práctica pedagógica, las cuales le brindan múltiples beneficios sin desconocer sus desventajas (Grisales, 2018; Echeverría, 2014; López y Chaves, 2013; Martínez y Hernández, 2014; Cardoso y Morales, 2017; Trouche, 2018).

El nuevo perfil social del profesor requiere repensar diferentes problemáticas que trasciende varios elementos como, por ejemplo: alfabetización digital, infraestructura, entre otros sobre

al uso de los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas, tal como lo expresa el profesor E:

Sería muy interesante repensarnos esa integración de las TIC en el currículo de matemáticas, por ejemplo, implementar modelos virtuales para abordar determinados objetos matemáticos porque actualmente el currículo se limita solo a mostrar los contenidos de los planes de curso. [...] Creo que el repensarnos la implementación de las herramientas tecnológicas aborda muchos elementos, como: alfabetización digital, infraestructura, capacitaciones, etc. (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Por otro lado, a continuación se realiza la discusión de datos en torno al objetivo 2 que consiste en establecer las relaciones entre las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas a través de las dimensiones, en la tabla 1, se muestran que las relaciones entre las concepciones 1 y 4 se generaron a través de la categoría C10; y las concepciones 1 y 3 mediante las categorías C12 y C13; que son concepciones sobre la acción didáctica y tecno didáctica”. En la tabla 15 se presentan las relaciones de cada concepción expresada por los profesores universitarios de matemáticas, las dimensiones y las categorías.

Concepción	Dimensión	Categoría
Concepción 1	Concepciones sobre la acción didáctica (III)	C7, C8, C9, C10 y C11
	Tecno didáctica (IV)	C12 y C13
Concepción 3	Tecno didáctica (IV)	C12 y C13
Concepción 4	Concepciones sobre la acción didáctica (III)	C10

Tabla 15: Concepciones relacionadas a través de las categorías

Elaboración propia (2022)

En la tabla 15, cabe resaltar que las dimensiones están inmersas en los ejes temáticos abordados en el marco teórico de esta tesis doctoral. La concepción 1 y concepción 4 están enfocada en torno al eje temático “las TIC como recursos”. La categoría C10, está centrada en la formación de los profesores sobre los recursos TIC. En otras palabras, el dialogo entre las concepciones 1 y 4 que consisten en el fortalecimiento de los recursos tecnológicos como apoyo para la enseñanza de algunos conceptos matemáticos y el replanteamiento que genera

la implementación de las TIC en la práctica pedagógica, se contrastan con la formación del profesor sobre el uso, manejo y contextualización de los mismos.

La implementación de los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas le brinda al profesor herramientas didácticas en su práctica pedagógica, incentivándolo a transformar sus concepciones ligadas a métodos tradicionales, tal como lo argumentan Martínez y Hernández (2014):

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) les ofrecen un variado espectro de herramientas, que pueden ayudarles a transformar las clases actuales centradas en el profesor, aisladas del entorno y limitadas al texto de clase en entornos de conocimiento rico, interactivo y centrado en el alumno. [...]. Pero también deben plantearse como meta primordial, transformar el paradigma tradicional de enseñanza. Es evidente entonces que, para alcanzar esta meta, debe producirse un cambio en la concepción tradicional del proceso de instrucción y una nueva comprensión acerca de cómo las nuevas tecnologías digitales pueden ayudar a crear nuevos ambientes (p. 2).

La integración de los recursos TIC, le ofrece al profesor una variedad de herramientas didácticas para la enseñanza de diferentes objetos matemáticos en los siguientes campos: cálculo integral, cálculo diferencial, geometría plana, entre otros. La implementación de los recursos tecnológicos requiere de la formación del profesor (formal e informal) en torno a su manejo (funcionalidades), la cual influirá en sus concepciones por lo que se debe hacer de forma continua a través de distintos espacios tales como: capacitaciones, cursos, talleres, etc., tal como lo argumenta el profesor L:

Las TIC le brindan herramientas didácticas al profesor para la enseñanza de las matemáticas. [...] Sin embargo, mi formación sobre los recursos TIC ha sido por autoaprendizaje mediante tutoriales que encuentro en internet particularmente en YouTube [...] Intento hacer este proceso de forma agradable ya que en mi formación en pregrado estuvo inmersa en métodos de enseñanza tradicionales [...]. A pesar de que conozco algunas herramientas tecnológicas para la enseñanza de contenidos del cálculo, que permiten visualizar su comportamiento, como por ejemplo: GeoGebra y Wólffram, tengo debilidades en su manejo ya que desconozco distintas sus funcionalidades (Grupo focal 5: 12/12/2019).

En este sentido, Martínez y Hernández (2014) reconocen que los recursos TIC le brindan al profesor herramientas didácticas para la enseñanza de las matemáticas, particularmente en el cálculo; sin embargo, su formación en torno al manejo de los recursos TIC ha sido por autoaprendizaje a través de tutoriales que se encuentran en YouTube ya que resalta que su formación académica se enfocó en métodos de enseñanza tradicional. El profesor K resalta que el manejo sobre las herramientas tecnológicas se debe hacerse de forma continua y agradable, aspecto en el que coincide con Grisales (2018), Echeverría (2014), López y Chaves (2013) y Trouche (2018), los cuales afirman que el proceso en torno a la formación de los profesores sobre los recursos TIC debe ser continuo y no traumatizante en aras de no generar experiencias desagradables que marquen en su práctica pedagógica (Grisales, 2018; Echeverría, 2014; López y Chaves, 2013).

Análogamente, en esta tesis doctoral, también se encuentran profesores que asumen la formación en torno a los recursos TIC a través de estudios como por ejemplo: especializaciones, tal como lo expresa el profesor H:

Hice una especialización en TIC en Educación como parte de mi formación académica. [...]. Precisamente busqué a través de mi especialización complementar aquellos vacíos pedagógicos que no dominaba con claridad porque tenía arraigada concepciones inmersas en la enseñanza tradicional, pues a veces el contenido matemático no lo es todo cuando se va a comunicar en la sala de aula. [...] Y aprender el uso de las TIC mediante un tecnicismo enfocado en sus funcionalidades sin ser contextualizadas conlleva a repensar nuestras concepciones sobre el uso de las herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas (Grupo focal 4: 11/22/2019).

En este sentido, el profesor H muestra la concepción 4 ya que argumenta que su formación a través de la especialización enfocada en el uso y manejo de los recursos TIC le permitió contemplar temáticas en torno a la pedagogía y por ende con sus concepciones. De modo similar Echeverría (2014) afirma que:

La integración de estos nuevos medios hace necesario que desde el ámbito de la formación de los profesores se afronte la concepción del docente y su nuevo perfil social y reflexionar sobre problemas que van más allá de la alfabetización mediática que demanda la integración de las nuevas tecnologías en el contexto educativo (p.6)

En esta misma dirección, la implementación de los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas genera un proceso de repensar las concepciones de los profesores; el conocer las funcionalidades de un determinado recurso tecnológico, no implica desconocer su contextualización en el campo pedagógico, es decir, la integración de los recursos TIC en la práctica pedagógica del profesor promueve la confrontación de sus concepciones no solo en el uso de la herramienta tecnológica sino también en la forma de ser utilizada en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En relación con lo anterior, Cardoso y Morales (2017) argumentan que las concepciones de los profesores pueden evidenciar la formación sobre el uso y manejo de los recursos TIC y, por ende, la confrontación con las mismas, las cuales pueden generar procesos de reflexión inmersos en la práctica pedagógica que llevan al profesor a repensar la enseñanza de las matemáticas. En otras palabras, la implementación de recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas está ligada con las concepciones de los profesores dado que se debe considerar su formación en torno al manejo y uso de los recursos tecnológicos, las cuales deben ser contextualizadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Por tanto, las concepciones 1 y 4 resaltan que la formación de los profesores de matemáticas sobre el manejo y uso de recursos tecnológicos no solo está ligada a la participación de diferentes actividades académicas y no académicas, como por ejemplo: capacitaciones, seminarios, cursos, talleres, simposios, documentos, tutoriales, entre otros, sino también a la apropiación pedagógica que está inmersa en la utilización de los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas.

Por otro lado, en cuanto a las relaciones entre la concepción 1 y la concepción 3 se pueden establecer mediante las categorías C12 y C13, las cuales están enfocadas en los tipos y efectos de las TIC. La concepción 1 y la concepción 3 se refieren al fortalecimiento de los recursos tecnológicos como apoyo para la enseñanza de algunos conceptos matemáticos y el cuidado que se debe tener en torno al uso de las herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas ya que se puede generar obstáculos epistémicos en torno a los tipos y efectos de las TIC que los profesores conocen respectivamente.

Los avances tecnológicos han impulsado la integración de diferentes recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, por lo que se requiere que el profesor conozca los tipos y efectos de los recursos TIC en su práctica pedagógica. Existen distintas temáticas en torno a los conocimientos matemáticos como: geometría plana, geometría tridimensional, geometría diferencial, pre-cálculo, cálculo, estadística, trigonometría, ecuaciones diferenciales, algebra vectorial, probabilidad, análisis numérico entre otros que son susceptible al uso y manejo de los recursos TIC tanto de software específico como de dispositivos que son conocidos por algunos profesores de matemáticas e implementados en los procesos de enseñanza (Coloma et al., 2020; Grisales, 2018; Ramírez, 2015; Salat, 2013; Pizarro, 2009).

En esta tesis doctoral se puede observar a través de las concepciones 1 y 4 que los profesores de matemáticas conocen diferentes tipos de TIC para la enseñanza de las matemáticas, fundamentalmente para abordar temas relacionados con el cálculo, la geometría, el álgebra, etc., las cuales son más susceptibles al uso de herramientas tecnológicas, tal como lo expresa el profesor B:

En el curso de Cálculo II los recursos TIC que utilizo son: la calculadora y el software para abordar el tema de funciones. [...] En principio implemento la calculadora para realizar los cálculos en torno a la tabulación de la función. Es importante resaltar que antes de implementar la calculadora les explico a los estudiantes las funciones que nos brindan. [...]. Después de tabular y visualizar la función integro GeoGebra para mostrar el comportamiento del objeto matemático. [...] Sin embargo, es importante ser cuidadoso para no generar obstáculos epistémicos con el uso de las TIC, por ejemplo, cuando implemento la calculadora para realizar cálculos, les comunico a los estudiantes que deben tener en cuenta la jerarquización de operaciones para que no obtengan resultados incorrectos (Grupo focal 1: 12/10/2019).

Esta argumentación está presente también en Coloma et al. (2020), Grisales (2018), Ramírez (2015), Salat (2013), Pizarro (2009) y Arcavi (en prensa) ya que resaltan el uso de los recursos tecnológicos, tales como la calculadora o el software GeoGebra fortalecen la enseñanza de las funciones, la cual es una temática inmersa en el pre cálculo. Se muestra la relación entre el proceso de tabular la función y posteriormente de graficarla a través de un software lo que permite visualizar su comportamiento. Así, a través de las concepciones que

manifiesta el profesor B se puede evidenciar que sin duda reconoce distintos tipos de recursos tecnológicos, tales como la calculadora y GeoGebra.

En esta misma dirección, el profesor B, que muestra la concepción 4, resalta la importancia de tener cuidado en el momento de implementar un recurso tecnológico para la enseñanza de las matemáticas ya que si se realiza de forma incorrecta puede generar obstáculos epistémicos, siendo este uno de los efectos que se puede obtener al integrar los recursos TIC en la práctica pedagógica. La implementación de recursos TIC requiere de una planeación por parte del profesor para que no emerjan obstáculos epistémicos que entorpezcan los procesos sobre la apropiación de los conocimientos matemáticos (Cataldi, 2000; MEN, 2003).

Adicionalmente, el profesor B expresa que otro de los efectos de utilizar las herramientas didácticas para la enseñanza de las funciones es la dinamización que se obtiene y que se puede usar para la comprensión de ciertos contenidos matemáticos pues permite visualizar el comportamiento. En este sentido, Grisales (2018) argumenta que el uso de los recursos TIC ayudan a visualizar y representar algunos contenidos matemáticos, lo que puede generar transformaciones en las concepciones de los profesores en torno a la naturaleza de las matemáticas.

Por tanto, las concepciones 1 y 3, cuando se contrastan a través de las categorías C12 y C12 muestran que si bien los participantes de este estudio conocen diferentes recursos TIC (software y dispositivos) para la enseñanza de algunos objetos matemáticos, es importante denotar el cuidado en torno a los efectos que puede generar la integración de los recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje para que no emerjan obstáculos epistémicos sino que pueden ayudar a dinamizar los contenidos matemáticos.

A continuación, se realiza la discusión de datos sobre el objetivo 3 que consiste en comparar las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas que implementan las TIC y aquellos que aún no lo hacen en sus clases presenciales desde dimensiones como: la naturaleza de las matemáticas, el currículum, las concepciones en torno a la acción didáctica y la tecno didáctica. En este estudio (tabla 7) ocho profesores (A, B, C, E, F, H, J, y K) implementan recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas mientras que cuatro profesores (D, G, I y L) no lo hacen. Además, en la tabla 8, se indica el periodo de tiempo (años) en el

que los profesores llevan implementando recursos TIC en su práctica pedagógica. Dicho periodo está comprendido entre 1 y 25 años y se puede organizar en tres bloques: corto (1-5 años). 2), medio (6-10 años). 3) y largo (11-25 años).

Las comparaciones entre las concepciones identificadas en este estudio se realizaron con cada profesor de matemáticas. En la tabla 9, se observó que:

1. Todos los profesores manifiestan la concepción 1.
2. Los profesores: A, B, C, D, E, F, G, I, J, K y L expresan la concepción 2.
3. Los profesores: A, D, E, G, H e I anuncian la concepción 3.
4. Los profesores: F, G e I exponen la concepción 4.
5. Todos los profesores auguran la concepción 5.

De esta manera, se inicia con la comparación de los profesores que utilizan recursos TIC y aquellos que no, enfocada en la concepción 1 (herramientas y tecnologías cognitivas), la cual está relacionada con los ejes temáticos 1 y 3 (concepciones de los profesores sobre la matemática y concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica).

Los conocimientos matemáticos relacionados con algunas áreas de las matemáticas como: geometría plana, geometría tridimensional, geometría diferencial, pre-cálculo, cálculo, estadística, trigonometría, ecuaciones diferenciales, algebra vectorial, probabilidad, análisis numérico entre otras son susceptibles al uso y manejo de los recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Coloma et al., 2020; Grisales, 2018; Ramírez, 2015; Salat, 2013; Pizarro, 2009).

Los profesores A, B, E y L expresan que algunos contenidos matemáticos son más amigables para trabajarse mediante recursos tecnológicos, por ejemplo, el cálculo (pendiente, sólidos de revolución, etc.) y la aritmética:

Profesor A (Medio tiempo): En clase de cálculo utilizo el software GeoGebra ya que me permite observar el comportamiento de la pendiente (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor B (Corto tiempo): A pesar de que integro en pocos momentos las herramientas tecnológicas, la metodología que implemento está muy ligada a métodos tradicionales.

Sin embargo, hace poco utilizo la calculadora para explicar la jerarquización de las operaciones (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor E (Largo tiempo): Las TIC las uso en todas mis clases independientemente del contenido que este orientando, hacen parte de mi metodología que está enfocada en la resolución de problemas (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor L (No utiliza TIC): Oriento mis clases de forma magistral [...]. Sin embargo, percibo que el uso de las tecnologías en las clases son un gran apoyo para la optimización de tiempo, pues en algunos temas de cálculo diferencial, como por ejemplo, diseñar sólidos de revolución se requiere de gráficas que no son fáciles hacerlas en el tablero (Grupo focal 5: 12/12/2019).

Los participantes A, B y E, que implementan los recursos TIC para la enseñanza de determinados contenidos matemáticos, argumentan que la susceptibilidad en torno a la integración de las TIC para la enseñanza de algunos objetos matemáticos del cálculo y de la aritmética permite visualizar su comportamiento. Sin embargo, el profesor L, que no utiliza las TIC en su práctica pedagógica, reconoce que los recursos TIC son más amigables para diseñar y elaborar algunos objetos matemáticos ligados al cálculo, tales como: sólidos de revolución.

Los profesores A, B, E y L están en la misma línea que las expresadas en las investigaciones de Coloma et al. (2020), Arcavi (en prensa), Grisales (2018), Ramírez (2015), Salat (2013) y Pizarro (2009) ya que reconocen que existen objetos matemáticos ligados al cálculo y la aritmética que son susceptibles al uso de distintos recursos tecnológicos, como por ejemplo: calculadora y software educativos (GeoGebra, entre otros), dado que permite observar su comportamiento.

Algunos conocimientos matemáticos ligados a las demostraciones son más fáciles de ser representados a través de recursos TIC para observar su comportamiento, tal como aconteció hace algunos años cuando se utilizó la computadora para realizar la demostración del teorema del mapa de cuatro colores. Appel y Haken (1977) citado por Salat (2013) argumentan que: “[...] el teorema afirma que solamente se requieren cuatro colores para iluminar un mapa

plano sin que dos regiones adyacentes compartan el mismo color. La computadora ayudó a reducir el número de casos particulares a considerar en la demostración” (p. 64).

En cuanto a las representaciones gráficas de los objetos matemáticos mediante los recursos TIC, éstas influyen en su visualización; especialmente ligada al manejo de software educativo (GeoGebra y Winplot) (Hernández, 2015; Lupiáñez, 2000). Las TIC son herramientas de apoyo que ayudan a visualizar y observar el comportamiento de los objetos matemáticos con la finalidad de interpretar y comprender (argumentos deductivos), tal como lo expresan los profesores I y J:

Profesor I (No utiliza TIC): La representación gráfica de los conceptos matemáticos mediante las TIC no necesariamente ayudan a la argumentación y demostración matemática en su totalidad, prácticamente dependiendo la demostración [...] El representar en sí mismo no creo que demuestre ni argumente; es decir, el representar es necesario, pero no es suficiente para ciertas actividades que requieren de una determinada visualización (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Profesor J (Medio tiempo): Antes de hacer la demostración de un determinado teorema trato de que los estudiantes a partir de un software lo deduzcan ya que ellos le van mostrando propiedades o elementos fundamentales que le ayudan a argumentar (Grupo focal 5: 12/12/2019).

Estos profesores reconocen que los recursos TIC ayudan y fortalecen determinadas demostraciones, permitiendo visualizar el comportamiento sobre el objeto matemático a estudiar; sin embargo, la representación generada mediante las herramientas tecnológicas no necesariamente implica que sea la demostración de un teorema, colorarios, etc. que se desea desarrollar.

Por otro lado, cabe mencionar que existen contenidos matemáticos como: algebra moderna, análisis funcional, topología, entre otros, que los profesores consideran que no son tan susceptibles como los anteriores en cuanto al uso de recursos tecnológicos ya que requieren de otro tipo de conocimientos, como, por ejemplo: programación, circuitos, electricidad, etc. (Hayek, 1990; Montero, 2008; Murray-Lasso, 2009). Así lo expresan los profesores B y D:

Profesor B (Corto tiempo): Creo que, para representar, por ejemplo, elementos de variable compleja se requiere de tener unos conocimientos sobre programación para poder observar su comportamiento utilizando Matlab (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor D (No utiliza TIC): El álgebra abstracta la representación de los objetos matemáticos como por ejemplo los isomorfismos no es tan sencillo de visualizarlo a través de un software precisamente porque son elementos abstractos que muchas veces el imaginarlos se dificulta, por lo que se requiere de otros tipos de conocimientos, como por ejemplo: programación (Grupo focal 2: 12/08/2019).

En relación a lo anterior, el profesor B, que forma parte del grupo de profesores que implementan las TIC, reconoce que, para integrar las herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de objetos matemáticos ligados con la matemática abstracta, se requiere de conocimientos sobre la programación, con el propósito de observar su comportamiento. Análogamente, el profesor D, que no implementa los recursos TIC, manifiesta que para observar el comportamiento de los objetos matemáticos en torno a la matemática abstracta se necesita otro tipo de conocimientos, como por ejemplo: programación. Así tanto los profesores que integran los recursos en su práctica pedagógica como aquellos que no lo hacen, manifiestan la importancia de implementar otro tipo de conocimientos (como, por ejemplo, programación) para visualizar el comportamiento en torno a los objetos matemáticos de la matemática abstracta.

En cuanto al eje temático 3 enfocado en la concepción 1, se evidencia que los profesores A, B, E y J, que utilizan las TIC, expresan que los recursos tecnológicos (dispositivos y software) ayudan a observar el comportamiento de “algunos objetos matemáticos”, por lo que las TIC se pueden transformar en recursos didácticos que fortalecen la apropiación de contenidos matemáticos. Del mismo modo, autores como, por ejemplo: Lavicza, (2006), Cantoral (2002), Gómez y Waits (2000), Ortiz (2006), Del Puerto y Minnaard (2002) consideran que los recursos tecnológicos implementados en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas sirven de apoyo para la apropiación de algunos contenidos matemáticos y se pueden transformar en recursos didácticos.

En esta misma dirección, los profesores D, I y L que no implementan los recursos TIC en su práctica pedagógica, reconocen que las TIC son herramientas que sirven de apoyo para la enseñanza de algunos contenidos matemáticos. Sin embargo, resaltan que dicho apoyo requiere de distintos elementos, como por ejemplo: tipos de conocimientos (programación, entre otros), contexto, finalidad educativa, manejo, uso, etc. En esta misma línea, autores como Hayek (1990), Montero (2008) y Murray-Lasso (2009) manifiestan que para integrar los recursos TIC en la enseñanza de algunos conocimientos de matemáticas puras se requieren de diferentes tipos de conocimientos (programación, circuitos, electricidad, entre otros, dada las estructuras abstractas de análisis), contexto, entre otros.

En cuanto a la comparación de los profesores que utilizan recursos TIC y aquellos que no, enfocada en la concepción 2 (herramientas para visualizar y representar), que está relacionada con el eje temático 1 (Concepciones de los profesores sobre la matemática), es importante resaltar que los profesores A, B, C, D, E, F, I, J y K expresan la concepción 2; mientras que el profesor L no lo hace.

Las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas están relacionadas con la estructura del conocimiento matemático, la cual está ligada con distintos elementos, como por ejemplo: conceptos, teorías, significados, creencias, reglas, imágenes, entre otros (Thompson, 1992, p. 132 citado por López, Aldana y Erazo, 2008).

Profesor C (Medio tiempo): Supongamos que no utilizo ninguna TIC y estoy frente al tablero abordando el tema de derivadas parciales y dibujo la curva que me representa la derivada con respecto a X. [...] El objeto representado en el tablero es fijo; es decir, no puedo moverlo y eso limita la visualización del comportamiento de la derivada. Mientras que, si utilizo un recurso tecnológico como un software para explicar ese tema, las representaciones visuales pueden generar mayor comprensión (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor D (No utiliza TIC): Las representaciones realizadas responsablemente mediante las TIC ayudan a la construcción y formalización de teoremas, particularmente de la geometría plana [...]. Las herramientas tecnológicas le permiten al estudiante visualizar diferentes representaciones de los objetos matemáticos que le

sirven de apoyo para realizar razonamientos en torno a las demostraciones de teoremas de la geometría plana. Sin embargo, no utilizo las TIC por temor a que la representación en torno al objeto matemático genere confusiones en el desarrollo de las demostraciones (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor F (Largo tiempo): Al hacer una demostración, el estudiante adquiere y desarrolla la parte analítica ya que las demostraciones sirven para eso, y cuando uno lo hace a través de la tecnología, esas demostraciones dinamizan mejor el objeto matemático (Grupo focal 3: 10/26/2019).

Profesor H (Corto tiempo): Se me ocurre colocarle al estudiante una tarea que consiste en demostrar que la derivada de una determinada función es la misma función, entonces me imagino que el estudiante empieza hacer el proceso y llega al resultado [...] lo que me genera duda es si el estudiante está comprendiendo el paso del proceso y el significado de esa función derivada que está obteniendo. [...] Pero, si le pido al estudiante a que transmita ese proceso gráficamente no sé si va a tener la competencia de hacerlo. Ahora, si voy hacer ese mismo proceso integrando un recurso tecnológico posiblemente el estudiante visualice mejor el comportamiento del objeto matemático (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Thompson (1992) (citado por López, Aldana y Erazo, 2008) considera que conceptos como, por ejemplo, el de derivada y las demostraciones sobre teoremas que tienen y realizan los profesores están relacionadas con sus concepciones. Así, profesores como C, F y H que utilizan los recursos TIC en su práctica pedagógica argumentan que el uso de las herramientas tecnológicas permite observar la representación dinámica en torno al comportamiento de los objetos matemáticos y que mediante el tablero o papel-lápiz se dificulta realizarlo. Mientras, que el profesor D que no utiliza los recursos TIC expresa el temor de implementar los recursos tecnológicos para representar algunos objetos matemáticos ya que se pueden generar confusiones.

Ernest (1989) citado por Andrews y Hatch (1999), presenta tres concepciones de los profesores sobre la naturaleza de las matemáticas: a) la resolución de problemas; b) la platónica; y c) la instrumentalista. La concepción en torno a la resolución de problemas o

también denominada dinámico-estable, es aquella que asume las matemáticas a través de problemas de la vida cotidiana donde el profesor reconoce que la construcción social en las matemáticas está abierta a la revisión de conceptos y sus demostraciones.

Los profesores F y H manifiestan que se pueden implementar recursos tecnológicos en la resolución de problemas, lo que relaciona la concepción sobre las matemáticas enfocada en la resolución de problemas con la concepción 2 encontrada en esta investigación sobre la implementación de las TIC en el aula de matemáticas:

Profesor F (Largo tiempo): Recuerdo un problema de algebra que lo tome de un texto de Cálculo donde se relacionaba temas en torno a la integración, derivación y el cálculo vectorial muy difícil de resolver entonces lo coloque como ejercicio en una tarea matemática ya que la estructura que tenían eran: un ejercicio difícil y cuatro trabajables. [...] Esperaba que alguien lo resolviera vectorialmente y precisamente un estudiante se puso a pensar el problema y lo hizo con geometría del espacio, y fue válido porque después ese resultado del espacio lo tradujo en algebra vectorial utilizando algunos recursos tecnológicos...[...] Esta solución del problema me exigió documentarme sobre las propiedades de los recursos TIC que implemento el estudiante porque confieso que no conocía algunas de ellas, por lo que me ayude de tutoriales para comprenderlas (Grupo focal 3: 10/26/2019).

Profesor H (Corto tiempo): Cuando se aborda el concepto de la pendiente de una recta a través de la resolución de problemas, como por ejemplo: el subir una cuesta, la cual tiene un determinado ángulo de inclinación. [...]. Sin embargo, los recursos tecnológicos sirven de apoyo en estos casos ya que permiten representar dicho problema (Grupo focal 4: 11/22/2019).

El profesor F, que utiliza TIC, y el profesor H que no los usa coinciden en sus expresiones, dado que manifiestan que el uso de recursos tecnológicos para abordar la resolución de problemas puede servir de apoyo para visualizar el comportamiento de algunos objetos matemáticos.

La concepción platónica considera la matemática como un cuerpo estático pero unificado de conocimientos. En relación con la concepción 2 los profesores B y L expresan su concepción de la matemática como un cuerpo inmutable por su universalidad:

Profesor B (Corto tiempo): La matemática es estática por lo que sus contenidos son inmutables. Por ejemplo: Cuando se calcula el área de un trapecio a partir de unos datos fijos, este resultado no va a cambiar independientemente del proceso que se utilice (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor L (No utiliza TIC): [...] Considero las matemáticas como un cuerpo inmutable. [...] Cuando se pide hallar el volumen de la esfera utilizando GeoGebra este no varía si lo hago en Symbolab o utilizando papel y lápiz. Lo importante es entender que es el volumen de un sólido de revolución (Grupo focal 5: 12/12/2019).

Las expresiones del profesor B que pertenece al grupo de profesores que utilizan recursos TIC y el profesor L que no hace parte del mismo, coinciden, puesto que manifiestan que los contenidos matemáticos son inmutables y por ende inherentes dada su universalidad.

La concepción instrumentalista considera las matemáticas como un conjunto de hechos, reglas y habilidades que no necesariamente deben estar relacionados. En este caso, los profesores B y D indican:

Profesor B (Corto tiempo): [...] La fórmula de la recta es $y=mx+b$ donde x , y son variables en el plano cartesiano, sin embargo, lo interesante de cuestionarnos ¿dónde se aplica este objeto matemático? [...] Particularmente, a través de los recursos tecnológicos se puede observar que el concepto de la recta se aplica para el trazado de carreteras en la ingeniería civil (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor D (No utiliza TIC): El hexágono es una figura geométrica que tiene diversos elementos inmersos, los cuales se pueden calcular, como: área, perímetro, entre otros; sin embargo, pocas veces nos cuestionamos: ¿En dónde se encuentran estas figuras? [...]. Particularmente, las abejas construyen sus panales de miel formando paredes a base de pequeños huecos de forma hexagonal y curiosamente cada hueco, donde

elaboran la miel, tiene la forma de un perfecto hexágono regular (Grupo focal 2: 12/08/2019).

De este modo, el profesor B, que utiliza los recursos TIC, manifiesta que las herramientas tecnológicas permiten visualizar las rectas en el contexto de la ingeniería civil; mientras que el profesor D no implementa recursos TIC argumenta que la figura del hexágono se visualiza a través de los panales que construye las abejas sin necesidad de implementar tecnologías digitales. Así, los profesores que integran los recursos TIC y aquellos que no, no divergen en sus manifestaciones enfocadas en la concepción 2.

Por otro lado, Hoz y Weizman (2008) consideran las concepciones sobre las matemáticas denominadas “estático-estable” que se refieren a aquellas concepciones donde los profesores asumen las matemáticas a priori como infalibles. En relación con la implementación de las TIC, los profesores I y J argumentan que los recursos tecnológicos son herramientas que sirven de apoyo para la enseñanza de algunos objetos matemáticos:

Profesor I (No utiliza TIC): Cundo se realiza una circunferencia unitaria a través de GeoGebra, se observa distintos elementos donde el radio y el centro son fundamentales para comprender diferentes elementos, como por ejemplo: las funciones trigonométricas. [...]. GeoGebra permite mediante el movimiento entre los objetos visualizar el comportamiento de las funciones trigonométricas. (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Profesor J (Medio tiempo): Los recursos TIC en teoremas de la geometría plana ayudan a observar el comportamiento de los objetos matemáticos [...] (Grupo focal 5: 12/12/2019).

Tanto el profesor I que no implementa los recursos tecnológicos como el profesor J, que utiliza recursos TIC coinciden en sus expresiones ya que manifiestan que los recursos tecnológicos sirven de apoyo para visualizar el comportamiento de algunos objetos matemáticos como por ejemplo: teoremas y circunferencia unitaria.

Por otro lado, en relación con la concepción 3 (generación de obstáculos epistémicos), que está relacionada con el eje temático denominado “Concepciones de los profesores

universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica”, los profesores A, D, F, G, H e I, manifiestan dicha concepción, mientras que los profesores B, C, F, J, K y L no lo hace.

La implementación de recursos TIC requiere repensar la planeación de la enseñanza por parte del profesor para incluir las herramientas tecnológicas (uso y acceso de los recursos TIC). También es necesaria la reflexión sobre la práctica, o una alfabetización digital (formación de profesores sobre el uso, manejo y contextualización de las TIC), entre otros, para (entre otras cosas) no generar obstáculos epistémicos en el proceso de la apropiación de los contenidos matemáticos (Cataldi, 2000; MEN, 2003; Echeverría 2014). Los profesores A, E, H e I expresan el cuidado que se debe tener en torno el uso y manejo de recursos TIC para no generar obstáculos epistémicos:

Profesor A (Medio tiempo): Precisamente, en uno de los cursos que oriento está matriculada una estudiante que pertenece a un cabildo indígena y desconoce diferentes recursos TIC y sus funcionalidades. Adicionalmente, me ha manifestado las limitaciones que tiene en torno a los recursos TIC para adquirirlos y manipularlos porque para ella esa parte es totalmente nueva. [...] Estas situaciones pueden generar obstáculos epistémicos en la estudiante ya que el acceso y manejo de los recursos TIC se pueden volver en un dolor de cabeza para ella, por lo que me toca modificar mi planeación para integrar estos casos (Grupo focal 1: 19/08/2019).

Profesor E (Largo tiempo): Algo negativo que tiene el implementar las TIC con los estudiantes es que se pierde el análisis de un determinado problema planteado porque se limita a visualizar dichas problemáticas de forma sencilla o hasta mecánica y su capacidad de inducir, inferir y extraer los contenidos matemáticos se pierde (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor H (Corto tiempo): Realicé una tarea matemática implementando GeoGebra donde varios estudiantes tuvieron dificultad en su desarrollo, [...] esta tarea consistía en hacer un video donde el estudiante desarrollara un ejercicio matemático utilizando GeoGebra [...] Y se generaron dificultades porque no sabían manejar el software y me lo expresaron entonces es importante darles un espacio donde puedan comunicar ese tipo de cosas. [...] Comprendí que si voy hacer uso de un recurso tecnológico

inicialmente el estudiante debe conocerlo y saber su funcionalidad (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Profesor I (No utiliza TIC): Las TIC requiere de un proceso de manejo adecuado para poder llegar a lo establecido; es decir, la utilización de tecnología de manera correcta me sirve para representar lo que quiero demostrar en algunos casos y/o hacer un bosquejo de esa demostración, de lo contrario puede generar obstáculos epistémicos (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Los profesores A, E y H que utilizan los recursos TIC reconocen, al igual que autores como Cataldi (2000), MEN (2003) y Echeverría (2014) que, sin una planeación adecuada, una reflexión profunda y la formación digital imprescindible, se pueden generar obstáculos epistémicos. Análogamente, el profesor I que no implementa recursos TIC en su práctica pedagógica se resalta el cuidado que se debe tener al integrar los recursos tecnológicos, como por ejemplo: alfabetización digital, la cual no solo debe limitarse al uso y manejo de un determinado recurso TIC (dispositivos o software) sino también a su contextualización con el propósito de establecer la relación entre la herramienta tecnológica y el objeto matemático.

En este sentido, tanto los profesores que utilizan los recursos TIC como aquellos que no lo hacen convergen en sus expresiones ya que manifiestan el cuidado que el profesor requiere cuando se integran los recursos tecnológicos para la enseñanza de determinados contenidos matemáticos.

En relación con la concepción 4 (reorganización de la enseñanza) que, está relacionada con los ejes temáticos 2 y 3 denominados “Las TIC como recursos” y “Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la acción didáctica”. Los profesores F, G e I expresan la concepción 4; mientras que los profesores A, B, C, D, E, H, J, K y L no lo hace.

La integración de los recursos TIC en la universidad genera un gran reto, no solamente en la adquisición de herramientas tecnológicas, sino también en la alfabetización digital que se les debe brindar a los profesores. Esto implica que la implementación de recursos TIC en la práctica pedagógica requiere una formación de profesores en torno a su manejo, uso y contextualización (Vega, Niño y Cárdenas, 2015; Grisales, 2018; Echeverría, 2014; López y

Chaves, 2013; Azcárate, 2003). Los profesores I y F expresan este replanteamiento de los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas:

Profesor I (No utiliza TIC): [...]. Creo que la universidad tiene que vincular las capacitaciones sobre el manejo y uso de los recursos TIC dentro del contexto de la pedagogía ya que es necesario relacionarlos para aplicarlos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, pues son pocos los espacios que brinda la universidad para la formación de profesores sobre el manejo y uso de las herramientas tecnológicas y cuando los brinda se enfoca en el uso pero no se contextualiza, por lo que se debe repensar la formación del profesor sobre el uso de las herramientas tecnológicas (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Profesor F (Largo tiempo): El integrar las TIC en la enseñanza de las matemáticas nos lleva a cuestionarnos sobre la formación que el profesor tiene en torno a su manejo, dado que las capacitaciones que brinda la universidad son muy limitadas [...]. Este proceso lleva a replantear la enseñanza de las matemáticas desde la implementación de las TIC a través de diferentes elementos, como por ejemplo: currículo (planes de curso desactualizados), formación digital y la contextualización enfocado en los contenidos matemáticos dado que esto permite actualizar dichos elementos no únicamente desde las metodologías del profesor sino desde su formación (Grupo focal 3: 10/26/2019).

El profesor I que no utiliza las TIC, al igual que autores como Vega, Niño y Cárdenas (2015), Grisales (2018), Echeverría (2014), López y Chaves (2013) y Moreno y Azcárate (2003), resalta que la formación de los profesores en torno al manejo de las TIC es un elemento que debe tenerse en cuenta cuando se implementa los recursos TIC en la práctica pedagógica y por ende replantearse en la enseñanza de las matemáticas ya que los espacios que brindan las universidades para realizar capacitaciones son limitados y los planes de curso están desactualizados. Análogamente, el profesor F que utiliza los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas manifiesta que las universidades deben repensar la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, precisamente porque la formación de los profesores en torno a la alfabetización digital aún requiere de un espacio amplio.

En este sentido, tanto los profesores que implementan recursos TIC en su práctica pedagógica como aquellos que no lo hacen denotan que es importante repensar la formación de los

profesores sobre la alfabetización digital y su contextualización en la enseñanza de las matemáticas. Además, el profesor I (no utiliza las TIC) resalta la desactualización que tiene el currículo de matemática, particularmente los planes de curso, por lo que se hace necesario repensar la implementación de los recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas.

Por otro lado, la implementación de recursos TIC en la sala de aula genera cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, los cuales están inmersos en las metodologías del profesor, por lo que debe repensar la enseñanza de las matemáticas ya que sus métodos están condicionados a las metodologías tradicionales (Carneiro y Brancaglione, 2010; Vega, Niño y Cárdenas, 2015; Lavicza, 2006). Así, los profesores F y G argumentan que el uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas necesita ser repensada dado que las metodologías para abordar contenidos matemáticos están ligados a métodos tradicionales o clásicos:

Profesor G (No utiliza TIC): Cuando se enseña el perímetro de un polígono regular, es interesante utilizar software que permitan visualizar el comportamiento en torno al concepto de perímetro. [...]. Sin embargo, implementar las TIC como, por ejemplo: software educativos requiere de que el profesor conozca las funcionalidades, lo cual implica desligarse de los métodos tradicionales ligados al tablero donde la figura es fija y observar el comportamiento es limitado, por lo que estas situaciones promueven el repensar la enseñanza de las matemáticas cuando se utiliza TIC (Grupo focal 3: 10/26/2019).

Profesor F (Largo tiempo): Implementar los recursos TIC en los métodos de enseñanza tradicionales que generalmente son los que utilizamos para enseñar las matemáticas es un reto donde el profesor debe repensar la enseñanza de los objetos matemáticos. [...]. Por ejemplo, para enseñar la derivada y representarla a través de GeoGebra se necesita conocer no solamente del objeto matemático sino el programa que se va a manejar para visualizar el comportamiento de la derivada ya que de lo contrario el software no ayudaría a comprender la derivada (Grupo focal 3: 10/26/2019).

El profesor G (que no implementa los recursos TIC) manifiesta al igual que Carneiro y Brancaglione (2010), Vega, Niño y Cárdenas (2015) y Lavicza (2006) que los métodos de enseñanza en torno al perímetro de polígonos deben repensarse en la enseñanza tradicional

su representación en el tablero es fija; sin embargo, existen software que permiten visualizar el comportamiento del concepto de forma dinámica, pero requiere conocer y apropiarse de sus funcionalidades. Análogamente, el profesor F (que utiliza las TIC) resalta el repensar la enseñanza de las matemáticas, en este caso en relación con la enseñanza de la derivada, para ayudar a los estudiantes a descubrir el su comportamiento a través de software de Geometría dinámica.

Por otro lado, en relación con la concepción 5 (dependencia de las políticas institucionales), que está relacionada con el eje temático 2 denominado “Las TIC como recursos”, todos los profesores que participaron de este estudio manifestaron dicha concepción. En otras palabras, la concepción 5 está relacionada con el temático 2 donde se dialogan temas tales como: implementación de los recursos TIC en el currículo de matemáticas; infraestructuras y recursos TIC que brindan las universidades para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; el uso de los recursos TIC en las matemáticas y la formación de profesores sobre el uso y manejo de los recursos tecnológicos en la práctica pedagógica.

La integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas dentro del contexto universitario ha sido un proceso lento en Colombia por distintas situaciones, como por ejemplo: escases de recursos tecnológicos en las universidades, limitaciones en la alfabetización digital, desactualización en reformas curriculares, entre otras. Las reformas curriculares en Colombia intentan implementar los recursos TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de forma paulatina en aras de fortalecer el proceso sobre la apropiación de contenidos matemáticos, por lo que algunos profesores universitarios utilizan las herramientas tecnológicas de forma voluntaria dado que en los planes de curso, documentos institucionales, etc. no se visualiza la necesidad de usar los recursos tecnológicos para la enseñanza de las matemáticas (Grisales, 2018; Juan et al., 2012).

Tal como señalan autores como Grisales (2018) y Juan et al. (2012), los profesores D y E expresan que la integración de los recursos tecnológicos para la enseñanza de los objetos matemáticos la realizan de forma personal y voluntaria, tal como se observa a continuación:

Profesor D (No utiliza TIC): Algunos docentes incluyen las TIC en su práctica voluntariamente para fortalecer los contenidos matemáticos en el curso que está orientando; es decir, utilizan algún elemento de las TIC propio del objeto matemático solo en su clase [...] Precisamente, los profesores utilizan las TIC de forma personal ya que en los planes de curso de las disciplinas de matemáticas no se considera la implementación de los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas (Grupo focal 2: 12/08/2019).

Profesor E (Largo tiempo): Incorporo las TIC en el plan de curso informalmente, es decir, integrando el contenido y el recurso tecnológico como las plataformas virtuales educativas, software, etc. pero dichos planes están desactualizados. [...]. La integración de recursos tecnológicos ha sido un proceso lento en la universidad (Grupo focal 2: 12/08/2019).

El profesor D, que no utiliza los recursos TIC, expresa que algunos profesores implementan los recursos tecnológicos de forma personal y voluntaria para la enseñanza de las matemáticas dado que en los planes de cursos no se considera las herramientas tecnológicas para abordar los contenidos matemáticos. Por otro lado, el profesor E que utiliza los recursos TIC manifiesta que integra los recursos TIC en el plan de curso de manera informal ya que estos se encuentran desactualizados.

Dado lo anterior, se observa que los profesores que no utilizan recursos TIC como aquellos que si lo hacen comparten sus argumentos donde reconocen que la implementación de herramientas tecnológicas en el contexto universitario se realiza de forma voluntaria y personal ya que los planes de curso no han sido actualizados. Hay que tener en cuenta que el uso de recursos tecnológicos en Colombia ha sido un proceso paulatino en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En esta misma dirección, cabe resaltar que la integración de recursos TIC en la práctica pedagógica genera nuevos retos en el currículo de matemáticas dentro del contexto universitario, los cuales están ligados con diferentes elementos, como por ejemplo: la infraestructura que tienen las universidades (Meneses, 2007; Torres et al., 2010; Socas, 2016; Juan et al., 2012; Vega, Niño y Cárdenas, 2015; Mendoza, Burbano y Valdivieso, 2019;

Sucerquia, Londoño, Jaramillo y De Carvalho, 2016; Echeverría, 2014). De este modo, los profesores A, F y L expresan los siguientes aspectos relativos a la infraestructura que ofrece las universidades:

Profesor A (Medio tiempo): La universidad ofrece diversos recursos tecnológicos como por ejemplo: salas de sistemas, internet, licencias de software, entre otras que sirven de apoyo para la enseñanza de las matemáticas; sin embargo, el acceso a algunos de las herramientas tecnológicas es limitado porque no fomentan dicha información, particularmente las licencias de software que ha adquirido la universidad no las conozco.

Profesor F (Largo tiempo): La universidad tiene recursos tecnológicos que son limitados para ser utilizados, como por ejemplo: el internet que ofrece la universidad no posee una señal adecuada puesto que es muy débil [...]. Sin embargo, la universidad brinda también espacios como la sala de sistemas donde se puede explorar contenidos matemáticos a través de las TIC (Grupo focal 4: 11/22/2019).

Profesor L (No utiliza TIC): Creo que la universidad tiene muchos retos en torno a la implementación de herramientas tecnológicas, especialmente en la infraestructura ya que en la universidad ni siquiera se ha realizado la actualización de los planes de curso en cuanto a la bibliografía menos en relación de las TIC y los contenidos matemáticos precisamente porque la gran mayoría de salones cuenta a lo sumo con las sillas de los estudiantes, tablero y me toca comprar los marcadores; es decir, encontrar un salón con video beam es un misterio y que tenga un televisor imposible. [...] Desde las instalaciones, son precarias para trabajar, por lo que si el profesor necesita de un recurso tecnológico debe el mismo comprarlo (Grupo focal 5: 12/12/2019).

Los profesores A y F que implementan recursos tecnológicos en su práctica pedagógica reconocen que las universidades brindan diferentes recursos tecnológicos que sirven de apoyo para la enseñanza de las matemáticas; sin embargo, el acceso de las TIC en algunos momentos es limitado por la capacidad del recurso tecnológico y la falta de difusión en torno a la información sobre los recursos TIC que brinda la universidad. Análogamente, el profesor L que no utiliza los recursos TIC, expresa que la universidad no cuenta con los recursos tecnológicos suficientes para ser implementados en la enseñanza de las matemáticas,

resaltando que no se ha realizado la actualización de los planes de cursos en torno a bibliografía y menos en la integración de los recursos TIC.

Dado lo anterior, se puede afirmar lo siguiente sobre las concepciones de los profesores que participaron en este estudio:

Es importante también resaltar que los profesores imparten diferentes cursos ligados al campo de la matemática y la educación matemática, por ejemplo, los profesores A, B, C, D, H, I, J, K y L orientan cursos relacionados con la matemática pura; en cuanto los profesores E y F han dirigido cursos tanto de matemática como de educación matemática y el profesor G ha dictado cursos de educación matemática.

- En torno a la concepción 1, los profesores que implementan los recursos TIC en la práctica pedagógica argumentan que la integración de las TIC para la enseñanza de algunos objetos matemáticos permite fortalecer, apoyar y visualizar su comportamiento. Los profesores que no utilizan las TIC en su práctica pedagógica, reconocen que los recursos tecnológicos son amigables para diseñar algunos objetos matemáticos; sin embargo, la representación (es) requiere de distintos elementos (conocimientos de programación, contexto, etc.) para facilitar su interpretación. Así, los profesores que utilizan TIC como aquellos que no lo hacen argumentan el apoyo que brindan los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas.
- En cuanto a la concepción 2, para los profesores que utilizan los recursos TIC en su práctica pedagógica estos recursos permiten observar la representación dinámica el comportamiento de los objetos matemáticos y contextualizarlos mediante la resolución de problemas. Los profesores que no utilizan los recursos TIC manifiestan el temor de implementar los recursos tecnológicos para representar algunos objetos matemáticos. Particularmente, los profesores A, B, C, H, J y K que utilizan los recursos TIC orientan cursos relacionados con matemáticas puras únicamente; mientras que los profesores F y E dirigen cursos enfocados en las matemáticas y Educación Matemática. Análogamente, el profesor G que no utiliza los recursos TIC acompaña los cursos de Educación matemática, en cuanto los profesores D, I y L únicamente enseñan cursos enfocados en las matemáticas puras. De este modo, los

profesores que utilizan las TIC y aquellos que no lo hacen no comparten sus expresiones dado que éstos últimos manifiestan algunos temores, al contrario que aquellos que argumentan sus beneficios de los recursos TIC para representar dinámicamente los objetos matemáticos.

- En relación con la concepción 3, los profesores que utilizan los recursos TIC reconocen que, sin una planeación adecuada, una reflexión profunda y la formación digital se pueden generar obstáculos epistémicos. Mientras que los profesores que no implementa recursos TIC en su práctica pedagógica argumentan el cuidado que se debe tener al integrar los recursos tecnológicos. Así, tanto los profesores que utilizan los recursos TIC como aquellos que no lo hacen comparten sus argumentaciones ya que manifiestan el cuidado que el profesor requiere cuando se integran los tecnológicos para la enseñanza de determinados contenidos matemáticos.
- En cuanto a la concepción 4, tanto los profesores que implementan recursos TIC en su práctica pedagógica como aquellos que no lo hacen expresan la relevancia de la formación de los profesores sobre la alfabetización digital y su contextualización en la enseñanza de las matemáticas. Además, los profesores que no utilizar las TIC expresan que existe la desactualización en el currículo de matemática (planes de curso) por lo que se hace importante repensar la implementación de los recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas. Este será el aspecto en el que se note más diferencia entre ambos grupos de profesores. Para algunos de ellos, el que no se incluyan las TIC en el currículo de matemáticas y no se modifiquen para un uso de estas herramientas efectivo, constituye un impedimento para su uso.
- Por último, en relación con la concepción 5, tanto los profesores que no utilizan recursos TIC como aquellos que si lo hacen reconocen que la implementación de herramientas tecnológicas en el contexto universitario se realiza de forma voluntaria y personal puesto que los planes de curso no han sido actualizados. Además, los profesores que implementan las TIC reconocen que las universidades brindan diferentes recursos tecnológicos; sin embargo, el acceso es limitado. Mientras que, los profesores que no utiliza las TIC, expresa que la universidad no tiene los recursos TIC para ser implementados en la enseñanza de las matemáticas. La disponibilidad de recursos en las universidades es un aspecto esencial para que los profesores usen

estas herramientas en el aula e influye en la percepción que tienen los profesores en cuanto al uso de estos recursos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

En esta tesis doctoral se ha estudiado de forma explícita las concepciones de los profesores universitarios en torno al uso y manejo de los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas a través de diferentes elementos, tales como: la naturaleza de las matemáticas, el curriculum, las concepciones en torno a la acción didáctica y tecno didáctica. De este modo, el análisis sobre las concepciones de los profesores universitarios es la piedra angular de esta investigación ya que permite conocer el discurso de los profesores, sus acciones, creencias, planificaciones, las cuales aportan explicaciones fundamentadas en cómo los profesores universitarios asumen la implementación de los recursos tecnológicos en su práctica pedagógica.

En esta dirección, las conclusiones que se generaron en torno a este estudio están ligadas a los siguientes objetivos trazados durante el desarrollo de esta tesis doctoral:

- Caracterizar las concepciones que tienen los profesores universitarios de Matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC.
- Establecer las relaciones entre las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas a través de las dimensiones.
- Comparar las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas que implementan las TIC, y aquellos que aún no lo realizan en sus clases presenciales

desde dimensiones como: la naturaleza de las matemáticas, curriculum, concepciones en torno a la acción didáctica y tecno didáctica.

A continuación, este capítulo se desarrollará en tres apartados: 1) Conclusiones en torno a los objetivos trazados en la tesis doctoral. 2) Limitaciones y perspectivas del estudio. 3) Publicaciones generada partir de esta investigación.

5.1 Conclusiones en torno al objetivo general de la tesis doctoral

En cuanto al objetivo enfocado en la *caracterización de las concepciones que tienen los profesores universitarios de Matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC*, se identificaron cinco (5) concepciones, las cuales fueron descritas tal como se presentan a continuación:

Concepción	Descripción
<i>Concepción 1: Herramientas y tecnologías cognitivas</i>	Los recursos TIC brindan apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas implementándolas como herramientas didácticas. Sin embargo, las TIC son menos susceptibles a ser utilizados en contenido matemático abstractos.
<i>Concepción 2: Herramientas para visualizar y representar</i>	Los recursos TIC permiten visualizar y representar el comportamiento de algunos objetos matemáticos.
<i>Concepción 3: Generación de obstáculos epistémicos</i>	El profesor debe tener cuidado en torno a la implementación de los recursos TIC para no generar obstáculos epistémicos.
<i>Concepción 4: Reorganización de la enseñanza</i>	El dialogo sobre la implementación de los recursos TIC genera un repensar su integración en el campo educativo.
<i>Concepción 5: Dependencia de las políticas institucionales</i>	La integración de los recursos TIC en el currículo de matemáticas, la formación de los profesores y la universidad, dependen de diferentes elementos.

Tabla 16: Caracterización de las concepciones de los profesores

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los profesores que participaron de este estudio expresaron mediante el dialogo generado a través del guion de la entrevista, cinco concepciones sobre el uso, manejo e implementación de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas. En la concepción 1, los profesores manifiestan que los recursos TIC sirven de apoyo para la enseñanza de “algunos objetos

matemáticos” en aras de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La concepción 2, resalta que las TIC permiten representar diferentes objetos matemáticos y por ende visualizar su comportamiento. La concepción 3, expresa que la implementación de recursos TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas debe realizarse de forma cuidadosa en aras de no generar obstáculos epistémicos. En la concepción 4, los profesores argumentan que la integración de las TIC en la enseñanza de las matemáticas exige un replanteamiento en torno a las formas de enseñanza en el campo educativo de las matemáticas. La concepción 5, aborda la integración de los recursos TIC dentro del currículo de matemáticas y está ligado a las políticas establecidas por cada universidad.

Las concepciones caracterizadas están relacionadas con dos elementos inmersos en la estructura de la entrevista realizada a los profesores, tales como: dimensiones y categorías. Particularmente, la dimensión III denominada “Concepciones sobre la acción didáctica” está relacionada con las categorías: C7, C8, C9, C10 y C11; las cuales abordan las siguientes temáticas: Exploración de los contenidos matemáticos en torno a los recursos TIC; metodología de trabajo de profesor; conocimientos sobre los recursos tecnológicos; formación de profesores; relevancia de las TIC. La dimensión IV denominadas “Tecnología didáctica” se encuentran relacionadas las categorías, tales como: C12 y C13 donde se dialogan temas como, por ejemplo: Tipos y efectos de las TIC.

En torno al objetivo enfocado en establecer las relaciones entre las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas a través de las dimensiones tales como: la naturaleza de las matemáticas, el currículum, la acción didáctica y tecnología didáctica” se observó que se generaron las siguientes relaciones como se presenta a continuación en la tabla 17:

Concepción	Dimensión	Categoría
Concepción 1	Concepciones sobre la acción didáctica (III)	C7, C8, C9, C10 y C11
	Tecnología didáctica (IV)	C12 y C13
Concepción 3	Tecnología didáctica (IV)	C12 y C13
Concepción 4	Concepciones sobre la acción didáctica (III)	C10

Tabla 17: Relación de las concepciones 1, 3 y 4 con las dimensiones y categorías.

Elaboración propia (2021)

Las concepciones 1 y 4 tienen en común la categoría C10, la cual está enfocada en la formación de los profesores sobre los recursos TIC donde se evidencia que la realización de cursos y capacitaciones permite que los profesores tengan conocimientos para integrar las TIC en su práctica a través de distintos elementos como, por ejemplo: diseño de diapositivas, videos, plataformas educativas, software educativo, etc.

Las concepciones 1 y 3 tiene con común las categorías C12 y C13. Inicialmente, la relación entre la concepción 1 y 3 enfocada en la categoría C12 centrada en los tipos de TIC se evidencia que los profesores conocen distintos recursos TIC tanto dispositivos (computador, celular, calculadora, etc.) como software (GeoGebra, MuPAT, Wólffram, KAHPPT, plataformas educativas, etc.) Seguidamente, la relación entre las concepciones 1 y 3 en torno a la categoría C13 tiene relación con los efectos de los recursos TIC sobre la formación de los profesores en torno a las herramientas tecnológicas, como por ejemplo, el uso de la plataformas educativas para la enseñanza de las matemáticas tiene efectos relevantes que permite interactuar de forma instantánea.

En torno a las concepciones 2 y 5, las cuales son disjuntas se visualiza mediante las expresiones de los profesores universitarios que no se establecen relaciones con las concepciones 1, 3 y 4 a través de las dimensiones tales como: la naturaleza de las matemáticas, el currículum, la acción didáctica y tecno didáctica”, por lo que no se retoman para el desarrollo de este objetivo.

En cuanto al último objetivo se trata de comparar las concepciones de los profesores universitarios de matemáticas que implementan las TIC y aquellos que aún no lo realizan en sus clases presenciales desde las dimensiones consideradas y mencionadas anteriormente. En este sentido se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ Profesores que implementan los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas: A, B, C, E, F, H, J y K.
- ✓ Profesores que no implementan los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas: D, G, I y L.

Así, se observa que ocho (8) profesores implementan recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas mientras que cuatro (4) profesores no lo hacen. Además, se clasificaron a los profesores según el periodo de tiempo que llevan implementando los recursos TIC, considerando los siguientes grupos: Corto (1 año -5 años), medio (5 años-10 años) y largo (10 años- 25 años), de lo que resultó la siguiente clasificación:

- Corto tiempo: Profesor B (2 años); Profesor H (4 años) y Profesor K (1 año).
- Medio tiempo: Profesor A (10 años); Profesor C y Profesor J (7 años).
- Largo tiempo: Profesor E (20 años) y Profesor (25 años).

Las comparaciones en torno los dos grupos de participantes: profesores que implementan recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas y aquellos que no lo hacen, que se obtuvieron se presenta en torno a las concepciones caracterizadas en esta tesis doctoral. En la concepción 1, se observa que los profesores que utilizan los recursos tecnológicos exploran y experimentan las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza de las matemáticas permitiendo fortalecer, apoyar y visualizar su comportamiento; mientras que los profesores que no implementan las TIC reconocen las TIC son amigables para diseñar algunos objetos matemáticos; sin embargo, la representación (es) requiere de distintos elementos (conocimientos de programación, contexto, etc.) para facilitar su interpretación. De este modo, tanto los profesores que utilizan TIC como aquellos que no lo hacen manifiestan el apoyo que brindan los recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas.

En la concepción 2, se muestra que los profesores que utilizan los recursos TIC en su práctica pedagógica argumentan que el uso de las herramientas tecnológicas permite dinamizar y observar el comportamiento de los objetos matemáticos que con dificultad se puede hacer mediante el tablero y marcador. Mientras que los profesores que no utiliza los recursos TIC manifiestan su temor de hacerlo precisamente porque se pueden generar confusiones cognitivas. En consecuencia, los profesores que utilizan las TIC y aquellos que no lo hacen no comparten sus argumentaciones puesto que éstos últimos manifiestan algunos temores, al contrario, a los profesores que afirman sus beneficios de los recursos TIC para representar dinámicamente los objetos matemáticos.

En la concepción 3, se evidencia que los profesores que utilizan los recursos TIC, expresan que, desde su experiencia en los cursos orientados, la implementación de las herramientas

tecnológicas debe realizarse de forma cuidadosa donde se debe tener en cuenta distintos elementos como, por ejemplo: planeación, manejo de recursos tecnológicos, contexto, entre otros; para no perder el análisis del objeto matemático. En cuanto a los profesores que no utiliza las TIC afirman que es importante considerar el manejo adecuado de los recursos TIC para no generar obstáculos epistémicos en la comprensión de los objetos matemáticos. De este modo, tanto los profesores que utilizan los recursos TIC como aquellos que no lo hacen comparten sus argumentaciones ya que afirman que el profesor debe tener cuidado cuando requiere integrar los tecnológicos para la enseñanza de determinados contenidos matemáticos.

En la concepción 4, se visualiza que los profesores que utiliza las TIC reflexionan sobre el repensar el uso de los recursos TIC en el currículo de matemáticas (alfabetización digital), para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Similarmente, los profesores que no implementan recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas, expresan que el currículo de matemáticas aún no ha sido actualizado en torno al uso de las TIC, por lo que es urgente el “repensar esta problemática en torno al uso de herramientas tecnológicas”. En consecuencia, tanto los profesores que implementan recursos TIC en su práctica pedagógica como aquellos que no lo hacen argumentan la relevancia de la formación de los profesores sobre la alfabetización digital y su contextualización en la enseñanza de las matemáticas.

En la concepción 5, se observa que los profesores que utilizan recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas argumentan que no hay directrices claras en el currículo de matemáticas asumidas por la universidad sobre el uso de las TIC; sin embargo, su implementación es un elemento evaluado en distintos procesos, como por ejemplo: acreditación institucional. En cuanto a los profesores que no utilizan los recursos TIC expresan que los recursos tecnológicos que ofrece cada una de las instituciones universitarias son limitados, por lo que utilizar las TIC en el proceso de enseñanza es un reto para el profesor. De este modo, tanto los profesores que no utilizan recursos TIC como aquellos que sí, reconocen que la implementación de herramientas tecnológicas en el contexto universitario se realiza de forma voluntaria ya que los planes de curso no han sido actualizados.

5.2. Limitaciones y perspectivas del estudio

Este estudio está condicionado por diferentes factores que limitan las posibilidades de generalización de los resultados obtenidos y a los que hemos aludido con anterioridad: la particularidad de los contextos de enseñanza en la universidad, la aproximación temporal entre las decisiones de los profesores de matemáticas ante las dimensiones establecidas en esta tesis doctoral, las peculiares del tiempo y espacios donde se realizó se implementó los instrumentos de recolección de datos y la actualización del currículo de matemáticas en el contexto universitario. En relación a los factores anteriormente enunciados, se hace necesario aumentar el número de estudios enfocados en esta perspectiva, con el propósito de incrementar el corpus de investigación sobre el tema, dado que repercutiría en un incremento de las posibilidades de generalización de los resultados obtenidos.

A pesar de las limitaciones anteriormente enunciadas, los resultados de ese trabajo podrían servir para orientar determinados contenidos de la formación del profesor universitario de matemáticas en dos direcciones. Inicialmente, este estudio se desprende que para la implementación de diferentes tipos de recursos tecnológicos (dispositivos y softwares) en las prácticas pedagógicas de los profesores universitarios de matemáticas sería interesante abordar investigaciones que se enfoquen en estudios sobre la alfabetización digital (formación de profesores sobre el uso, manejo y contextualización de los recursos TIC) del profesor, con el propósito de resolver distintas preguntas, como por ejemplo: ¿Cómo los profesores universitarios de matemáticas están asumiendo la alfabetización digital?, ¿Cuáles son las limitaciones que se generan cuando el profesor universitario de matemáticas implementa recursos TIC sin conocer en su totalidad sus funcionalidades?, entre otras. Seguidamente, este estudio muestra mediante las concepciones que los profesores universitarios de matemáticas que el currículo de matemáticas esta desactualizado en torno a la utilización de los recursos TIC desde diferentes elementos, tales como: planes de curso, metodologías, contenidos, contexto, entre otros, por lo que sería interesante en futuras investigaciones tratar este fenómeno mediante las siguientes preguntas: ¿Cómo las universidades asumen la actualización del currículo en torno a la implementación de recursos TIC?, ¿Por qué en algunos planes de curso de matemáticas aún no se integran los recursos TIC para desarrollar los contenidos matemáticos?, etc.

5.3 Publicaciones generadas a partir de esta investigación

Finalmente, en la tabla 18, se presentan las publicaciones académicas generadas durante el desarrollo de esta tesis doctoral:

Nombre de la publicación	Tipo de publicación	Año	Enlace de la producción
Tarefas matemáticas na prática pedagógica do professor.	Ponencia	2017	Certificado como ponente (Anexos)
Uma aproximação às crenças e concepções dos professores de matemáticas sobre o uso das TIC.	Ponencia	2018	https://sired.udenar.edu.co/4569/1/comunicaci%C3%B3n%2018ok.pdf
Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación de los recursos tecnológicos.	Ponencia	2020	file:///C:/Users/User/Downloads/20958-1192618616-1-PB.pdf
Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC para la enseñanza de contenidos matemáticos.	Ponencia	2020	Certificado como ponente (Anexos)
Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre La implementación de los recursos tecnológicos	Ponencia	2020	https://www.uniatlantico.edu.co/wp-content/uatlantico/sites/default/files/memorias%20EIEM5.pdf
Tarefas matemáticas: um olhar desde a formação de professores de matemáticas.	Artículo científico	2019	https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/1289
Tecnología, Sociedad y Educación: Desafíos de las TIC en el desarrollo social y sus	Libro científico	2019	https://libros.usc.edu.co/index.php/usc/catalog/book/73

implicaciones en la práctica educativa			
Tecnología, sociedad y educación: perspectivas interdisciplinarias en torno a las TIC desde el campo social y educativo.	Libro de investigación	2020	https://libros.usc.edu.co/index.php/usc/catalog/book/215
Educación y sociedad: cambios y transformaciones desde la ciencia y la tecnología	Libro de investigación	2022	En proceso de publicación
Concepções utilizadas por futuros professores: um olhar desde a integração de TIC na disciplina de didática das matemáticas.	Capítulo de libro de investigación	2018	https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/2421
Concepções dos professores universitários de Matemáticas sobre a implementação e uso das TIC.	Capítulo de libro de investigación	2018	http://www.abed.org.br/congresso2018/anais/trabalhos/6567.pdf
Creencias y concepciones de profesores de matemáticas sobre la implementación de tecnologías.	Capítulo de libro de investigación	2019	https://pedroejoaoeditores.com.br/2022/wp-content/uploads/2022/01/e-book1-1.pdf
La evaluación educativa en la práctica pedagógica del profesor.	Capítulo de libro de investigación	2020	https://www.academia.edu/44984562/Evaluaci%C3%B3n_en_inform%C3%A1tica_educativa_Texto_1
Concepções dos professores universitários de matemáticas sobre a implementação e uso das TIC para o ensino de conteúdos matemáticos.	Capítulo de libro	2020	https://doity.com.br/iv-conepi
Reflexiones en torno a las creencias de los profesores de	Capítulo de libro de investigación	2021	https://www.englishatuniversity.com/files/LIBRO-REFLEXIONES-DE-PR-CTICAS-EDUCATIVAS2021.pdf

matemáticas sobre la integración de los recursos TIC.			
Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación y uso de las TIC.	Capítulo de libro de investigación	2022	En proceso de publicación

Tabla 18: Producciones académicas generadas de la tesis doctoral

Elaboración Propia (2022)

REFERENCIAS

- Andrews, P. y Hatch, G. (1999). A new look at secondary teachers' conceptions of mathematics and its teaching', *British Educational Research journal* 25: 3, 203-223.
- Ángulo, R. F. y Vázquez, R. R. (2003). Los estudios de casos. Una aproximación teórica. En R. Vázquez y R. Angulo (Ed.). *Introducción a los estudios de casos. Los primeros contactos con la investigación etnográfica* (pp. 15-51). Málaga: Ediciones ALJIBE
- Antón, A., y Moraza, J. I. (2014). Concepciones de los docentes universitarios y evaluación de los aprendizajes. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 5(1), 273-282.
- Arancibia, M. y Badia, A. (2015). Concepciones de profesores de secundaria sobre enseñar y aprender Historia con TIC. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(2), 62-76. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol17no2/contenido-arancibia.html>
- Arancibia, M.; Casanova, R.; y Soto, C. (2016). Concepciones de profesores sobre aprender y enseñar usando tecnologías. En: *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 27(52):106-126.
- Arcavi, A. (En prensa). Tecnologías y educación matemática: ¿Andarán dos juntos si no estuvieren de acuerdo? En Editor1, Editor2 y Editor3 (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. inicial-final). SEIEM.
- Bohorquez, L. (2014). Las creencias vs las concepciones de los profesores de matemáticas y sus cambios. ISBN: 978-84-7666-210-6. Artículo 1611. *Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Buenos Aires, Argentina.
- Campos, D. y Pinto, M. (2016). Mathematics teachers' conceptions and constraints for changing teaching practices in Brazilian higher education: an analysis through activity theory. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(8), 1179–1205. doi:10.1080/0020739x.2016.1193637.
- Cantoral, R. (2002). Enseñanza de la matemática en la educación superior. *Revista Sinéctica*, 19.

- Carneiro, F., y Brancaglioni, C. (2010). As Concepções de Professores de Matemática em Início de Carreira sobre as Contribuições da Formação Inicial para a Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação. *Boletim de Educação Matemática*, 23(36),775-800.[fecha de Consulta 5 de Marzo de 2021]. ISSN: 0103-636X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2912/291221905011>
- Cardoso, N y Morales, E. (2017). Concepciones de tecnología en docentes universitarios de ciencias. *Revista Científica*, 30 (3), 195-206. <https://doi.org/10.14483/23448350.12277>.
- Cataldi, Z. (2000). Una metodología para el diseño, desarrollo y evaluación de software educativo. Tesis para el Magister de Automatización de Oficinas. ISBN 960-34-0204-2.
- Celman, S. (2005) ¿Es posible mejorar la evaluación y trasformarla en una herramienta de conocimiento? En A. Camilloni et al. (Comp.). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo* (pp. 35-66). Buenos Aires: Paidós Educador.
- Cohen, L.; Manion, L. y Morrison, K. (2007) *Research methods education*. (6th ed.). London: Routledge.
- Coloma, M.; Labanda, J.; Michay G. y Espinoza, W. (2020). Las Tics como herramienta metodológica en matemática. *Revista Espacios*. Vol 14. N. 11. pp. 7-15.
- Contreras, L. (1998). Resolución de problemas. Un análisis exploratorio de las concepciones de los profesores acerca de su papel en el aula. Tesis doctoral Huelva: Universidad de Huelva.
- Contreras, L. C. (1999). *Concepciones de profesores sobre resolución de problemas*. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones.
- Charmaz, K. A. (2009). *Construção da teoria fundamentada: guia práctico para análise qualitativa*. Tradução Joice Elias Costa. Porto Alegre: Artmed
- Crespo, C. (2018). The future mathematics teachers and their visión of educational reality. *Acta Scientiae*. Canoas. v.20, n. 6 pp. 1043-1055.

- Defez, A. (2005). ¿Qué es una creencia? *Logos: Anales del Seminario de Metafísica*. 38(38), 199-221.
- Del Puerto, S. y Minnaard, C. (2002). La calculadora como recurso didáctico. *Homenatge Al Professor L. A. Santaló*, 166–175. Recuperado de: http://www.udg.edu/portals/88/santalo/l libre_homenatge/la_calculadora_como_recurso_didactico_paper97.pdf
- Díaz, F. (2010). Los profesores ante las innovaciones curriculares. *Revista iberoamericana de Educación Superior*, 1(1), 37-57.
- Díaz, L.; Torruco, U.; Martínez, H. y Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2(7),162-167.[fecha de Consulta 3 de Junio de 2021]. ISSN: 2007-865X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349733228009>
- D'Amore, B. & Fandiño Pinilla M. I. (2004). Cambios de convicciones en futuros profesores de matemática de la escuela secundaria superior. *Epsilon*. 20 (1), 25 - 43.
- Dodera, M. G. (n. d.) Concepciones y creencias de profesores sobre enseñanza y aprendizaje de la matemática. Buenos Aires, Argentina. Recuperado en: <http://www.soarem.org.ar/Documentos/39%20Dodera.pdf> . Acceso: 01 de noviembre de 2017.
- Dolores, C. y García, F. (2016). Concepciones de Profesores de Matemáticas sobre la Evaluación y las Competencias. *Números Revista de Didáctica de las matemáticas*. Volumen 92.pp71-92. ISSN: 1887-1984. Disponible en: <http://www.sinewton.org/numeros>
- Echeverría, A. (2014). Uso de las TIC en la docencia universitaria: opinión del profesorado de educación especial. *Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación”*. Vol. 14. N. 3. pp. 1-24. Acceso: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/aie/v14n3/a12v14n3.pdf> . Recuperado: 25 de febrero de 2021.
- Eren, A. (2010). Consonance and dissonance between Turkish prospective teachers' values and practices: conceptions about teaching, learning, and assessment. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(3), 27-48. doi:10.14221/ajte.2010v35n3.3

- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. En C. Keitel, P. Damerow, A. Bishop y P. Gerdes (eds.). *Mathematics, education, and society* (pp. 99-101). París:unesco.
- Furtado, M. R. (2014). *Uma Discussão Acerca do Conceito de Crença* (Tesis de maestrado). Universidade de Lisboa.
- Flórez, E. P., Páez, J., Fernández, C. M., y Salgado, J. F. (2018). Reflexiones docentes acerca de las concepciones sobre la evaluación del aprendizaje y su influencia en las prácticas evaluativas. *Revista Científica*, 1(34), 63–72. <https://doi.org/10.14483/23448350.13553>
- García, M. (1997). *Análisis del conocimiento profesional del profesor de matemáticas de enseñanza secundaria y el concepto de función como objeto de enseñanza-aprendizaje. Aportaciones metodológicas*. Tesis doctoral Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Gil, F., y Rico, L. (2003). Concepciones y creencias del profesorado sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 27-47.
- Gómez, P., y Waits. (2000). *Papel de las calculadoras en el salón de clases*. Bogotá. Colombia. Editorial: Una empresa docente. Universidad de los Andes. ISBN: 958-9216-25-0.
- Goos, M., y Bennison, A. (2002). Building learning communities to support beginning teachers' use of technology. Annual Conference of the Australian Association for Research in Education. Retrieved December 14, 2008, from <http://www.aare.edu.au/02pap/goo02058.htm>
- Goetz, J. y Lecompte, M. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Ed Morata.
- Grisales, A. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198-214. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>.
- Hamui, A. y Varela, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Investigación en Educación Médica*, 2(5),55-60.[fecha de Consulta 3 de Junio de 2021]. ISSN: 2007-865X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349733230009>

- Hativa, N. (2000). Teacher thinking, belief, and knowledge in higher education: an introduction. *Instructional Science*, 28(5) 331-334.
- Hayek, N. (1990). ¿Matemática pura? ¿matemática aplicada?. *Rev.Acad.Canar.Cienc.*, I, 355-377. Departamento de Análisis Matemático. Universidad de la Laguna.
- Hernández, H. (2015). Concepciones de profesores de cálculo sobre la demostración matemática. *Acta Latinoamericana de matemática educativa. Sección 5: Uso de recursos tecnológicos en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.* pp. 1689- 1695. Acceso en: <http://funes.uniandes.edu.co/11022/2/Hernandez2015Concepciones.pdf>
- Hofer, B. K. y Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140. doi: 10.3102/00346543067001088.
- Houston, R. (ed.) (1990): *Handbook of Research on Teacher Education*. Nueva York: McMillan.
- Hoz, R. y Weizman, G. (2008). A revised theorization of the relationship between teachers' conceptions of mathematics and its teaching. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39(7), 905-924. <https://doi.org/10.1080/00207390802136602>
- Hudson, B.; Buchberger, F.; Kansanen, P.; Seel, H. (1999). Didaktik/fachdidaktik as science(-s) of the teaching profession?. *Thematic Network of Teacher Education Europe* 2(1).
- Juan, A.; Huertas, M.; Cuypers, H. y Loch, B. (2012). Aprendizaje virtual de las matemáticas» [introducción a monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. vol. 9, n.º 1, págs. 86-91 UoC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-juan-huertas-cuypers-loch/v9n1-juanhuertas-cuypers-loch>. ISSN 1698-580X
- Kendal, M. y Stacey, K. (2001). The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology. *International journal of computers for mathematical learning*, Vol. 6, No. 2, pp. 143165.

- Koulaidis, Vasilis y Jon Ogborn (1995), Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them? *International Journal of Science Education*, 17(3), 273-283.
- Lara, S. (2001). La evaluación formativa en la universidad a través de Internet. Navarra, EUNSA.
- Lavicza, Z. (2006). The examination of Computer Algebra Systems integration into university-level mathematics teaching. In L. H. Son, N. Sinclair, J. B. Lagrange, & C. Hoyles (Eds.), *Proceedings of the ICMI 17 study conference: Background papers for the ICMI 17 study* (pp. 37-44). Hanoi, Vietnam: Hanoi University of Technology.
- Londoño, L. (2016). Transformación de las relaciones de poder entre evaluación y educación. *Praxis y Saber*, 7(13), 153-175.
- López, C., Aldana Bermúdez, E., y Erazo Hurtado, J. D. (2018). Concepciones de los profesores sobre la resolución de problemas en cálculo diferencial e integral: estudio etnográfico. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 10(1), 145-157. <https://doi.org/10.22335/rlct.v10i1.448>
- López, M. y Chávez, J. (2013). La formación de profesores universitarios en la aplicación de las TIC. *Sinéctica*, núm. 41, pp. 2-18.
- Lupiáñez, M. (2000). Concepciones de Profesores en Formación acerca de la validación del Conocimiento Matemático con el uso de tecnología. En: Hitt, F. y Hernández, A (Edts.) (2000) *Experimentaciones en Matemática Educativa en los niveles Medio-Superior y Universitario*. Dpto. Matemática Educativa. Cinvestav /IPN, México D.F., México.
- Llinares S. (1991). La formación de profesores de matemáticas. Sevilla: GID.
- Llinares, S. (1998): Conocimiento profesional del profesor de matemáticas y procesos de formación. UNO. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, nº 17, pp. 51-63.
- Martínez, M., y Hernández, M. (2014). Docentes universitarios ante los desafíos de las TIC en su práctica educativa. II Congreso Virtual Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa.

- Martínez, M. (2003). Concepciones sobre la enseñanza de la resta: un estudio en el ámbito de la formación permanente del profesorado. Tesis de doctorado. Departamento de Didáctica de la Matemática y las ciencias experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Mendoza, H., Burbano, V. y Valdivieso, M. (2019). El Rol del Docente de Matemáticas en Educación Virtual Universitaria. Un Estudio en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Formación universitaria*, 12(5), 51-60. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000500051>
- Meneses, G. (2007). Las TIC en la universidad. Tesis doctoral. Departament de Pedagogia. Universitat Rovira i Virgili. En: *Ntic, interacción y aprendizaje en la universidad*. ISBN: 978-84-691-0359-3.
- Ministerio de Educación Nacional –MEN-. (2013). Competencias TIC para el desarrollo profesional docente. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Montero, J. (2008). Algebra aplicada en el mundo de las telecomunicaciones. *Modelling in Science Education and Learning*. Volume 1, No. 3, pp. 25-28.
- Moreno, M., y Azcárate, C. (2003). Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(2), 265-280.
- Moreno, M. (2000). El profesor universitario de matemáticas: estudio de las concepciones y creencias acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Morán, P. (2007). Hacia una evaluación cualitativa en el aula. *Reencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, (48), pp.9-19.
- Murray-Lasso, M.A.. (2010). La aplicación del álgebra abstracta y las computadoras para la solución de problemas de caminos en redes orientadas. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 11(1), 1-16. Recuperado en 21 de febrero de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140577432010000100002&lng=es&tlng=es.

- My Peak Challenge (MPC). (2022). www.mapasparacolorear.com/colombia
- Norton, L. Richardson, J. y Hartley, J. (2005), Teachers' beliefs and intentions concerning teaching in higher education. *Higher Education*, 50(4), 537-571.
- Ortiz, J. (2006). Incorporación de la Calculadora Gráfica en el Aula de Matemática. Una Discusión Actual hacia la Transformación de la Práctica. *SAPIENS. Revista Universitaria de Investigación*. 7(2), pp. 139-157.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Pehkonen, E. (2006). What Do We Know about Teacher Change in Mathematics?. In L. Häggblom, L. Burman & A-S. Røj-Lindberg (Eds.), *Kunskapens och lärandets villkor. Festskrift tillägnad professor Ole Björkqvist Vol 1.* (pp. 77–87). Vasa: Åbo Akademi, Pedagogiska fakulteten, Specialutgåva.
- Pérez, A. L., Hernández, M. E., De Rojas, M. C. y Gonzáles, I. (2012). Hacia una concepción desarrolladora en la calidad de la evaluación del aprendizaje. *Propuesta de Manual. Edumecentro*, 4(3), 125-132.
- Pizarro, R. (2009). *Las TICs en la enseñanza de las Matemáticas. Aplicación al caso de Métodos Numéricos.* Tesis de Magíster en Tecnología Informática Aplicada en Educación. Facultad de informática. Universidad Nacional de La Plata.
- Ponte, J. P. (1994). Mathematics teacher's professional knowledge. En J. P. Ponte y J. F. Matos (Eds.), *Proceedings PME XVIII* (vol 1, pp. 195 – 210). Lisboa, Portugal.
- Porlán, R., Rivero, A. Martín, R. (1998), Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- Prieto, M., y Contreras, G. (2008). Las concepciones que orientan las prácticas evaluativas de los profesores: un problema a develar. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(2), 245-262. Recuperado en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000200015>

- Quinquer, D. (1999). Modelos y enfoques sobre la evaluación: el modelo comunicativo. *Aula de Innovación Educativa*.
- Ramírez, C. (2015). Diseño de herramientas que fomentan el aprendizaje de matemáticas con ayuda de Mathematica 10. En: *Revista Elementos*, n. 5, p. 65-78.
- Rueda, M. y Torquemada, A. (2008). Las concepciones sobre “evaluación” de profesores y estudiantes: sus repercusiones en la evaluación del desempeño docente. *Reencuentro* 53, 97-112.
- Salat, R. (2013). La enseñanza de las matemáticas y la tecnología. *Innovación educativa* (México, DF), 13(62), 61-74. Recuperado en 21 de febrero de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732013000200005&lng=es&tlng=es.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 1(1),1-16.[fecha de Consulta 18 de Abril de 2021]. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78011256001>
- Samuelowicz, K. y Bain, J. (1992), Conceptions of teaching held by academic teachers. *Higher Education*, 24, 93-111.
- Socas, M. (2016). Cambios en el curriculum de matemáticas en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria. *El G U I N I G U a D a*, 9, 261-274.
- Stiggins, R. (2004). New Assessment Beliefs for a New School Mission, *Phi Delta Kappan* 86,1: 22-27. Disponible en http://www.pdkintl.org/kappan/k_v86/ktoc0409.htm
- Sucerquia, E; Londoño, R.; Jaramillo, C. y De Carvalho, M. (2016). La educación a distancia virtual: desarrollo y características en cursos de matemáticas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 48, 33-55. Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/760/1286>

- Thompson, A. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: a synthesis of research. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). Nueva York: Macmillan.
- Torres, S., Barona, C. y García, O. (2010). Infraestructura tecnológica y apropiación de las TIC en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos: Estudio de caso. *Perfiles educativos*, 32(127), 105-127.
- Trelles, C.; Bravo, F. y Barrazueta, J. (2017) ¿Cómo evaluar los aprendizajes en matemáticas?. *Innova Research Journal*, 2(6), 35-51. 10.33890/innova.v2.n6.2017.183
- Trouche, L. (2018). Comprender el trabajo de los docentes a través de su interacción con los recursos de su enseñanza - una historia de trayectorias. *Educación matemática*, 30(3), 9-40. <https://doi.org/10.24844/em3003.01>
- Vega, J., Niño, F., y Cárdenas, Y. (2015). Enseñanza de las matemáticas básicas en un entorno e-Learning: un estudio de caso de la Universidad Manuela Beltrán Virtual. *Revista EAN*, (79), 172-187. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602015000200011&lng=en&t-Ing=es
- Vera, H. (2017). El homo academicus y la máquina de sumar: profesores universitarios y la evaluación cuantitativa del mérito académico. *Perfiles Educativos*, XXXIX (155), pp. 87-106. [fecha de Consulta 18 de Abril de 2021]. ISSN: 0185-2698.
- Vilanova, S., Mateos, S., y Basilisa, G. (2011). Las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje en docentes universitarios de ciencias. *Revista Iberoamericano de Educación Superior*, 2(3), 53-75. Disponible en: <http://ries.universia.net>. Fecha de acceso: 17 de enero de 2018.
- Villota, J. y González, A. (2017). Uma aproximação às crenças e concepções dos professores de matemáticas sobre o uso das TICs. *Memorias del XIV Coloquio Regional de Matemáticas y IV Simposio de Estadística*. Universidad de Nariño. Colombia.
- Villota, J. y González, M. (2019). Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas sobre la implementación y uso de las tics para la enseñanza de contenidos matemáticos.

Memorias del 25° CIAED - Congresso Internacional ABED de Educação a Distância. Brasil.
Disponibile en: <http://www.abed.org.br/congresso2019/anais/trabalhos/31578.pdf>