

**USO DE TIC PARA LA ENSEÑANZA DEL CURSO GEOMETRÍA
VECTORIAL Y ANALÍTICA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

JAIME ANDRÉS JARAMILLO GONZÁLEZ

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MEDELLÍN
2018**

**USO DE TIC PARA LA ENSEÑANZA DEL CURSO GEOMETRÍA
VECTORIAL Y ANALÍTICA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**Trabajo realizado por
JAIME ANDRÉS JARAMILLO GONZÁLEZ**

Tesis para optar al título de Magíster en Educación

**Directora
ALEXANDRA HOYOS FIGUEROA
Magíster en Educación**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MEDELLÍN
2018**

DECLARACIÓN ORIGINALIDAD

“Declaro que esta tesis no ha sido presentada para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad” Art. 73 Régimen Discente de Formación Avanzada”.

Firma autor:

Jaine Andres Jaramillo G.

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 3 de diciembre de 2018

DEDICATORIA

A mi familia
madre, tíos, esposa
y mi pequeño hijo Fernando
quienes fueron mi apoyo y motivación

AGRADECIMIENTOS

El proceso de formación en la maestría, y la realización del presente proyecto de investigación fueron reto y novedad para mí. Sentí el apoyo comprometido de quienes estuvieron cerca en esta tarea.

A la Universidad Pontificia Bolivariana y a los docentes que orientaron la maestría, en cabeza del coordinador del énfasis en Ambientes de Aprendizajes Mediados por TIC, Juan Zambrano, además de agradecerles por su labor, les reconozco el cumplimiento de su promesa en cuanto a la formación en investigación. Considero que tanto el diseño de la maestría como su ejecución son muy coherentes y apuntan de forma eficiente a los objetivos que proponen.

En especial menciono el buen trabajo de la Magister Alexandra Hoyos Figueroa, directora del presente proyecto, por su acompañamiento y paciencia. Mostró todo el interés en que su realización se hiciera de la mejor manera posible, siempre estuvo pendiente, y tuvo que tenerme un poco de paciencia, posiblemente por la dificultad que la inexperiencia en los temas investigativos me encauso para cumplir con puntualidad con el plan de actividades.

Las directivas de la facultad de ingeniería, y el instituto de matemáticas de la Universidad de Antioquia estuvieron siempre dispuestas a ayudarme y a dar respuesta en forma oportuna a mis solicitudes. Me siento inmensamente agradecido con estas dependencias, con la institución y por supuesto con las personas que allí laboran, como es el caso del ingeniero Jorge Mario Uribe Wills, asistente del vicedecano de la facultad de ingeniería, a quien le correspondió incrementar su ya de por sí alta carga laboral, para responder a mis requerimientos de información.

Los docentes del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia mostraron una muy buena actitud para ayudarme en la tarea de

recolección de los datos, e invirtieron parte de su valioso tiempo para responder a las encuestas y entrevistas realizadas. Incluso en ciertos momentos me sentí gratamente sorprendido por su disponibilidad y apertura. Su colaboración fue incuantificablemente valiosa, al punto que sin ella este trabajo no habría sido posible.

También merece unas palabras de agradecimiento, por su buena labor y colaboración, el personal de la biblioteca Carlos Gaviria Díaz de la Universidad de Antioquia. La orientación por parte de Mg. Weimar Cardona Quintero en el uso del software Atlas TI fue muy útil, me ahorró muchas horas de trabajo, y contribuyó para la obtención de resultados de mayor calidad en la investigación cualitativa.

El apoyo económico que me brindó la Cooperativa Cotrafa a modo de auxilio educativo fue esencial para hacer viable mi acceso al plan de estudios de la maestría. Además de manifestar mi inmenso agradecimiento, felicito a la cooperativa por tener este tipo de ayudas, es una forma de creer en que la educación es el motor que puede transformar a la sociedad. Es una labor social que debe mantenerse y un ejemplo a seguir por otras instituciones del sector privado, la cual nos genera a los beneficiados el compromiso de realizar nuestro trabajo de la mejor manera, para multiplicar esta oportunidad de seguir creciendo.

CONTENIDO

DECLARACIÓN ORIGINALIDAD.....	3
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.1. Identificación temática	21
1.2. Planteamiento del problema de investigación	22
1.2.1. Importancia y potencialidad del uso de TIC para la enseñanza de las matemáticas universitarias.....	23
1.2.2. Contexto de la investigación	27
1.2.3. Recursos TIC de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia	30
1.2.4. Estrategias didácticas necesarias para la enseñanza de las matemáticas para programas de ingeniería en ambientes de aprendizaje mediados por TIC	34
1.3. Justificación	36
1.3.1. Aporte al estudio de la geometría vectorial y analítica	38
1.3.2. Aporte a la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia	39
1.3.3. Aporte a la maestría en educación, énfasis en TIC de la Universidad Pontificia Bolivariana.....	40
1.4. Pregunta de investigación.....	40
1.5. Objetivos.....	41
1.5.1. Objetivo general	41
1.5.2. Objetivos específicos.....	41
1.6. Mapa conceptual del planteamiento del problema de investigación	41

CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA	43
2.1. Estado de la cuestión	43
2.1.1. Internacional.....	46
2.1.2. Contexto internacional	55
2.1.3. Contexto nacional.....	60
2.1.4. Contexto local	61
2.2. Marco conceptual	63
2.2.1. Dimensión Pedagógica.....	63
2.2.2. Dimensión Tecnológica.....	70
Capítulo 3. METODOLOGÍA	82
3.1. Población	86
3.2. Muestra	86
3.3. Técnicas de recolección de datos.....	87
3.3.1. Encuesta	89
3.3.2. Entrevista.....	90
Capítulo 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS	92
4.1. Tratamiento de los datos.....	92
4.2. Caracterización de la muestra y datos estadísticos	94
4.3. Fase 1: Codificación descriptiva.....	97
4.3.1. Categorías teóricas	97
4.3.2. Categorías emergentes.....	112
4.4. Fase 2: Codificación axial	128
4.5. Fase 3: Codificación selectiva	133
Capítulo 5. CONCLUSIONES	144
REFERENCIAS.....	154

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Entorno de aprendizaje centrado en el docente y centrado en el alumno	25
Tabla 2: Relación de grupos de geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia en los periodos 2016-1; 2016-2 y 2017 -1	29
Tabla 3: Listado de software administrado por el DRAI	32
Tabla 4: Inversión en infraestructura tecnológica. Facultad de ingeniería Universidad de Antioquia. Años 2016 y 2017.....	33
Tabla 5. Relación de términos de búsqueda y cantidad de resultados arrojados por bases de datos y buscadores	44
Tabla 6. Clasificación de publicaciones usadas para la revisión bibliográfica.....	45
Tabla 7. Artículos de revista rastreados en relación con las caracterizaciones del uso de TIC en el aula por parte de los docentes para la enseñanza de matemáticas en ingeniería. .	46
Tabla 8. Tesis rastreadas en relación con las caracterizaciones del uso de TIC en el aula por parte de los docentes para la enseñanza de matemáticas en ingeniería.....	51
Tabla 9: Software libre referidos en investigaciones, para la enseñanza de las matemáticas y la geometría	56
Tabla 10: Paquetes y programas comerciales referidos en investigaciones, para la enseñanza de las matemáticas y la geometría.....	57
Tabla 11: Páginas web referidas en investigaciones, para la enseñanza de las matemáticas y la geometría	58
Tabla 12: Datos de profesores entrevistados.....	92
Tabla 13: Características de los docentes que respondieron la encuesta	95
Tabla 14: Cursos de capacitación en TIC de los que han participado 8 de los 18 docentes encuestados.....	103
Tabla 15: Conteo de palabras (paquetes, programas y plataformas) mencionadas por los docentes durante las entrevistas.....	127
Tabla 16. Clasificación preguntas de la encuesta	169

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa conceptual del planteamiento del problema de investigación	42
Figura 2: Estándares docentes en TIC según ISTE.....	69
Figura 3: Elementos que intervienen en el m-learning	73
Figura 4: Estándares de Competencias en TIC para Docentes (ECD-TIC).....	79
Figura 5: Proceso cíclico, estudio de caso orientado por teoría fundada.....	85
Figura 6: Vista de red: Categorías teóricas	98
Figura 7: Vista de red, usos de TIC obtenida con el software Atlas TI.....	99
Figura 8: Vista de red, formación docente en TIC obtenida con el software Atlas TI.	102
Figura 9: Vista de red, prácticas docentes obtenida con el software Atlas TI.	105
Figura 10: Vista de red, las TIC como mediación obtenida con el software Atlas TI.	109
Figura 11: Vista de red, matemáticas en la formación en ingeniería obtenida con el software Atlas TI.	111
Figura 12: Vista de red: Categorías emergentes	113
Figura 13: Vista de red, ventajas de las TIC obtenida con el software Atlas TI.....	114
Figura 14: Vista de red, debilidades de las TIC obtenida con el software Atlas TI	118
Figura 15: Vista de red, condiciones institucionales obtenida con el software Atlas TI	122
Figura 16: Vista de red, TIC en el curso geometría vectorial y analítica obtenida con el software Atlas TI	124
Figura 17: Vista de red, programas y plataformas obtenida con el software Atlas TI	126
Figura 18: Visualización gráfica de los hallazgos encontrados en la investigación ...	143

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Clasificación preguntas de la encuesta.....	169
Anexo 2: Formulario encuesta	171
Anexo 3: Versión final guía entrevista semiestructurada (se incluyen comentarios de los cambios hechos en cada versión)	183
Anexo 4: Gráficos sobre caracterización de la muestra.....	195

RESUMEN

El presente informe de investigación con enfoque cualitativo caracterizó el uso de TIC en las prácticas de enseñanza de los profesores del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia. Fue un estudio de caso considerado relevante debido a las condiciones contextuales en disponibilidad de recursos, número de estudiantes y formación de los profesores de esta institución, referido al uso de TIC para la enseñanza de las matemáticas universitarias. El diseño metodológico en el análisis y la presentación de resultados estuvo guiado conceptualmente por la teoría fundada. Se usaron como instrumentos para la recolección de datos la encuesta y la entrevista semiestructurada en profundidad.

Se evidenció que efectivamente la Universidad de Antioquia, cuenta con una infraestructura que permite la utilización de TIC en la enseñanza, en cuanto al número de equipos, software y calidad de estos, sin embargo, no está registrado un lineamiento institucional que comprometa a los docentes en su utilización en el escenario de las clases. En particular, en el curso geometría vectorial y analítica, el uso de las TIC se ha dado por iniciativa de los docentes, quienes las encuentran útiles y consideran que mejoran el proceso de enseñanza.

En los hallazgos se menciona que para los docentes lo más importante en práctica de enseñar, es su discurso y demostrar su apropiación del saber disciplinar, las TIC les ha permitido enriquecer la experiencia de enseñar, pues han podido actualizar de manera ágil los contenidos, cuentan con diversidad de recursos para explicar y ejemplificar los conceptos, han optimizado el uso del tiempo en la gestión del curso, en la preparación, y en la explicación. Cuentan con material en formatos diversos y se apoyan en las TIC para la elaboración de cálculos complejos y el dibujo de gráficas. Adicionalmente mejoran su práctica docente porque se comunican con los estudiantes más allá del espacio del aula de manera sincrónica y asincrónica. Los docentes también consideran que la Universidad cuenta con equipos y software para el uso de las TIC en las clases. Los docentes participantes de

esta investigación poseen las competencias TIC para el desarrollo profesional docente en el nivel integrador.

PALABRAS CLAVE: matemáticas universitarias, enseñanza de la geometría, prácticas docentes, mediación tecnológica, TIC.

ABSTRACT

This qualitative research report provides an account on how ICTs are used in the teaching practices of the teachers of the vector and analytical geometry course of the engineering faculty of the University of Antioquia. This is a case study on the use of ICTs for the teaching of mathematics at the university level that has been considered relevant due to the contextual conditions in terms of resource availability, number of students and training of the Institution's teachers. Grounded theory served as a conceptual framework for the methodological design in the analysis and presentation of results. Data were collected via surveys and in-depth semi-structured interviews.

It is evident that the University of Antioquia does have an adequate infrastructure for the use of ICTs in education, in terms of the number of equipment, software and their quality; however, there is no institutional guideline that commits teachers to their use in the classroom setting. In particular, in the vector and analytical geometry course, the use of ICTs has been at the initiative of teachers, who find them useful and consider they improve the teaching-learning process.

The findings show that, for teachers, the most important thing in the act of teaching is their discourse and to be able to demonstrate their appropriation of disciplinary knowledge. In this sense, ICTs have allowed them to enrich their teaching experience, as they can quickly update content, have a variety of resources to explain and exemplify concepts, and can optimize the use of time in the management, preparation and explanation of the course. They have teaching material in different formats and rely on ICTs for the creation of complex calculations and graph drawings. Additionally, teachers enrich their teaching practice because they communicate with students beyond the classroom, both synchronously and asynchronously. They also consider that the University has enough equipment and software for the use of ICTs in the classroom environment. The teachers participating in this study

have the ICT competences for the professional development of teachers at the integrating level.

KEYWORDS: university mathematics, teaching of geometry, teaching practices, technological mediation, ICTs, engineering faculty of the University of Antioquia.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han permeado diversas actividades humanas y por supuesto la educación no es ajena a ello. Se cuenta actualmente con diversas herramientas tecnológicas, hardware y software: computadores, tabletas, celulares, correo electrónico, redes sociales, paquetes ofimáticos, etc. que hacen parte del entorno de los estudiantes tanto en el campo académico como el extra académico.

En el ámbito educativo la introducción de las TIC a los procesos de enseñanza es un tópico de estudio. Ejemplo de ello es la existencia de la maestría en educación con énfasis en ambientes de aprendizaje mediados por TIC de la Universidad Pontificia Bolivariana que ha generado conocimiento con respecto a su incorporación en los espacios educativos institucionalizados. En el marco de la maestría surge el presente estudio que indaga por el uso de las TIC en las prácticas de enseñanza de los profesores de geometría vectorial y analítica de la Universidad de Antioquia.

La presente es una investigación teórica que pretende encontrar resultados de carácter comprensivo-descriptivo de un estudio de caso de la incorporación de las TIC a la enseñanza de las matemáticas universitarias, en un contexto particular de la Universidad de Antioquia, institución de educación superior que atiende el mayor número de estudiantes en el departamento de Antioquia, alrededor de 39000 por semestre¹ y una de las tres más importante del país², por lo cual se constituye como un referente para la formación superior.

La caracterización de las prácticas docentes con el uso de TIC en el curso de geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia como objeto de estudio, se origina por la experiencia del investigador como orientador del mismo, y fundamentalmente por las condiciones contextuales en la que se desarrolla la

¹ Datos aportados por la Vicerrectoría de Docencia de la Universidad de Antioquia

² Colombia | Ranking Web de Universidades:
http://www.webometrics.info/es/Latin_America_es/Colombia (Consultado 8 de junio de 2018)

asignatura, hace parte del ciclo de fundamentación básico de la educación en ingeniería, alrededor de 1300 estudiantes la matriculan cada semestre y de ellos solo aprueban en promedio el 47%. Además, la universidad cuenta con equipos y software que hace posible la incorporación de las TIC a las clases de forma cotidiana.

El proyecto se llevó a cabo entre el segundo semestre de 2016 y el primer semestre de 2018. La primera etapa, entre el segundo semestre de 2016 y el segundo semestre de 2017, se dedicó al planteamiento del problema y a la construcción del marco de referencia a partir de una revisión bibliográfica en la cual se consultó sobre investigaciones referentes a las prácticas docentes y al uso de TIC para la enseñanza de las matemáticas universitarias.³

En el primer semestre de 2018 se llevó a cabo el trabajo de campo consistente en la aplicación de los instrumentos seleccionados, la encuesta y la entrevista, a los grupos de docentes que hicieron parte de la muestra de este estudio. De una población de 23 docentes que orientaron el curso geometría vectorial y analítica para la facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia durante el semestre 2018-1, la muestra no estadística se conformó con 18 docentes que voluntariamente respondieron la encuesta y 6 docentes la entrevista.

En este mismo periodo, primer semestre de 2018, se completó la escritura del presente informe con base en el análisis de resultados que fue guiado por la teoría fundada y para el cual se usó el software Atlas ti como herramienta para realizar el análisis de las categorías encontradas en los datos recolectados.

La estructura del presente informe está dada como se describe a continuación: En el primer capítulo se hace el planteamiento del problema, en el cual se ilustra que diferentes investigaciones han centrado su interés en la importancia de la enseñanza con el uso de TIC y las posibilidades de éstas para incidir positivamente en los procesos formativos. Se hace

³ Bases de datos usadas en la búsqueda de investigaciones: Scopus, Scielo y Science Direct y buscador Google Académico

una revisión de las condiciones de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, en cuanto a infraestructura y dotación de hardware y software. Se presentan algunos datos recientes del curso geometría vectorial y analítica, que permiten dimensionar la población de estudiantes que cursan la asignatura y los resultados obtenidos en el aspecto evaluativo.

Este primer capítulo presenta los objetivos y la justificación del proyecto desde diferentes posiciones en cuanto al aporte que puede hacer a la asignatura, al programa de maestría en educación de la Universidad Pontificia Bolivariana y a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia.

El capítulo 2, marco de referencia, se divide en dos grandes apartados: estado de la cuestión y marco conceptual. En este capítulo se identifican referentes teóricos para el desarrollo de la investigación, que son el punto de partida para el posterior análisis datos.

En el estado de la cuestión se expone el proceso de revisión de la literatura, en el cual se consultó sobre investigaciones cuyo objeto de estudio era el uso de TIC en la enseñanza de las matemáticas universitarias y se clasifican los resultados de esta búsqueda en los ámbitos internacional, nacional y local.

En el segundo apartado del capítulo 2, marco conceptual, se presenta una descripción de las categorías teóricas: matemáticas en formación básica para ingeniería, prácticas docentes, formación por competencias, mediación pedagógica, mediación tecnológica, usos de TIC, TIC en procesos educativos, formación docente en TIC y software matemático. Estas categorías apoyan el análisis de datos y la presentación de resultados.

El diseño metodológico se describe en el capítulo 3, se realizó bajo un enfoque cualitativo dado el tipo de datos que se recolectaron para el alcance de los objetivos de este estudio, el método es un estudio de caso que se orientó conceptualmente por la teoría fundada. La población fueron los docentes que ofrecieron el curso de geometría vectorial y analítica

en el semestre 2018-1 y las técnicas de recolección de los datos fueron la encuesta y la entrevista semiestructurada.

El proceso de análisis y resultados se ubica en el capítulo 4. Inicialmente se hace una caracterización de la muestra tomada para la investigación, y posteriormente se consignan las fases de recolección y análisis de los datos que de acuerdo con la teoría fundada contempla tres etapas: la codificación descriptiva, la codificación axial y la codificación selectiva. A través de estas etapas se hace la caracterización de la incorporación de las TIC en las prácticas de enseñanza de los profesores del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia.

En el capítulo 5 se describen las conclusiones, en éste se sintetizan los resultados a la luz de los objetivos propuestos en el proyecto de investigación y del marco referencial. Se hace una reflexión final con respecto a las posibilidades que ofrecen las TIC como alternativa para afrontar los problemas de deserción y cancelación y pérdida que tiene la asignatura geometría vectorial y analítica en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia.

CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación temática

La formación universitaria en ingeniería comprende en el núcleo básico varios cursos de matemáticas, en ellos se pretende que los estudiantes adquieran competencias, como capacidad para realizar operaciones y procedimientos que permitan obtener resultados a partir de unas condiciones iniciales, habilidad en el pensamiento formal para generalizar situaciones académicas y en ingeniería, rigurosidad para construir conceptos, y conocimiento de los aspectos teóricos generalizados de las áreas del conocimiento específico que constituyen el lenguaje propio de la ingeniería.

Se espera que el desarrollo del curso sea exitoso en cuanto a la comprensión de los conceptos y al alcance de las competencias que los estudiantes necesitarán en asignaturas específicas de formación en ingeniería y en su desempeño profesional. Una de las expectativas fundamentales del uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en los procesos educativos, es la mejora del desempeño académico (Claro, 2010). En los últimos años los docentes han intensificado la inclusión de dispositivos y software para enseñar ciencias básicas, dado su diversidad de lenguajes y la posibilidad de promover el desarrollo de competencias, con lo cual se estimula los diferentes estilos de aprendizaje. (Hooker, 2017; Méndez Coca & Méndez Coca, 2014)

La presente investigación se centra en la enseñanza de las matemáticas universitarias con el uso de TIC, (Carnoy, 2004; R. Rodríguez, 2010) específicamente en indagar por las prácticas de los docentes de ciencias básicas en la Universidad de Antioquia con el uso de TIC, en particular los que ofrecen la asignatura de geometría vectorial y analítica por ser común en el núcleo de formación inicial en ingeniería, como un estudio de caso de interés en el campo educativo, dentro del contexto local.

1.2. Planteamiento del problema de investigación

Las TIC han generado cambios en diversos escenarios de las actividades humanas, en ámbitos educativos formales y no formales (Álvarez, Giraldo, & Navarro, 2017), lo cual ha implicado una adaptación a las mismas en cuanto a los múltiples lenguajes que usa de manera simultánea y la comunicación que se generan entre los sujetos de los procesos de enseñanza y aprendizaje, además, la búsqueda por la obtención de beneficios a partir de su uso, en términos de enriquecer y mejorar la experiencia de enseñar y aprender a través de la mediación de las TIC.

La educación en el marco de escenarios formales institucionalizados pretende promover diferentes competencias en las personas para desenvolverse en los ámbitos social y laboral. Entre ellas se resaltan: el pleno desarrollo de la personalidad, la adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos, el estudio y la comprensión crítica de la cultura, el desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico y la promoción en la persona y en la sociedad de la capacidad para crear e investigar⁴.

Las TIC implican cambios en el ámbito educativo actual: “la incorporación de las TIC a la educación formal y escolar viene siendo justificada, reclamada o promovida, según los casos, desde hace ya varias décadas con el argumento de su potencial contribución a la mejora del aprendizaje y de la calidad de la enseñanza (M. L. Martínez, 2007, p. 8).

Investigaciones recientes indican que el provecho obtenido del uso de las TIC en educación es menor a las posibilidades que estas ofrecen (Fainholc, 2016; Peña, 2012). En este sentido ha surgido el interés por abordar el problema de investigación que se plantea en las siguientes páginas, como un estudio de caso referente a la incorporación de las TIC a las prácticas docentes en la enseñanza de las matemáticas universitarias.

⁴ Congreso de la República de Colombia, 1994

1.2.1. Importancia y potencialidad del uso de TIC para la enseñanza de las matemáticas universitarias

La enseñanza de las matemáticas durante la formación en ingeniería, fomenta la adquisición de habilidades de análisis y síntesis para resolver situaciones en diversos campos de las ciencias aplicadas, es fundamental que los estudiantes relacionen los conceptos que aprenden con aplicaciones en contextos reales, de modo que tenga sentido y significado su estudio, para que ello redunde en el desempeño satisfactorio en su proceso formativo, tanto en las asignaturas básicas, como en la formación específica y más adelante en su ejercicio profesional.

Varios autores coinciden (Bokosmaty, Mavilidi, & Paas, 2017; Cabero Almenara & Barroso Osuna, 2016) en que las posibilidades que las TIC ofrecen en la enseñanza de las matemáticas: las animaciones y simulaciones, tienen un impacto positivo en la comprensión de los temas que se estudian ya que permiten obtener “representaciones gráficas de conceptos y procesos que no son posibles con recursos tradicionales” (Claro, 2010, p.8).

Para fomentar el desarrollo de competencias en los espacios educativos institucionalizados y la construcción de nuevos conocimientos, la motivación es un aspecto importante y potencialmente eficaz en el proceso de aprendizaje. Es difícil que éste sea exitoso cuando un estudiante no quiere aprender, o cuando no observa vinculación alguna de la asignatura, particularmente de las matemáticas, con la vida cotidiana o cuando no le encuentra sentido al objeto de conocimiento (García Retana, 2013). En este sentido, A. Bravo, Castañeda, Hernández, & Hernández (2016) consideran necesaria la contextualización de la asignatura que se estudia con asuntos de interés para los estudiantes, para que haya un aprendizaje efectivo:

(...) contextualizar obedece la relación que se puede establecer entre el conocimiento matemático y las ciencias, el conocimiento matemático y la cotidianidad y de otra parte entre el conocimiento matemático y el área de desempeño profesional. [1], [4], [5] De tal forma, que solo será posible una transferencia de conocimiento del estudiante, si éste está en capacidad de relacionar un modelo matemático y llevarlo a otros contextos, es decir, si logra descontextualizarlo del evento inicial (p. 28).

De acuerdo con Bravo-Bohórquez et al.(2016), la capacidad cognitiva de los estudiantes puede mejorarse al hacer uso de la estrategia relación, experimentación, aplicación, cooperación y transferencia que denominan REACT, la cual consiste en el estudio de las matemáticas en contexto, al hacer relación de las mismas con situaciones de la vida cotidiana, más concretamente con la ingeniería. “las investigaciones concluyen que al aplicar la estrategia REACT se puede alcanzar alto nivel de desempeño, haciendo de los estudiantes, futuros profesionales competentes”. (p. 28). La relación que los estudiantes puedan establecer con el entorno, incide para que se potencie el aprendizaje, para ello el trabajo en equipo puede apoyar el logro de los objetivos de aprendizaje "El trabajo cooperativo y la interacción recíproca entre pares contribuyen a que el alumno alcance la significación del aprendizaje" (Siero, Hernández, & Oviedo, 2015, p. 8).

Puede observarse, que diferentes autores, (Siero González, Hernández Torres, & Oviedo González, 2015), (A. Bravo et al., 2016), (García Retana, 2013) coinciden en que el aprendizaje y el interés por el mismo, dependen de la relación que los sujetos que aprenden puedan establecer con la vida cotidiana y con problemas prácticos de su ámbito de formación profesional, de manera que le dé significado a los conceptos que estudian en los espacios de formación institucionalizados.

Además de la motivación que permite relacionar conceptos con la solución de problemas, las condiciones actuales de la educación atraviesan por una etapa de cambio. “Para que los estudiantes puedan adquirir el conocimiento y las habilidades esenciales en el siglo XXI, deberá pasarse de una enseñanza centrada en el profesor, a una centrada en el

alumno”.(Unesco, 2004, p. 26). Los estudiantes actualmente viven en un mundo donde la información abunda, por lo cual deben estar capacitados para aprender a aprender, para ser estudiantes de por vida.

En la tabla 1, se presenta un paralelo que muestra las transformaciones, que, según la Unesco, tienen las características del modelo de la práctica educativa, al pasar de ser centrada en el docente, a ser centrada en el estudiante:

Tabla 1. Entorno de aprendizaje centrado en el docente y centrado en el alumno

Componentes de la práctica educativa	Entorno de Aprendizaje Centrado en el Docente	Entorno de Aprendizaje Centrado en el Alumno
Actividades de clase	Centradas en el docente. Didácticas	Centradas en el alumno. Interactivas
Rol del profesor	Comunicador de hechos. Siempre experto.	Colaborador. A veces aprende de sus alumnos.
Énfasis Instrucciona	Memorización de hechos	Relacionar, cuestionar e Inventar
Concepto de Conocimiento	Acumulación de hechos. Cantidad	Transformación de hechos
Demostración de aprendizaje efectivo	Seguir las normas como referencia	Nivel de comprensión del Alumno
Evaluación	Múltiple opción	Pruebas con criterio de referencia. Carpetas de trabajo y desempeño.
Uso de Tecnología	Repetición y práctica	Comunicación, acceso, colaboración y expresión.

Fuente: Unesco (2004, p. 27)

Para fomentar habilidades de aprender a aprender en los estudiantes, las TIC pueden ser útiles para promover el aprendizaje autónomo, la colaboración, el aprender haciendo y en particular el interés por las asignaturas pertenecientes a las ciencias básicas a través de la interacción de los estudiantes con sus pares, de la relación con la vida y con los requerimientos en su desempeño profesional. En los últimos años se han incorporado aplicativos, “Sistemas cognitivos artificiales tales como Mathematica [2], Python [3], Matlab [4-9]; Geogebra [10], MathCad [11], Maple [12], Derive [13], por citar algunos, (...) en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas dentro y fuera de las aulas universitarias“. (Toro, Ortiz, & Jiménez, 2016). Estas tecnologías hacen parte del entorno, del día a día de la sociedad y en particular de los estudiantes.

La tendencia en educación hoy es formar a los estudiantes para la adquisición de competencias, Ávila, Álvarez & Romero (2013) afirman que:

Las competencias constituyen una actividad cognitiva compleja que exige a la persona establecer relaciones entre la práctica y la teoría, a fin de estar en capacidad de transferir el aprendizaje a diferentes situaciones, de demostrar la capacidad de aprender a aprender (Gonczi, 2001: 37-38). (p. 187).

La labor de las instituciones de educación superior y de los profesores, además de enseñar la asignatura, es ampliar los horizontes de los estudiantes, para lograr resultados positivos, los profesores excepcionales se caracterizan porque sus prácticas se basan en un conjunto de ideas sólidas acerca del aprendizaje (Ávila et al., 2013), por este motivo las reflexiones hechas con respecto a la labor docente tendrán que estar encaminadas a lograr el objetivo final del aprendizaje en los estudiantes y que este se evidencie en la solución de situaciones concretas.

1.2.2. Contexto de la investigación

El curso geometría vectorial y analítica hace parte del ciclo básico de los programas de la facultad de ingeniería⁵ Es un curso de 4 horas semanales de clase presencial para ser desarrollado en 16 semanas. Para los programas presenciales que se ofrecen en ciudad universitaria predominantemente es un curso de primer nivel y de 3 créditos, excepcionalmente para algunos programas, es de segundo nivel y de 4 créditos como se indica a continuación:

- Bioingeniería (nivel 1; 3 créditos)
- Ingeniería Ambiental (nivel 1; 3 créditos)
- Ingeniería Civil (nivel 1; 3 créditos)
- Ingeniería Eléctrica (nivel 1; 3 créditos)
- Ingeniería Electrónica (nivel 1; 3 créditos)
- Ingeniería Industrial (nivel 1; 3 créditos)
- Ingeniería de Materiales (nivel 2; 4 créditos)
- Ingeniería Mecánica (nivel 1; 3 créditos)
- Ingeniería Química (nivel 2; 4 créditos)
- Ingeniería Sanitaria (nivel 1; 3 créditos)
- Ingeniería de Sistemas (nivel 1; 3 créditos)
- Ingeniería de Telecomunicaciones (nivel 1; 3 créditos)

La asignatura es habilitable y validable, es decir, los estudiantes que tengan la competencia pueden presentar un examen de suficiencia. De acuerdo con el diseño del curso, la evaluación consistente de cinco exámenes parciales del 20% cada uno⁶. El curso de

⁵ Programas de pregrado. <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/institucional/unidades-academicas/facultades/ingenieria/programas-academicos/programas-pregrado/> (Consultado 26 de septiembre de 2017)

⁶ Jaramillo, A. s.f

geometría vectorial y analítica es ofrecido por el instituto de matemáticas de la facultad de ciencias exactas y naturales.

El objeto de estudio del curso son los vectores y matrices, sus propiedades, operaciones y aplicaciones. Su contenido general está constituido por los siguientes temas:

Sistemas de ecuaciones lineales y álgebra matricial

La función determinante

Vectores geométricos

Vectores coordenados

Álgebra vectorial

Vectores de la física y aplicaciones de los vectores geométricos a la física

Cónicas (Jaramillo, A. s. f., p. 3,4; A Jaramillo & Oleas, 2009)

El curso hace parte del ciclo de formación en matemática para ingeniería, el cual tiene los siguientes objetivos:

Contribuir al desarrollo intelectual y de la capacidad analítica del estudiante, potenciando facultades cognitivas de orden superior y la abstracción. Facilitar su comprensión de las leyes de la naturaleza y de los conceptos fundamentales en los que se basan los métodos para el análisis y el diseño de sistemas de ingeniería. Formar en las reglas de la demostración o refutación rigurosa y de la explicación válida. Establecer un lenguaje común, básico, para comunicarse con otros profesionales y para adelantar estudios e investigaciones avanzadas.(Jaramillo, A. s. f., p. 1)

Los docentes se rigen por el estatuto profesoral de la Universidad de Antioquia - Acuerdo Superior 083 de 1996- (Consejo Superior de la Universidad de Antioquia, 1996) y el estatuto del profesor de cátedra y ocasional- Acuerdo Superior 253 de 2003- (Consejo Superior de la Universidad de Antioquia, 2003), es requisito tener título de pregrado. El título de posgrado también es contemplado en el reglamento como requisito, sin embargo, puede ser omitido por discrecionalidad de las decanaturas en caso de la necesidad del servicio.

Se resalta lo que menciona el estatuto profesoral de la Universidad de Antioquia en el numeral 6 del artículo 4, capítulo II (Principios de la función profesoral):

Libertad de cátedra. Los profesores tendrán discrecionalidad para exponer su conocimiento en el marco de un contenido programático mínimo, aprobado para cada curso. A su vez, los estudiantes podrán controvertir las explicaciones de los profesores, acceder a las fuentes de información disponibles, y utilizarlas para la ampliación y profundización de sus conocimientos. (Consejo Superior de la Universidad de Antioquia, 1996, p. 5)

Este criterio del reglamento es tenido en cuenta, dado que establece una condición de autonomía para la labor de los docentes, de relevancia para el presente proyecto de investigación, pues contribuye a su validez.

La cantidad de grupos y estudiantes de la asignatura para los periodos 2016-1, a 2017-2 se relaciona en la tabla 2. En estos cuatro semestres, la cantidad promedio de estudiantes fue de 1283, de los cuales el porcentaje de aprobación fue de 41,56%. En promedio hubo 39 grupos cada semestre, por lo que el número de estudiantes por grupo en promedio fue de 32,90.

Tabla 2: Relación de grupos de geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia en los periodos 2016-1; 2016-2 y 2017 -1

SEMESTRE	CANTIDAD DE GRUPOS	ESTUDIANTES MATRICULADOS	ESTUDIANTES QUE APROBARON	% de aprobación
20161	44	1351	648	47,96%
20162	36	1285	489	38,05%
20171	38	1211	502	41,45%
20172	36	1285	494	38,44%

Fuente: vicedecanatura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia

En el primer semestre de 2018 (en el cual se llevó a cabo el trabajo de campo de la presente investigación), la facultad de ingeniería tenía matriculados 9086 estudiantes, de los cuales 6712 son estudiantes de pregrado de la sede ciudad universitaria en modalidad presencial.⁷ En el curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, había 1250 estudiantes distribuidos en 32 grupos: inicialmente fueron ofertados 35, de los cuales 1 fue cerrado y otros 2 fusionados debido a la demanda de los mismos. Fueron orientados por 23 docentes, que tenían a cargo entre 1 y 3 grupos:

- 1 grupo 15 profesores
- 2 grupos 7 profesores
- 3 grupos 1 profesor

La vinculación de estos 23 profesores con la Universidad de Antioquia es como docentes de cátedra.

1.2.3. Recursos TIC de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia

Se presenta en esta sección, las condiciones en cuanto a recursos e infraestructura relacionada con TIC, que tiene la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, para apoyar la labor docente.

Desde el año 1995, la Universidad de Antioquia tiene un plan de modernización, iniciado por la vicerrectoría de docencia conocido como programa de integración de tecnologías a la docencia cuyo objetivo es “contribuir a la transformación de las labores académicas, introducir nuevas modalidades educativas, ofrecer otras opciones a la

⁷ Datos de la vicedecanatura de la facultad de ingeniería. Mayo de 2018

comunidad universitaria y suscitar cambios en la cultura docente y organizativa de la Universidad”. (Deossa Quintero, Sierra Cadavid, Botero, & Andrés, 2015)

Este programa tiene a su cargo, programas y cursos orientados al cumplimiento de ese objetivo (Uribe-Tirado, 2010): Integración de tecnologías de la información y la comunicación a la docencia (curso obligatorio para docentes vinculados); Aprende en Línea (portal que ofrece diferentes cursos a la comunidad universitaria) y el Centro de Capacitación Internet – CCI. Actualmente, la Universidad de Antioquia, ofrece diferentes procesos de formación en TIC dirigido a los docentes, implementado para el apoyo al desarrollo de las asignaturas en la facultad de ingeniería. Además, cuentan la plataforma Ude@ (unidad de educación virtual de la Universidad de Antioquia), la cual se soporta en la plataforma Moodle para la orientación de los cursos y da lugar al desarrollo de programas en modalidad presencial, a distancia (semipresencial) y virtual.

El curso geometría vectorial y analítica en modalidad presencial, se dicta en las aulas de la facultad de ingeniería, las cuales son 63, todas dotadas con computador y video beam que se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento. Como apoyo a la labor académica la facultad dispone de 9 salas de computadores en la sede ciudad universitaria, que están disponibles para el uso de los estudiantes de pregrado, posgrado, maestría, doctorado, docentes y empleados de la Facultad de Ingeniería.

Estas salas cuentan en total con 192 computadores, con sistema operativo de código abierto y licenciado⁸ en todos los equipos. Los recursos son administrados por el Departamento de Recursos de Apoyo e Informática DRAI, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Antioquia. La facultad dispone del software que se relaciona en la tabla 3.

⁸ Windows 10 y Ubuntu

Tabla 3: Listado de software administrado por el DRAI

SOFTWARE	Versión
ANSYS	19
ANTIVIRUS FEP	1.119
ASPENTECH	8
ARCGIS	10.5
AUTOCAD (64 bits, W10)	2018
AUTOCAD MECHANICAL (64 bits, W10)	2018
AUTOMATION STUDIO	6.3
CYPECAD	14
I THINK	9.1.4
INVENTOR PROFESIONAL (64 bits, W10)	2018
LABVIEW	5.1
MATLAB	2013b
MICROSOFT OFFICE Prof.	2016
MICROSOFT PROJECT 2016	2016
POWERSIM	2005
SAP 2000	14
SOLID EDGE	17
SPSS	24
STATGRAPHICS CENTURION	XVII
UGS NX	7.5
Visual Studio	2010
Visio	2013
XPRESS	8.4
WINDOWS 10	10 Enterp.

Fuente: DRAI (Departamento de ayudas informáticas – Facultad de Ingeniería)

La tabla 4: describe la inversión hecha en infraestructura tecnológica por la facultad de ingeniería, durante los años 2016 y 2017.

Tabla 4: Inversión en infraestructura tecnológica. Facultad de ingeniería Universidad de Antioquia. Años 2016 y 2017

CONCEPTO	2016	2017
Gastos Generales - Mantenimiento Equipos y Otros	\$ 24.781.312	\$ 61.257.191
Gastos Generales - Adquisición de Bienes y Servicios	\$ 121.285.503	\$ 73.508.449
Compra de Equipos - Software		\$ 2.377.615
TOTAL	\$ 146.066.815	\$ 137.143.255

Fuente: Vicedecanatura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia

Los recursos TIC con los cuales cuenta la facultad de ingeniería, según información suministrada por la vicedecanatura, son los siguientes:

- Monitorías abiertas de apoyo a los cursos: <https://goo.gl/i3CVBS>
- Banco de recursos educativos
- Canal de YouTube Ingenia Facultad de Ingeniería, videos educativos para los cursos.
- Aulas virtuales en la plataforma LMS Moodle para los cursos.
- Geogebra <https://www.geogebra.org/m/rAj9vRfb>
- Biblioteca virtual: <https://goo.gl/GYQV96>

Emisora virtual: <http://udearrobasuenadea.edu.co/>

De acuerdo con las consideraciones anteriores sobre la inclusión de las TIC en los procesos de enseñanza para promover el desarrollo de competencias y la posibilidad de motivar el aprendizaje de las ciencias básicas, esta investigación indagó de qué manera han influido las TIC en las prácticas de los docentes que orientan el curso de geometría vectorial y analítica en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, en cuanto a los momentos que las constituyen, como son la planeación del curso, la ejecución en clase, la orientación del trabajo independiente de los estudiantes, la administración de material académico, la evaluación, la gestión de notas y en general todas las actividades realizadas con el propósito de llevar a cabo el proceso de enseñanza.

Este problema se encuentra en el marco de una de las líneas de indagación del macroproyecto Enseñanza en Ambientes Virtuales de la Universidad Pontificia Bolivariana: ¿Cómo afectan las TIC la concepción y desarrollo del saber que se construye en ámbitos educativos formales e institucionalizados? Con el fin de evidenciar de qué manera las TIC han influenciado las prácticas docentes para promover el desarrollo de competencias en asignaturas de ciencias básicas que exigen procesos cognitivos para su aprendizaje.

1.2.4. Estrategias didácticas necesarias para la enseñanza de las matemáticas para programas de ingeniería en ambientes de aprendizaje mediados por TIC

El éxito en la labor docente, en cuanto al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos, depende del conocimiento que tenga el docente de la asignatura, y de las estrategias que utilice para promover el aprendizaje por parte de los estudiantes, en este sentido, Martínez y González (2018, pp. 3-4) consideran necesarias en la labor de los docentes⁹, las siguientes prácticas:

⁹ El estudio es referido a docentes de ingeniería, en particular en el contexto de 3 instituciones de educación superior colombianas. No obstante, puede interpretarse de forma más general, teniendo en cuenta los referentes citados por los autores.

- Promover las relaciones entre docentes y alumnos
- Desarrollar dinámicas de cooperación recíproca entre los alumnos
- Aplicar técnicas activas para el aprendizaje
- Hacer una pronta retroalimentación
- Enfatizar en el tiempo de dedicación a las tareas
- Comunicar altas expectativas
- Respetar la diversidad de talentos y de formas de aprender
- Fomento del pensamiento crítico
- Promover la creatividad

Otro aspecto en el que Martínez y González (2018) hacen énfasis, es en la necesidad de promover habilidades en los estudiantes para la adquisición del aprendizaje autónomo, dadas por una parte la naturaleza cambiante de los fenómenos culturales, sociales y tecnológicos, y por otra parte las posibilidades que ofrecen las TIC para acceder al autoaprendizaje.

Las estrategias puestas en práctica por los docentes de ingeniería, en ambientes mediados por TIC, identificadas por Martínez y González (2018) son las siguientes:

- Motivación con base en la ejemplificación
- Evaluación para el aprendizaje
- Compartir búsquedas en navegadores (para ilustrar y promover posibilidades para acceder a la información)
- Incentivar retos que puedan resolverse con intervención tecnológica

Los entornos virtuales de aprendizaje EAV propician el surgimiento de diversas modalidades que demandan que el aprendizaje sea el centro de éstas y no la modalidad en sí misma. Esta circunstancia implica cambios en las estrategias de los docentes, en sus habilidades y en sus prácticas, cambios para los cuales los docentes universitarios se encuentran preparados (O. Martínez, Steffens, Ojeda, & Hernández, 2018).

Los aspectos en los cuales se deben centrar las estrategias, de acuerdo con las modificaciones que las TIC ocasionan en los ambientes educativos, son la comunicación y el aprendizaje autónomo para aprovechar las posibilidades que brindan las TIC de acceder al conocimiento que superan las barreras de espacio y tiempo, pues cuentan con flexibilidad para que los estudiantes lleven a cabo su proceso formativo en diferentes momentos y espacios.

1.3. Justificación

Los estudiantes al ingresar a la universidad, presentan debilidad en la comprensión de ciertos conceptos, que se pensaría deberían tener claros, Smaill, Rowe, Godfrey y Paton (2012), describen resultados hallados con respecto a los estudiantes que ingresan al programa de ingeniería eléctrica a la Universidad de Oakland. Su estudio establece que los profesores están equivocados cuando asumen que los estudiantes que ingresan a la universidad ya cuentan con bases y competencias para cursar con éxito estas asignaturas. Concretamente, los autores señalan la incorrecta interpretación de fenómenos electromagnéticos, y del comportamiento de circuitos eléctricos en serie y paralelo por parte de los estudiantes. La deficiencia en la formación básica de los estudiantes, es un problema registrado en diversos lugares del mundo, Duque & Celis (2012) señala que en Brasil “el 60% de los estudiantes de ingeniería abandonan sus estudios porque no están lo suficientemente preparados en física, química y matemáticas”.(p. 19)

La circunstancias de una débil formación en ciencias básicas que se presentan en Nueva Zelanda (Smaill et al., 2012) y Brasil (Duque & Celis, 2012), en estudiantes que ingresan a programas de ingeniería, también se presentan en el contexto de la facultad de

ingeniería de la Universidad de Antioquia¹⁰, en la que se encuentran muchas limitaciones por parte de los estudiantes para el manejo del álgebra y la aritmética, una muestra es el porcentaje de aprobación de la asignatura Geometría Vectorial y Analítica en los últimos cuatro semestres académicos, tal como se describió en la contextualización del problema.

Al hacer una revisión bibliográfica, existe interés en investigar las opciones que existen para mejorar la comprensión, la capacidad de extrapolación y generalización de los conceptos, Saha, Ayub, y Tarmizi, (2010), resaltan las ventajas que tienen las TIC para mejorar la comprensión de conceptos de geometría, dada la facilidad que tienen para su manipulación y forma de representar las ideas relevantes, lo cual supera ampliamente las representaciones estáticas que pueden hacerse con marcador y tablero.

So, Choi, Lim, y Xiong, (2012) han encontrado que el uso de las herramientas TIC, tiene incidencia en el factor motivacional, y sirven para que los estudiantes tengan una mejor comprensión y en especial un mayor interés en los temas de estudio. Con esta apreciación coinciden Garza, Martínez y Treviño (2015), quienes a partir de los resultados de aprendizaje en un curso de circuitos digitales, en el que se utilizaron herramientas TIC para el diseño de circuitos, concluyen que los estudiantes tenían mayor interés por el tema, y mejor rendimiento en la evaluación de las competencias propuestas, en comparación con los estudiantes anteriores que no usaban estas herramientas.

No obstante lo anterior, debe tenerse cuidado al emplear las TIC en educación: un mal diseño en la planeación puede tener consecuencias indeseables ya que una inadecuada orientación por parte de los profesores, puede derivar en la falta de concentración de los estudiantes y un factor de distracción, que se convierte en una dificultad para el aprendizaje: Herramientas como el computador portátil y el teléfono inteligente, les permiten dedicarse a hacer varias tareas a la vez, como consultar páginas web, visualizar información multimedia,

¹⁰ Datos de la vicerrectoría de docencia muestran que el porcentaje de deserción en los programas de ingeniería ambiental, industrial de sistemas y de telecomunicaciones entre los años 2016 y 2017 fue de 26.95% en la modalidad presencial y de 42,74% en la modalidad virtual.

o tener conversaciones a través de chat, al tiempo que se está en una clase presencial, situación que afecta no sólo al estudiante que lo hace, sino también a quienes están cercanos a él en el aula (Sana, Weston, & Cepeda, 2013).

El proyecto de investigación hizo énfasis en la caracterización y análisis de las prácticas de los docentes de geometría vectorial y analítica de la Universidad de Antioquia con uso de TIC y sus posibilidades de ser mediaciones para el desarrollo de competencias necesarias en los estudiantes de ingeniería y su futuro desempeño profesional.

1.3.1. Aporte al estudio de la geometría vectorial y analítica

La geometría vectorial y analítica es una asignatura intrínsecamente interesante y autónoma como ciencia (Colombo, Llanos, & Otero, 2016), pero en los programas de ingeniería se espera que no sea tratada como un fin del proceso formativo, sino como un instrumento que permita el desarrollo de habilidades y conocimientos útiles para las asignaturas específicas de los programas de estudio, y para su posterior ejercicio profesional.

Los estudiantes requieren tener un amplio dominio de esta asignatura y de las matemáticas en general, ya que son el lenguaje y la base del objeto de estudio de la ingeniería (Ávila et al., 2013). El uso de TIC pueden tener incidencia en el cubrimiento de esta necesidad, por su capacidad para representar, modelar y visualizar los fenómenos que son estudiados en matemáticas, concretamente en la geometría vectorial y analítica y también en las asignaturas específicas de los programas de ingeniería (Jesús Cruz, Gallardo, & Villarreal, 2014).

Los cursos de matemáticas en la formación de ingenieros, además de formar en los temas de las asignaturas específicas, tienen el objetivo de fomentar las habilidades del pensamiento formal, para hacer un tratamiento riguroso de los procedimientos para la obtención de resultados confiables y la capacidad de análisis para comprender y resolver situaciones problema (García Retana, 2013; Morales, 2013).

1.3.2. Aporte a la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia

Las condiciones del entorno local, regional y mundial son permanentemente cambiantes, lo cual debe tenerse siempre presente en los procesos educativos. Éste trabajo tiene como objeto de estudio la caracterización y análisis de las prácticas docentes con el uso de TIC para la enseñanza de la geometría vectorial y analítica, una asignatura de los programas de pregrado que ofrece la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, entre los intereses de la investigación se encuentran los siguientes dos aspectos:

- La caracterización y descripción de las prácticas docentes en la enseñanza de la asignatura de la geometría vectorial y analítica.
- La incidencia o la relación que estas prácticas tienen en el desarrollo de competencias requeridas en el ejercicio de la ingeniería.

En este sentido, se pretende hacer un aporte, con el fin de que la facultad de Ingeniería cuente con elementos a partir de la evidencia empírica de cómo se ofrece esta asignatura para poder dar orientaciones metodológicas con el fin de alcanzar los objetivos de aprendizaje que fomenten el desarrollo de competencias en los ingenieros en formación.

La presente propuesta de investigación puede ser útil para la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, en particular porque a través de ella se podrán identificar prácticas docentes efectivas que permitan el desarrollo de competencias y la manera en que las TIC han intervenido en estas prácticas para la enseñanza y el aprendizaje de los ingenieros en formación.

La indagación con respecto a la inclusión de las TIC en la orientación de los cursos de geometría vectorial y analítica en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia

permitirá observar cómo ésta se ha realizado, si ha sido aprovechada en beneficio de la formación de los estudiantes y si el proceso formativo es consistente con las condiciones culturales y contextuales actuales.

1.3.3. Aporte a la maestría en educación, énfasis en TIC de la Universidad Pontificia Bolivariana

El tema de investigación propuesto corresponde con los intereses que fundamentan la maestría, y en particular al énfasis en TIC. Está pensado para hacer una contribución a la reflexión de cómo impactan las TIC en los espacios educativos formales, en objetos de estudio particularmente complejos como las ciencias básicas. Aportará en el análisis de como las TIC transforman o no las prácticas docentes, y como estas potencian el desarrollo de competencias generales y específicas en ingeniería en un contexto particular como la enseñanza de la geometría Vectorial y analítica en la Universidad de Antioquia.

1.4. Pregunta de investigación

¿De qué manera las TIC han afectado las prácticas de enseñanza de los docentes que ofrecen el curso geometría vectorial y analítica en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Caracterizar las prácticas de enseñanza con uso de TIC de los docentes del curso geometría vectorial y analítica en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia.

1.5.2. Objetivos específicos

Caracterizar el uso que hacen de las TIC los profesores del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia.

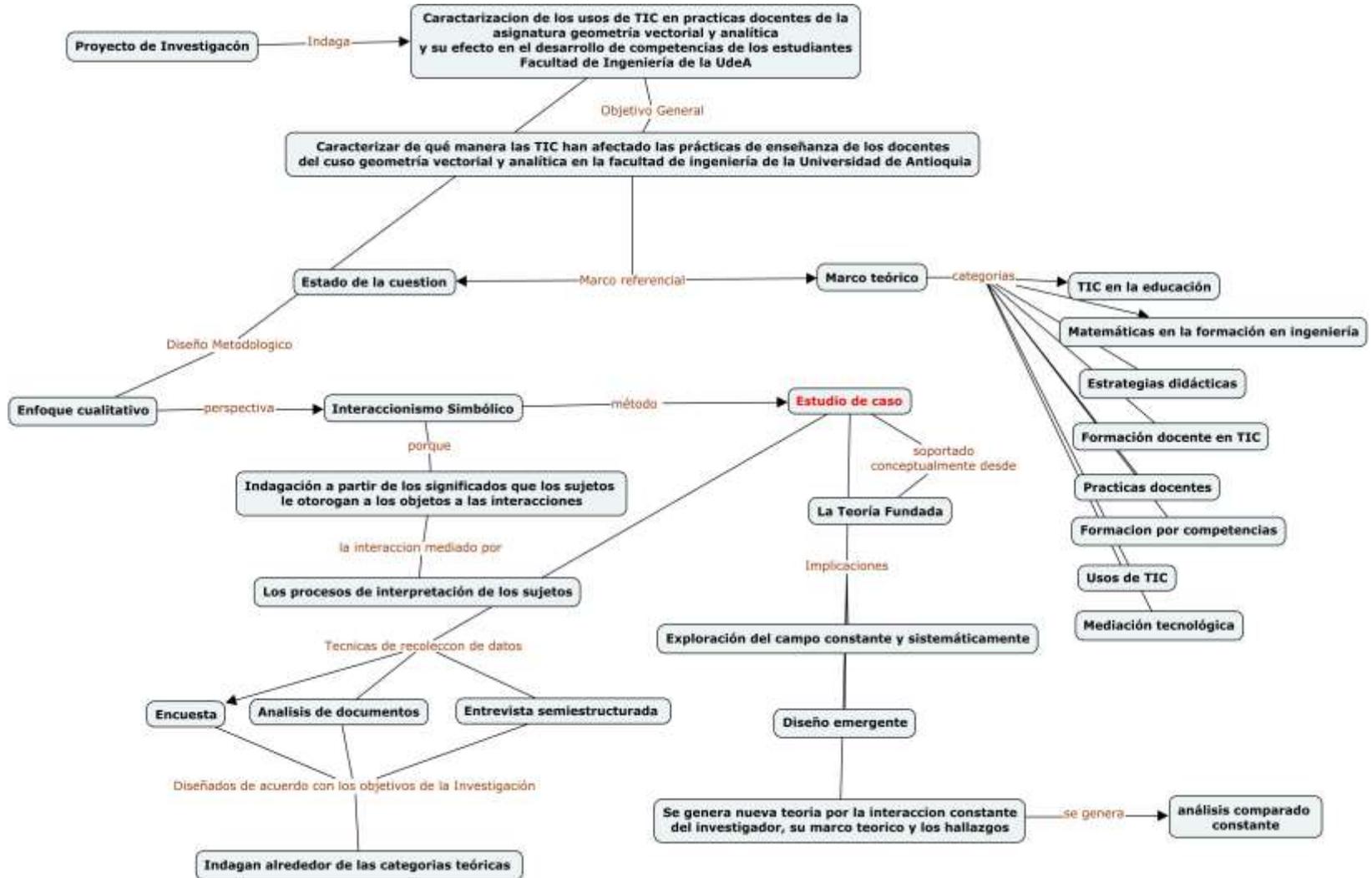
Analizar las estrategias y actividades TIC que se han implementado en el curso geometría vectorial y analítica en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia para promover el desarrollo de competencias en los estudiantes.

Describir las prácticas docentes en el curso de geometría vectorial a partir de la inclusión de las TIC en los procesos de enseñanza para el desarrollo de competencias.

1.6. Mapa conceptual del planteamiento del problema de investigación

La visualización esquemática es una herramienta que permite una mejor comprensión de la situación problema, la figura 1, muestra el mapa conceptual del problema de investigación.

Figura 1: Mapa conceptual del planteamiento del problema de investigación



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Estado de la cuestión

El uso de TIC en educación es un campo de interés en investigaciones recientes. Se ha realizado una revisión de publicaciones con respecto a esta temática, la cual se restringió al periodo comprendido entre los años 2011 y 2018.

Para llevarla a cabo se utilizaron las bases de datos bibliográficas Scopus, Scielo y Science Direct , el buscador Google Scholar y los repositorios de trabajos de grado de la Universidad de Antioquia¹¹, Universidad Pontificia Bolivariana¹² y Pontificia Universidad Javeriana¹³

Se utilizaron distintas combinaciones de palabras claves: Enseñanza, matemáticas, geometría, matemáticas universitarias, TIC, ingeniería, aprendizaje, estrategias didácticas, docentes prácticas docentes, teaching, mathematics, university mathematics, ICT, engineering.

En la tabla 5 se registran las combinaciones de términos de búsqueda que fueron útiles por conducir a investigaciones que presentan alta relación con los objetivos de este trabajo. Otras combinaciones se descartaron por abarcar una diversidad muy amplia de temáticas, las cuales además de alejarse del objeto de estudio de la investigación, arrojaban una cantidad de resultados muy elevada.

¹¹ Biblioteca Digital: Repositorio Institucional UDEA. <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/> (Consultado 29 de octubre de 2017).

¹² Tesis Maestría en Educación - Universidad Pontificia Bolivariana. <http://eav.upb.edu.co/Tesismedn/ltesis.php> (Consultado 29 de octubre de 2017).

¹³ Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/> (Consultado 8 de noviembre de 2017).

Se estableció como criterio de búsqueda considerar únicamente las combinaciones de términos que arrojaron entre 0 y 200 resultados. Aquellas combinaciones con número de resultados superior a 200 fueron más refinadas.

Tabla 5. Relación de términos de búsqueda y cantidad de resultados arrojados por bases de datos y buscadores

Términos de búsqueda	Cantidad de resultados encontrados				
	Scopus	Scielo	Science Direct	Google Scholar	Total
intitle:matemáticas intitle:ingeniería intitle:TIC	0	0	0	1	1
Enseñanza matemáticas ingeniería TIC	0	1	0	-	1
Ingeniería intitle:geometría intitle:TIC	0	0	0	1	1
Ingeniería geometría TIC educación universitaria	0	0	1	-	1
allintitle: tic matemáticas universitarias	0	0	0	1	1
tic matemáticas universitarias	0	1	16	-	17
intitle:mathematics intitle: engineering intitle:ICT	0	0	0	7	7
Teaching mathematics engineering ICT	69	0	-	-	69
engineering intitle:geometry intitle:ICT	0	0	0	2	2
Engineering geometry ICT university education	4	0	-	-	4

Términos de búsqueda	Cantidad de resultados encontrados				
	Scopus	Scielo	Science Direct	Google Scholar	Total
allintitle: ict university mathematics	0	0	0	14	14
ict university mathematics	122	6	-	-	128
Total	195	8	17	26	246

Fuente: Elaboración propia

La suma de las cantidades registradas en la tabla 5 es 246 sin embargo el número de investigaciones rastreadas es menor, dado que varias de ellas aparecían en más de un criterio.

Posterior a la búsqueda, al revisar el material el número de publicaciones consideradas para el estudio de la revisión bibliográfica fue de 29, para esta selección se ha tenido en cuenta como criterio la relación con el tema del presente trabajo: El interés se ha centrado en investigaciones que hayan indagado con respecto a las caracterizaciones del uso de TIC por parte de los docentes para la enseñanza de matemáticas en ingeniería.

Tabla 6. Clasificación de publicaciones usadas para la revisión bibliográfica

Tipo de publicación	Cantidad de publicaciones en inglés	Cantidad de publicaciones en español	Cantidad total de publicaciones en la revisión bibliográfica
Artículos de revista	12	11	24
Tesis de maestría y doctorado	1	4	5
Total publicaciones	14	15	29

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 (artículos de revista) y en la tabla 8 (tesis de maestría y doctorado) se hace un recuento de las publicaciones encontradas que tienen mayor relación con el tema de la presente investigación:

Tabla 7. Artículos de revista rastreados en relación con las caracterizaciones del uso de TIC en el aula por parte de los docentes para la enseñanza de matemáticas en ingeniería.

Ámbito	Publicación	Autores	Ubicación	Año
2.1.1. Interna cional	Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies.	Margaryan, A., Littlejohn, A., & Vojt, G.	Reino Unido	2011
	Mediadores y mediadoras del aprendizaje. Competencias docentes en los entornos virtuales de aprendizaje	Menéndez, C.	Universidad de Oviedo, España	2012
	Las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría en la ESO. SUMA, 69, 37-48.	Peña, A.	IES Virrey Morcillo, España	2012
	An Investigation Into the Understanding and Skills of First-Year Electrical Engineering Students	Smaill, C., Rowe, G., Godfrey, E., & Paton, R.	Universidad de Oakland, Nueva Zelanda	2012
	Little experience with ICT: Are they really the Net Generation student-teachers?	So, H., Choi, H., Lim, W., & Xiong, Y.	Corea – Singapur	2012

Ámbito	Publicación	Autores	Ubicación	Año
	Estrategias de enseñanza para abatir la apatía del alumno de secundaria. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo ISSN: 2007-2619, (10).	Flores, I., González, G., & Rodríguez, I.	Centro De Estudios Universitarios De Baja California, Estados Unidos	2013
	An Investigation on ICT Application in Learning Mathematics among Engineering Technology Students	Maat, S. M., & Mohd, N.	Malaysian Institute of Information Technology (MIIT), Malasia	2013
	Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers	Sana, F., Weston, T., & Cepeda, N.	Estados Unidos	2013
	A software tool for available transfer capability teaching purposes.	Šošić, D. & Škokljević, I.	Belgrado	2013
	Using free open source software to teach mathematics: OPEN SOURCE SOFTWARE TO TEACH MATHEMATICS.	Botana, F., Abánades, M. A., & Escribano, J.	Universidad de Vigo. España	2014

Ámbito	Publicación	Autores	Ubicación	Año
	Disponibilidad y uso de TIC en escuelas latinoamericanas: incidencia en el rendimiento escolar.	Román, M., & Murillo, F.	Latino América	2014
	Dynamic Geometry Software Improves Mathematical Achievement: Systematic Review and Meta-Analysis.	Chan, K., & Leung, S.	University of Macau. China	2014
	El valor de las TIC en las estrategias de aprendizaje y su incidencia en el rendimiento. Educación XXI.	Valcárcel, A. G., & Tejedor, F. J. T.	Universidad de Salamanca, España	2015
	Características de las TIC para la enseñanza de las matemáticas: el estudio del cálculo vectorial.	García, M., & López, A.	México	2016
	Closing the gaps – Improving literacy and mathematics by ICT-enhanced collaboration.	Genlott, A. & Grönlund, Å.	Suecia	2016
	The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis	Sung, Y., Chang, K., & Liu, T.	Taiwan	2016

Ámbito	Publicación	Autores	Ubicación	Año
	«I'm The Same Teacher»: The Attitudes of Science and Computer Literacy Teachers Regarding Integrating ICT in Instruction to Advance Meaningful Learning.	Steiner, D., & Mendelovitch, M.	Israel	2016
	Reconsiderando las prácticas educativas: TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje	Falco, M.	Universidad Tecnológica Nacional. La Plata, Buenos Aires, Argentina	2017
	Quality of literature review and discussion of findings in selected papers on integration of ICT in teaching, role of mentors, and teaching science through science, technology, engineering, and mathematics (STEM)	Mudavanhu, Y	University of Exeter, Reino Unido	2017
Nacional	Diseño de una metodología para medir la brecha digital a partir del Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).	Suárez, A. R., Calier, F. R., & Aguilar, I. D. A.	Universidad de San Gil. Colombia	2014

Ámbito	Publicación	Autores	Ubicación	Año
Local	Uso de las NTIC para apoyar la enseñanza de la física básica para ingenieros: experiencia en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.	Aristizábal, D., Restrepo, R., Ramírez, C., Montoya, N., González, E., & Muñoz, T.	Universidad Nacional de Colombia, Medellín	2015
	MatemaTIC. Una experiencia de aula que integra las matemáticas y las TIC.	Zuluaga, J., Pérez, E., & Gómez, J.	Instituto San Carlos Lasalle, Medellín	2015
	Uso de las NTIC para apoyar la enseñanza de la física básica para ingenieros: experiencia en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.	Aristizábal, D., Restrepo, R., Ramírez, C., Montoya, N., González, E., & Muñoz, T.	Universidad Nacional de Colombia. Medellín	2015

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Tesis rastreadas en relación con las caracterizaciones del uso de TIC en el aula por parte de los docentes para la enseñanza de matemáticas en ingeniería.

Ámbito	Publicación	Autores	Ubicación	Año
Internacional	A Study on the Implementation of the Strengthening Innovation and Practice in Secondary Education Initiative for the preparation of Science, Technology, English and Mathematics (STEM) Teachers in Kenya to integrate Information and Communication Technology (ICT) in Teaching and Learning	Hooker, M.	Kenya	2017
Nacional	Exploración del impacto producido por la integración del ambiente de geometría dinámica (AGD) GeoGebra en la enseñanza de los cursos de matemáticas básicas de primer semestre de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira	Carranza, M.	Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira	2011
Local	La Práctica de Enseñanza de los Docentes que Culminaron el Momento de Apropriación Profesional de la Ruta de Formación Docente en TIC del municipio de Medellín.	Peláez, I., Tamayo, L., & López, H.	Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín	2012

	Usos de las TIC en las prácticas de enseñanza de los docentes de física del ITM y sus posibles mediaciones pedagógicas	Hoyos, A., & Palacio, M.	Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín	2012
	TIC: un instrumento en el aprendizaje de las matemáticas operativas de primer semestre en la Universidad de Antioquia, Seccional Suroeste	Suárez Restrepo, L.F.	Universidad de Antioquia. Municipio de Andes	2016

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las investigaciones rastreadas coinciden en que se ha presentado un incremento de recursos disponibles en las instituciones educativas en cuanto a software y hardware, al tiempo que hay desconocimiento por parte de los profesores de cómo usarlos para mejorar en el logro de los objetivos de aprendizaje (Genlott & Grönlund, 2016), (Menéndez, 2012).

Peña (2012) ha constatado con base en un estudio que involucró a 420 profesores de matemáticas, que la formación específica que estos reciben en TIC es insuficiente, dado que básicamente esta se limita a la ofimática, uso de Internet y correo. Por otro lado, también encontró que los profesores de matemáticas no rechazan las TIC en los procesos educativos, sino que, por el contrario, consideran que estas son convenientes para contribuir en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Reconocen los estudios la existencia de nuevas tendencias educativas centradas en el estudiante (Hooker, 2017), (Genlott & Grönlund, 2016), las cuales modifican el rol del docente que pasa de ser un expositor de los temas, a ser un orientador del proceso de aprendizaje, lo que conduce a una divergencia entre la percepción que se tiene de las necesidades educativas en cuanto al uso de las TIC en educación y la puesta en escena de éstas, ya que los intereses de los actores de los procesos educativos (administrativos y

docentes) están orientados hacia el proceso de aprendizaje de los estudiantes mientras que a la formación de los docentes para mejorar los procesos educativos con uso de las TIC no tiene la misma prioridad.

La formación de los docentes para usar las TIC y desenvolverse en entornos virtuales es necesaria para disminuir la brecha generacional. De acuerdo con Margaryan, Littlejohn, & Vojt (2011) y So et al.(2012), los docentes actuales son considerados inmigrantes digitales puesto que les correspondió pasar de una época en la cual las TIC (dispositivos y software relacionados) no existían o se encontraban en un estado incipiente, a la época actual, donde éstas han tenido un gran desarrollo y difusión, mientras los estudiantes son considerados como nativos digitales dado que las TIC han estado presentes a lo largo de su vida.

La diferencia generacional podría dar una explicación de por qué los docentes en general no aprovechan la potencialidad de las TIC y se limitan a usarlas como instrumento, por ejemplo para presentación de diapositivas (Hooker, 2017; Steiner & Mendelovitch, 2016), de modo que siguen una estructura tradicional que en la práctica poco difiere de la enseñanza sin uso de TIC.

Empíricamente se ha demostrado que el uso de TIC puede contribuir a la formación de los estudiantes, cuando éste está acompañado de un adecuado diseño pedagógico. Genlott & Grönlund (2016), encontraron que los resultados de los estudiantes que usaban TIC, en combinación con una estrategia pedagógica, tenían mejor desempeño en comparación con los estudiantes que no usaban TIC o que las usaban por su propia iniciativa pero sin contar con una adecuada orientación pedagógica.

Los autores (Mohd & Maat, 2013) concluyen con respecto a las TIC, que hacen más significativo e interesante el ambiente de aprendizaje de las matemáticas y que permiten integrar y evaluar habilidades y competencias más amplias para la vida de acuerdo con las condiciones del siglo XXI (Hooker, 2017).

Las posibilidades que ofrecen las TIC en la docencia son muy amplias, pero al tiempo son subutilizadas. De acuerdo con Alsina (2001), citado por Peña (2012)

Para la presencia y modernización de la enseñanza de la Geometría falta mucho por recorrer y no es en el currículo pre-escrito donde están hechas muchas cosas, es en las aulas donde se debe ver esta presencia y estas propuestas modernas. (p. 38)

El uso de TIC puede incidir en varios aspectos, por ejemplo, estas tienen la posibilidad de obtener mejores visualizaciones de los temas que se estudian, y sus representaciones. Flores, González, & Rodríguez (2013) en su estudio sobre estrategias para vencer la apatía en estudiantes de secundaria, han encontrado que los alumnos entienden mejor un tema cuando va acompañado de figuras visuales, lo cual puede lograrse con ayuda de recursos tecnológicos (computador, video beam, programas para simulación).

El uso de tecnología contribuye para lograr que los estudiantes tengan mayor motivación, interés y comprensión. Pizarro (2009), en este sentido, argumenta que las TIC tienen una incidencia positiva, pero hace énfasis en que “no depende solamente de la utilización de un software educativo, sino de su adecuada integración curricular, es decir, del entorno educativo diseñado por el profesor”. (p. 6)

En general la literatura identifica como positivo el efecto que han tenido las TIC en la enseñanza de las matemáticas ya que inciden en incrementar el interés y la motivación, permiten mayor claridad en algunas explicaciones, y son accesibles para estudiantes con diferentes fortalezas, dada la variedad de formas en que puede presentarse la información. También se identifican dos aspectos que deberían mejorarse, y están relacionados entre sí: la adecuada capacitación de los docentes en el manejo de las TIC, y el adecuado diseño de estrategias que permitan un aprendizaje efectivo.

Los resultados encontrados se clasificaron en el contexto internacional, nacional y local y son presentados a continuación:

2.1.2. Contexto internacional

El estudio de C6, Del Sastre, Panella, & Sadagorsky (2011), demostr6 que los profesores de la Universidad de C6rdoba (Argentina), encuentran 6tiles los programas computacionales para favorecer los procesos formativos, sin embargo, la formaci6n de los docentes, y la actitud que tienen frente a las TIC, no ha permitido una implementaci6n m6s profunda y efectiva de 6stas tecnolog6as.

La integraci6n de TIC en educaci6n implica un reto para el profesor, esta presenta

(...) una oportunidad para la revisi6n y transformaci6n de las pr6cticas educativas; el desaf6o para los profesores radica en c6mo generar una verdadera innovaci6n a partir de su inclusi6n. Esta innovaci6n posibilitar6 tambi6n, la revisi6n y modificaci6n de las formas de comprender no s6lo la ensefianza, sino tambi6n el aprendizaje en s6 mismo y los roles de los actores en las instituciones universitarias. (Falco, 2017, p. 61).

Las TIC, son recursos que pueden facilitar los procesos educativos, cuando su uso es estrat6gicamente planeado, para que estas cumplan un prop6sito.

Se encuentra en algunos reportes de investigaci6n (Steiner & Mendelovitch, 2016), que los docentes usan las TIC como instrumento, sin cambiar de fondo sus m6todos de ensefianza, es decir, usan las mismas estrategias de la ensefianza tradicional centrada en el docente, con herramientas nuevas, las cuales pueden ser de ayuda para mejorar los aspectos visuales en la presentaci6n de sus clases.

De acuerdo con Valc6rcel y Tejedor (2015), a partir de las estrategias cognitivas se promueve "un aprendizaje aut6nomo, independiente, realizado de manera que las riendas y

el control del aprendizaje vayan pasando de las manos del profesor a las de los alumnos, posibilitándoles la capacidad de planificar, regular y evaluar su propio aprendizaje”(p.4). Afirman además que “las tecnologías deberían permitir a los estudiantes, no solo “hacer las cosas mejor”, sino “hacer mejores cosas” (Reilly, 2005)”. (p. 17)

Las herramientas TIC son usadas de diversas formas con propósitos educativos en áreas de la matemática y la ingeniería, por ejemplo: como medio de comunicación a través de un blog (Ramos, Guerrero, & Guerrero, 2016), simulación de laboratorios (Peñas & Castro, 2010), (Sánchez, Dormido, & Morilla, 2000), representación de sistemas geométricos dinámicos (Ascheri, Pizarro, Astudillo, García, & Culla, 2014), realización de cálculos.

En la tabla 9 se hace una síntesis de algunos paquetes y programas de software libre que fueron mencionados en las investigaciones y usados como herramienta para la enseñanza de las matemáticas. En la tabla 10, se hace una presentación análoga, referida a software comercial, y en la tabla 11, se indican direcciones de sitios web que algunas investigaciones referenciaron como recurso para la enseñanza de las matemáticas.

Tabla 9: Software libre referidos en investigaciones, para la enseñanza de las matemáticas y la geometría

Paquete /Programa	Aplicación	Autores que lo referencian
Geogebra	Sistema de geometría dinámica (DGS)	(Carranza, 2011) (M. García & López, 2016)
Sage	Sistema Algebraico por computador	(Botana, Abánades, & Escibano, 2014)
Octave	Software para cálculos numéricos	(Hurtado & Orjuela, 2013)
Blender	Herramienta para realizar animaciones y gráficos tridimensionales entre otras utilidades	(M. García & López, 2016)
eXeLearning	Software libre que funciona como apoyo a los docentes para publicar contenido web	(M. García & López, 2016)

Paquete /Programa	Aplicación	Autores que lo referencian
Poly Pro	Visualización de poliedros	(Peña, 2012)
Clic	Diseño de evaluaciones	(Peña, 2012)
Hot Potatoes	Diseño de evaluaciones	(Peña, 2012)
Scilab	Programa para cálculos de álgebra lineal	(Rosales, 2012)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Paquetes y programas comerciales referidos en investigaciones, para la enseñanza de las matemáticas y la geometría

Paquete /Programa	Aplicación	Autores que lo referencian
Cabri	Geometría dinámica: Representaciones geométricas que pueden ser manipuladas	(Levicoy, Sánchez, & Mayorga, 2013)
Geometer's Sketchpad	Sistema de geometría dinámica para simulación de figuras geométricas que pueden ser manipuladas	(Barrera, 2015)
Matlab	Laboratorio de Matrices, realiza cálculos con matrices	(Vílchez, 2007)
Algebrator	Sistema algebraico por computador (SAC)	(C. Bravo & Javier, 2015)
Mathematica	Sistema algebraico por computador (SAC)	(Vílchez, 2007)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Páginas web referidas en investigaciones, para la enseñanza de las matemáticas y la geometría

Página	Aplicación	Autores que lo referencian
http://www.geometriadinamica.es/	Geometría Dinámica Funciones y Gráficas Probabilidad y Estadística Aritmética y Álgebra Investigaciones Problemas	(Peña, 2012)
https://www.thatquiz.org/es/	Evaluación sobre diversos temas de matemáticas	(Peña, 2012), (Estrella, 2015), (C. Bravo & Javier, 2015)
http://www.aplicaciones.info/decisionales/geoplax2.htm	Evaluación sobre geometría	(Peña, 2012)

Fuente: Elaboración propia

Botana, Abánades y Escribano (2014) afirman que el software de código abierto se utiliza de forma más eficiente en los procesos de educación en matemáticas y consideran que los principales sistemas de álgebra computacional (CAS) disponibles son de carácter comercial, lo que limita su acceso a estudiantes y docentes. García y López (2016) coinciden en tener un especial interés por el uso del software libre, eligieron su uso para la creación de materiales para el estudio del cálculo vectorial, de modo que los estudiantes tengan mayor facilidad de acceso.

La utilización de software para la enseñanza de las matemáticas ha contribuido a la mejor comprensión para los estudiantes y facilidad para la enseñanza para los docentes. Chan, y Leung (2014) concluyen que los resultados obtenidos en su investigación, apoyan la modificación de las prácticas educativas para incluir programas de geometría dinámica (DGS). Señalan los autores que los primeros DGS, como Cabri y Geometer's Sketchpad, no

fueron diseñados para la educación, pero en su desarrollo fueron influenciados por educadores, de modo que actualmente son programas ampliamente utilizados en procesos educativos.

El software para el estudio de las matemáticas en la actualidad es simple, de fácil manejo y cuenta con interfaces gráficas que hacen su uso intuitivo (Botana et al., 2014). Anteriormente, era necesario el manejo de códigos complejos para la utilización de los sistemas algebraicos por computador (CAS).

Las TIC permiten representar diversas situaciones, existe una tendencia a usarlas para mejorar la forma en que tradicionalmente se han explicado algunos conceptos, García y López (2016) elaboraron una animación a partir de “un ejercicio clásico de los libros de texto de cálculo vectorial para transformar ese ejercicio, en una situación interactivo” (p. 85), consistente particularmente en el estudio del movimiento de un balón de fútbol americano cuando es pateado por un jugador.

En las últimas décadas las TIC han hecho parte de las diversas actividades humanas, “la existencia, versatilidad y poder de las TIC hacen posible y necesario reexaminar qué matemáticas deben aprender los alumnos, así como examinar la mejor forma en que puedan aprenderlas”. (Castillo, 2008, p. 185)

En el contexto internacional se observa que las investigaciones han encontrado que los docentes tienen interés en la utilización de las TIC para llevar a cabo su labor, encuentran que las mismas pueden ayudar a una mejor comprensión, además de que permiten mayor actualidad en los programas de estudio y mayor vinculación con la vida cotidiana.

De forma recurrente, los investigadores (Comi, Argentin, Gui, Origo, & Pagani, 2017) han hallado que los recursos dedicados a la implementación de TIC en educación, se orientan básicamente a la compra y mantenimiento de equipos, mientras que la inversión en capacitación de docentes es menor. Lo cual contrasta con la evidencia obtenida en estudios

de investigación que demuestra que la eficiencia en los procesos educativos mediados por TIC depende de la adecuada planeación por parte de los profesores. (Comi et al., 2017; Falco, 2017)

En el ámbito internacional se observa en los investigadores una preocupación por el acceso a las TIC, en especial se hace referencia a las limitaciones que se tienen en América Latina, dado el bajo acceso que se tiene a estas, en comparación con lo que ocurre con los países desarrollados. En este mismo sentido, algunos investigadores se inclinan por la utilización del software libre, por encontrarse más al alcance del sector educativo.

2.1.3. Contexto nacional

Las investigaciones encontradas en el contexto nacional, revelan preocupación por la existencia de una brecha digital, referida a la dificultad de acceso a estas, Suárez, Calier, y Aguilar (2014) hacen referencia a las dificultades de acceso para la utilización de TIC para la enseñanza de las matemáticas. Su estudio apunta entre otros intereses a “mejorar la cobertura y la calidad de los servicios educativos, fortalecer la fuerza laboral en el uso de las TIC y promover el uso de contenidos educativos” (Suárez et al., 2014, p. 3).

Se encuentran diversas propuestas orientadas a la integración de las TIC en educación para la enseñanza de las matemáticas y la geometría, el Proyecto de Investigación Teach-Me de Uniminuto (Masmela & Forero, 2010), es una de ellas. En este proyecto se refiere el uso del net meeting, como herramienta de comunicación para la enseñanza del cálculo y describen los beneficios de su uso dada la posibilidad de establecer comunicación en tiempo real de forma remota.

El problema la pérdida de los cursos de ciencias básicas (Álgebra, geometría, cálculo), es tema de estudio en investigaciones, Carranza, M (2011) encuentra pertinente el uso de las TIC como ayuda para resolverlo, al tiempo que se logre una mejor comprensión

de las asignaturas. En la Actualidad, hay interés por crear estrategias que permitan afrontar problemáticas de la educación en la matemática universitaria, como lo son la adecuada comprensión de los conceptos, y el alto índice de mortandad académica. Las instituciones han invertido en mejorar su infraestructura tecnológica y los docentes se han esforzado por crear materiales con base TIC para contribuir al ejercicio de su labor.

2.1.4. Contexto local

El rastreo de investigaciones que hacen referencia a la utilización de TIC en las prácticas docentes en el ámbito local se refiere principalmente a trabajos de investigación realizados Medellín, aunque se incluyen resultados de otros municipios del departamento de Antioquia, ya que se tiene en cuenta que estas han sido originadas en las instituciones de la ciudad (Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín)

Experiencias de aula son realizadas con la intención de lograr mayor participación de los estudiantes (Zuluaga, Pérez, & Gómez, 2015), y relacionar las matemáticas, la tecnología y el aprendizaje, a través de una propuesta que involucra actividades en las cuales los estudiantes son los principales protagonistas.

Aristizábal et al.(2015) presentan un proyecto llevado a cabo en la Universidad Nacional, en el cual encontraron beneficios académicos y económicos al hacer uso de software para simulación de laboratorios de física y hardware para realización de mediciones. Describen como los estudiantes a través de la simulación logran el aprendizaje de los conceptos, también muestran que pueden obtener resultados con alta precisión con costos bajos.

Entre las investigaciones hechas como trabajo de grado en la maestría en educación, se encuentran algunas que han puesto su interés en el uso de TIC en las prácticas docentes.

Hoyos y Palacio (2012) han concluido que los docentes de física en el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM)¹⁴ siguen un método tradicional de enseñanza, y han introducido las TIC de forma instrumental: “las TIC son usadas como transmisoras de contenidos, aquí el rol del estudiante es el de ser un mero receptor y reproductor” (p. 145). Con la anterior apreciación, coinciden Peláez, Tamayo y López (2012) quienes encuentran que hace falta una mayor reflexión pedagógica para la incorporación de las TIC a las prácticas de enseñanza.

La revisión bibliográfica hecha para el estado de la cuestión muestra la vigencia del tema de la inclusión de TIC en las prácticas docentes un tópico de interés en el ámbito educativo. Se ha centrado la atención en la educación matemática, dadas las dificultades que la misma tiene, tanto en el proceso de enseñanza como en el de aprendizaje, en los cuales la comprensión de los temas y la adquisición de competencias promovidas por esta área es baja, lo cual se ve reflejado en los indicadores de aprobación de las asignaturas y de deserción (Ver sección 1.2.2, donde se presentan indicadores de la Universidad de Antioquia sobre estos aspectos).

En este sentido las TIC presentan potencialidades para la educación matemática, al reducir el tiempo y esfuerzo requerido para resolver operaciones de alta complejidad, realizar representaciones gráficas más precisas, dinámica e interactivas.

¹⁴ Institución universitaria pública de Medellín

2.2. Marco conceptual

A continuación, se hace una descripción de las categorías teóricas que permiten hacer el análisis de datos para responder a las preguntas que guían esta investigación, se han clasificado en dos dimensiones para su análisis: La pedagógica y la tecnológica.

La dimensión pedagógica comprende: matemáticas en la formación básica para ingeniería, prácticas docentes, estrategias didácticas, formación por competencias y mediación pedagógica. La dimensión tecnológica está constituida por las categorías: mediación tecnológica, usos de TIC, TIC en procesos educativos, posibilidades didácticas de las TIC, formación docente en TIC y software matemático. El texto a continuación corresponde a una construcción que permite tener un marco de análisis de la información para dar respuesta a las preguntas de investigación y dar cuenta del alcance de los objetivos de la misma.

2.2.1. Dimensión Pedagógica

Las siguientes categorías dan cuenta de los conceptos referidos a la dimensión pedagógica que fueron tomados como base para el análisis de los datos.

2.2.1.1. *Matemáticas en la formación básica para ingeniería*

De acuerdo con el diccionario de la lengua española, la ingeniería se define como el “Conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial¹⁵”. Las matemáticas hacen parte de este conjunto de conocimientos ya que son requeridas por los estudiantes para

¹⁵ Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. <http://dle.rae.es/?id=La5bCfD> (Consultado 2 de noviembre de 2017)

abordar el estudio de la física y de las asignaturas específicas de su plan de estudio, además de fomentar habilidades de pensamiento formal (J. Á. García, 2014; Morales, 2013) .

La formación en Ingeniería es una necesidad en los países en vía de desarrollo como Colombia, debido a diversas necesidades en cuanto a la solución de problemas relativos a la ciencia, tecnología e infraestructura que el país requiere. (Duque & Celis, 2012). La resolución número 2773 de 2003 del Ministerio de Educación Nacional considera que el área de ciencias básicas de Ingeniería “tiene su raíz en la matemática y en las ciencias naturales lo cual conlleva un conocimiento específico para la aplicación creativa en ingeniería”.(Ministerio de Educación Nacional, 2003, p. 3)

Ciertos conjuntos de conocimientos básicos deben ser estudiados en un programa de ingeniería, con fundamento en el campo de las matemáticas.

Se puede decir a grandes rasgos que esta formación incluye el estudio de las funciones de valor real en una y varias variables, el estudio de las estructuras de espacio vectorial, la introducción a la modelización con las ecuaciones diferenciales, así como también la programación lineal. (Melo, 2003, p. 60)

La educación en matemáticas, ciencia e ingeniería es prioridad en el mundo, en especial en países desarrollados, según lo explica Bosch et al. (2011):

Se requiere que los jóvenes adquieran una preparación integrada e interdisciplinaria de ciencias y matemática, particularmente para entender problemas complejos de ingeniería, biología, medio ambiente, propagación de enfermedades y epidemias, entre otros problemas (p. 133)

En síntesis, la importancia del estudio de las matemáticas en ingeniería se presenta por los siguientes aspectos:

- La construcción de un lenguaje común, que permita la comunicación entre pares de las disciplinas de la ingeniería, para describir situaciones problema y presentar procedimientos de cálculo y resultados con precisión y rigurosidad.
- La adquisición de conocimientos que son requeridos para el estudio y comprensión de temas correspondientes a los ciclos de formación específica en ingeniería.
- El fomento del pensamiento lógico y la capacidad analítica para desarrollar procedimientos paso a paso que conduzcan a la solución de los problemas propios de la ingeniería

2.2.1.2. *Prácticas docentes*

De acuerdo con (Juan Cruz, Malagón, Sánchez, & Serna, 2004), las prácticas docentes consisten en el “ejercicio que continua y habitualmente hace el docente y que tiene como objetivo propiciar el aprendizaje, posibilitar la transformación, la creación y la proyección humana y no se limita a lo ya instituido”(p. 19)

Se tratan de un conjunto de acciones, que son realizadas de forma recurrente e intencional para llevar a cabo la orientación de un proceso educativo, que dependen de una práctica discursiva, entendida como un conjunto de ideas que se adaptan a las condiciones de un determinado contexto histórico, geográfico, social y económico (Runge, 2002)

Las prácticas docentes son determinadas por el contexto del área del conocimiento que se enseña, Runge (2002) hace especial énfasis en la necesidad del saber histórico, que debe manejar el docente con respecto a la disciplina que enseña, lo que le permite llevar a cabo su práctica con criterios que conduzcan a una adecuada integración de los saberes que

imparte, a la formación de los estudiantes, de modo que el aprendizaje sea útil en relación con sus intereses y las necesidades y posibilidades del entorno.

A manera de ejemplo, la posibilidad de acceder a programas como Matlab u Octave (software para realización de cálculos), cambia las necesidades con respecto a la verificación de la solución de un sistema de ecuaciones. Antes de la disponibilidad de estos programas, los docentes debían hacer mayor énfasis en la orientación de los estudiantes para desarrollar destreza en la solución y verificación manual, esas habilidades son menos requeridas hoy en día, por lo que los docentes deben centrar sus intereses en otros aspectos, como la interpretación de resultados o la solución de problemas con mayor complejidad.

El ejercicio docente requiere que el profesor tenga claridad en cuanto al contexto de la asignatura que imparte, para lograr el interés de los estudiantes y su consecuente aprendizaje. El docente cuando realiza el ejercicio de la enseñanza transforma en práctica las ideas que él tiene en cuanto a lo que él considera importante tanto en el aspecto metodológico como en el conceptual.

2.2.1.3. *Estrategias didácticas*

Se entienden como acciones orientadas a la interrelación de los estudiantes con el objeto de estudio, y que tienen como objetivo la identificación de los saberes previos y la construcción de nuevos conocimientos. De acuerdo con Feo (2010), citado por Guisado (2014)

Las estrategias didácticas se definen como los procedimientos (métodos, técnicas, actividades) por los cuales el docente y los estudiantes, organizan las acciones de manera consciente para construir y lograr metas previstas e imprevistas en el proceso enseñanza y aprendizaje, adaptándose a las necesidades de los participantes de manera significativa (p. 16)

El diseño de estas constituye un reto para la creatividad del docente, con el fin de que se logren crear ambientes propicios para acercar a los estudiantes al nuevo conocimiento. Díaz Barriga y Hernández (2002) clasifican las estrategias didácticas como estrategias de enseñanza (centrado en el profesor) y estrategias de aprendizaje (centrado en el estudiante).

Con esa clasificación coincide Picado (2001), quien las entiende como estructuras de actividades que hacen reales los objetivos y contenidos, para la autora, son análogas a las técnicas. Díaz Barriga y Hernández (2002), definen las estrategias de enseñanza desde un enfoque constructivista, en el cual la enseñanza es considerada como un proceso de ayuda para que los estudiantes adquieran aprendizajes significativos.

Aunque la enseñanza es responsabilidad del docente, es un proceso conjunto de intercambio con los estudiantes y con las circunstancias del entorno educativo, que es único e irreplicable para cada grupo de docente – estudiantes – entorno, por lo cual no existe una forma de enseñar única que sea efectiva en todos los escenarios, y del mismo modo, el hecho de que la forma de enseñanza sea efectiva en algún caso no es garantía de que pueda ser útil en cualquier otro caso.

En concreto, las estrategias de enseñanza son procedimientos utilizados por quien enseña, en forma reflexiva y flexible, con el objetivo de promover en los estudiantes aprendizajes significativos. De forma que deben ser concebidas como mecanismo de ayuda para el aprendiz en quien está centrado el proceso de aprendizaje. Son decisiones que se toman con intencionalidad pedagógica en coherencia con los objetivos de aprendizaje, para incidir en el proceso formativo y que derivan en acciones que se ejecutan de forma secuencial, organizada y que mantengan una consistente interrelación entre ellas.

2.2.1.4. *Formación por competencias*

La formación por competencias es una tendencia actual, en la cual el proceso educativo se centra en el estudiante y que tiene implícita la necesidad de repensar la forma en la que se imparte la educación, en la cual se requiere el análisis del sector productivo para “identificar las funciones que tienen que desarrollar los individuos para satisfacer las misiones de una organización” (MEN, s. f., párr. 5).

En Colombia, a partir de la ley 115 de 1994 se define la educación como un proceso de formación permanente, personal, cultural y social. (Salas, 2005), de acuerdo con lo cual la visión de la educación está orientada a la formación de las personas de manera integral y por lo tanto no está limitada a la instrucción específica.

Bajo este modelo, se procura porque los estudiantes se formen como líderes transformadores de la sociedad (Salas, 2005), y por tanto deben conocerla, conocer sus problemas y sus contextos y tener habilidad para la construcción de un aprendizaje autónomo, es decir requiere aprender a aprender. Concluye Salas (2005), que la definición de competencias puede resumirse en un “saber hacer en un contexto dinámico de un sujeto con capacidad de creatividad, adaptación y asimilación de lo nuevo, en situaciones concretas”(p. 6).

Es un reto para el profesorado la introducción de este modelo educativo, en la que se le protagonismo el estudiante y este evidencie a través de productos y/o resultados, su aprendizaje en el proceso de interacción con el docente y sus pares, dado que históricamente la enseñanza se fundamenta en contenidos y está centrada en el docente. Superar este reto, promoverá una educación que forme individuos con capacidades para resolver situaciones reales de su contexto de práctica profesional.

En cuanto a las competencias docentes se consideran en este trabajo, las indicadas por el ISTE (2017), que se sintetizan en la figura 2

Figura 2: Estándares docentes en TIC según ISTE



Fuente: Estándares ISTE para docentes. (ISTE, 2017)

2.2.1.5. *Mediación pedagógica*

La mediación pedagógica se refiere a las prácticas metodológicas y teóricas orientadas a la promoción del aprendizaje (Gutierrez & Prieto, 1994). Se identifican tendencias orientadas a una educación centrada en el aprendizaje, en lugar de una centrada en contenidos, en un aprendizaje reproductivo en el cual se busca que los estudiantes repitan lo que se les ha instruido. En este sentido, la educación debe ser un proceso atrayente, motivante a los estudiantes, que despierte su interés y curiosidad (Gutierrez & Prieto, 1994), en este sentido, a través de la mediación pedagógica, los estudiantes son el centro del modelo educativo, su objetivo es que aprendan en relación con su contexto y que sean responsables de su aprendizaje.

La categoría mediación pedagógica comprende las actividades destinadas al logro de las metas de aprendizaje: elaboración de los materiales, la planeación, ejecución y evaluación de la práctica educativa. El conocimiento es adquirido constantemente por los seres humanos, a través de su interacción con el entorno. No es un fenómeno ni exclusivo del aula, sino que se produce en diversas circunstancias. Por tanto, cuando un proceso formativo es llevado a cabo de forma intencionada, este puede y debe darse de una forma integrada a la cotidianidad del sujeto que aprende y no de forma aislada, es decir, hay mayor efectividad y un aprendizaje significativo cuando el aprendiz está en capacidad de relacionar el objeto de estudio con su propio entorno.

2.2.2. Dimensión Tecnológica

Los conceptos referidos a la dimensión tecnológica de la enseñanza de las matemáticas universitarias son descritos a continuación:

2.2.2.1. Mediación tecnológica

Las nuevas tecnologías permiten la incorporación de prácticas diversas en las actividades intelectuales humanas, lo cual implica ampliaciones y modificaciones en los campos de estudio (Álvarez et al., 2017), que incluso ocasionan que los límites de los campos disciplinares se hagan difusos. En el caso de la geometría vectorial, las herramientas TIC pueden usarse para representar situaciones de complejidad mayor, de modo que la combinación entre una buena comprensión conceptual y el apoyo en la tecnología brinda la posibilidad de acceder a modelos útiles que no serían accesibles sin éstas últimas, entre los cuales se encuentran los de sistemas de potencia (Grainger & Stevenson, 1996), de las gráficas dirigidas (Kolman & Hill, 2006), y de los económicos (Grossman & Flores, 2012)

La mediación tecnológica permite optimizar recursos y hacer los procesos más ágiles como la comunicación y la organización de la información, que puede lograrse a través de los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS del inglés Learning Management System) los cuales se han extendido mundialmente gracias a sus posibilidades para compartir recursos y administrar actividades evaluativas (H. Rodríguez, Restrepo, & Aranzazu, 2014).

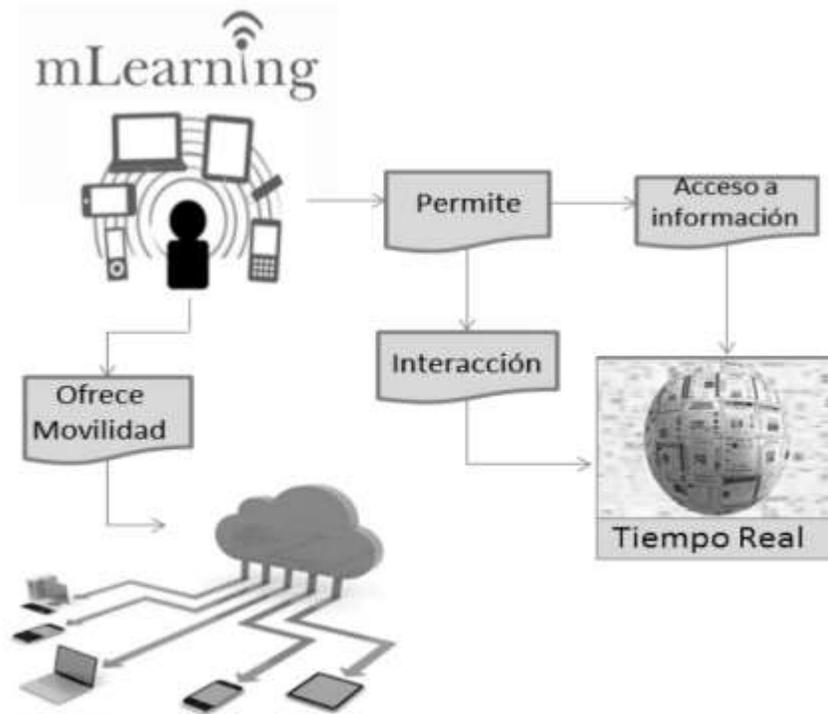
El uso de las tecnologías no sustituye la intervención humana, por el contrario, ésta es indispensable dado que aspectos relacionados con la validez y la integración teórica y metodológica la requieren. Las TIC permiten ampliar las posibilidades de aprendizaje porque a través de ellas se pueden generar o facilitar interacciones entre los sujetos del proceso educativo, que incluso sobrepasan las barreras espacio-temporales gracias a la posibilidad de comunicarse a través de recursos multimedia y de forma asincrónica. (Vílchez, 2007).

Las tecnologías como las tabletas o los teléfonos móviles dan cabida a los escenarios de aprendizaje desterritorializados, conocidos como m-learning (Orozco, Montoya, Felix, & Mena, 2013), que dan la posibilidad de acceder a la información en todo momento y lugar. El aprovechamiento de este escenario para la formación, como en general para la incorporación de las TIC en educación, está asociado a las estrategias didácticas diseñadas para su uso eficiente. Orozco et. al. (2013). Indican que se requiere innovación docente y flexibilidad en los procesos educativos para la adecuada mediación tecnológica en educación.

La

figura 3, sintetiza los elementos del m-learning, donde se resaltan como características el acceso a la información y la movilidad.

Figura 3: Elementos que intervienen en el m-learning



Fuente: El m-Learning como soporte para la construcción de conocimiento en la enseñanza de las ciencias.
(Orozco et al., 2013)

Zapata-Ros (2012) hace énfasis en la alta probabilidad de éxito que tiene el aprendizaje ubicuo (u-learning) entendido como una forma más amplia del m-learning, donde se considera que los dispositivos móviles son instrumentos que contribuyen a la formación en todo lugar en los contextos y cotidianidad del aprendiz. Este éxito se debe a la generalización de los dispositivos móviles, los cuales tienen una muy amplia difusión, de modo que hay muchas personas que disponen de esta tecnología.

El uso de las nuevas tecnologías en todos los ámbitos está limitado por la habilidad y competencia de los usuarios: En el caso del ejercicio de la docencia, se espera del profesorado que domine tanto el saber disciplinar que imparte, como la práctica pedagógica orientada a un aprendizaje eficaz de la misma, pero esto no necesariamente significa que tenga destreza en la utilización de recursos TIC que puedan aplicarse en el proceso de formación.

En cualquier caso, la introducción de nuevas tecnologías requiere de un proceso de familiarización, que resulte finalmente en un uso que conduzca al logro de los objetivos que se persiguen, de manera que se superen posiciones extremas por un lado de rechazo, donde los docentes se apegan a las prácticas tradicionales y se resisten a los cambios causados por las TIC y por otro de dependencia, donde los docentes se apeguen de tal forma a las TIC, que se pierda el objetivo final de la formación.

La utilización de las TIC en los procesos educativos debe hacerse de una forma planeada, para promover el aprendizaje. En ocasiones ocurre que los profesores las utilizan de cierta manera obligados con el fin de usar los recursos que la institución para la que laboran y sin tener una finalidad clara, orientada al logro del aprendizaje de los estudiantes (Steiner & Mendelovitch, 2016). Los recursos TIC pueden tener un impacto positivo en cuanto a la organización y procesamiento de información: En ciertos casos la cantidad de datos que se deben manejar, por ejemplo, en un proceso de investigación, puede ser enorme, lo cual dificulta la tarea del investigador, y lo obliga a que enfoque sus esfuerzos en tareas rutinarias, en lugar de aprovechar sus conocimientos específicos para la obtención de resultados. (Álvarez et al., 2017).

En este sentido las TIC son de utilidad, ya que pueden realizar las tareas operativas y rutinarias, de tal manera que la intervención humana sea mejor aprovechada, para dedicar su capacidad a los asuntos que son de mayor interés y en los cuales no puede ser sustituida por una rutina computacional. La mediación tecnológica está presente en la adaptación de software con propósitos generales a aplicaciones específicas, o bien por la utilización de software diseñado concretamente para el área de estudio. Como ejemplo del primer escenario, en la enseñanza de la geometría, las hojas de cálculo como Excel pueden utilizarse como herramienta para la solución de ejercicios. O bien ese mismo propósito puede conseguirse mediante la utilización de software diseñado para el estudio de las matemáticas como Geogebra, Máxima o Winplot.

2.2.2.2. *Usos de TIC*

Por usos de acuerdo con el grupo de investigación de enseñanza en ambientes virtuales (EAV), forman parte de un sistema de prácticas de un actor que implica interacción con otros sujetos en un contexto, un espacio y un tiempo (Giraldo & Alvarez, 2009). El uso de las TIC en los procesos de enseñanza puede ser herramientas de clase, material para el aprendizaje o agentes de cambio.

Hernández, Acevedo, Martínez, y Cruz (2014) afirman que de acuerdo con la experiencia empírica, en el uso de TIC en educación, “se privilegia el aspecto técnico sobre el pedagógico”(p. 3). Observan los autores que es insuficiente dotar a la comunidad educativa con infraestructura que les permita tener acceso a las TIC, y que debe fomentarse la articulación que permita el logro de los objetivos misionales de las instituciones educativas. En este sentido, Caicedo y Rojas (2014) han encontrado que “no es suficiente con incluir herramientas tecnológicas a las prácticas pedagógicas, sino que es necesario incorporarlas desde una clara comprensión de los factores que intervienen en el aprendizaje”(p. 521).

El mayor provecho de las TIC puede obtenerse cuando hay una adecuada intencionalidad al hacer uso de sus características: “la interactividad (relación entre el usuario y la información), el dinamismo (posibilidad de variaciones espacio-temporales), la hipertexto (la no linealidad de la organización de la información) y la multimedia (la posibilidad de distintos formatos de representación de la información)”. (Caicedo & Rojas, 2014, p. 520).

Las barreras para la inclusión de TIC en procesos educativos es un tema que ha interesado a varios investigadores (Caicedo & Rojas, 2014; González & De Pablos Pons, 2015; L. Hernández et al., 2014). Un hallazgo recurrente en estas investigaciones, como lo enuncian González y De Pablos (2015) , es que las limitaciones dependen de características

externas al profesor como la disponibilidad y apoyo, y otras que son internas a él como su capacitación, percepción y actitud.

En el mismo sentido, Caicedo y Rojas (2014) afirman que la incorporación de las TIC en educación depende de dos factores: las creencias de los profesores con respecto al uso de TIC y las condiciones técnicas. El primero de estos intrínseco al profesor y el segundo externo a él. En cuanto al primer factor, observan que hay una evolución hacia la aceptación de las TIC, pues los profesores valoran como positivo el impacto que pueden tener en los procesos de aprendizaje.

2.2.2.3. *TIC en procesos educativos*

De acuerdo con la Ley colombiana 1341 de 2009 referente a conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de Información y Comunicación, las TIC son definidas como: “el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, vídeo e imágenes”. («Ley 1341 de 2009 - Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones», 2009, p. 4).

La percepción del mundo es afectada por las posibilidades que tiene el entorno, Scolari (2008) afirma “La percepción de la distancia en el Imperio Romano era distinta a la del siglo XIX: cien kilómetros a caballo o a pie no son lo mismo que cien kilómetros en tren”(p. 273) con lo cual hace referencia a la condensación del tiempo y del espacio ocasionada por la tecnología -en particular por las TIC-, también observa: “Enviar una carta por correo en el siglo XIX implicaba esperar su respuesta durante varias semanas o meses...”(p. 275), mientras en la actualidad las distancias espacio temporales se han comprimido debido a las posibilidades de intercambiar información mediante texto, imagen, voz y video mediante el uso de las telecomunicaciones.

2.2.2.4. *Posibilidades didácticas de las TIC*

Las TIC eliminan las barreras de tiempo y espacio, de modo que permiten acceso a una cantidad, en la práctica, ilimitada de información, en la cual se generan nuevos escenarios comunicativos a partir la virtualidad, que hacen posible el desarrollo del autoaprendizaje y el aprendizaje colaborativo, lo cual promueve en los estudiantes la adquisición de la habilidad de aprender a aprender. La utilización de las TIC en el ámbito educativo puede ser más amplia que su utilización de forma instrumental y caracterizarse por su pertinencia y por su coherencia con las condiciones sociales, culturales y económicas del entorno, y requieren de la actualización y formación permanente de los docentes. Se toma como referencia a Cabero, J.(2007), para resaltar las siguientes características de las TIC:

- Inmaterialidad basada en información expresada en diferentes formas (texto, audio, imagen, etc.)
- Penetración en todos los sectores (culturales, económicos, educativos, industriales...)
- Interactividad: permite al estudiante tener una participación activa, lo cual puede ser considerado conveniente de acuerdo con las tendencias actuales en educación las cuales favorecen las estrategias centradas en el estudiante.
- Ruptura de la linealidad expresiva: Implica un cambio en la posición de autoridad del docente, la cual era alta en ausencia de fuentes de información. Las TIC dan la posibilidad de que los estudiantes accedan a diferentes fuentes
- Potenciación de audiencia segmentaria y diferenciada. Las TIC dan mayor posibilidad de dirigirse a audiencias y segmentos específicos

- Instantaneidad. Alta rapidez de divulgación de la información

Las TIC modifican las condiciones en que la actividad educativa se desarrolla, y generan un gran cambio con respecto al proceso educativo. En el pasado, el docente era, en muchos casos, prácticamente la única fuente de información disponible. Con la penetración de las TIC, las posibilidades de acceso a la información son muy amplias, lo cual cambia los desafíos: ahora la disponibilidad de la información no es el problema. El problema consiste en hacer un correcto manejo de la misma, y en especial en el discernimiento en cuanto a la confiabilidad de la información, dado que el crecimiento de la información se ha dado tanto en la que es válida y confiable como en la que es errónea, equivocada o no verificable.

2.2.2.5. *Formación docente en TIC*

La adecuada formación en TIC se reconoce como necesaria para obtener el mayor provecho posible de estos recursos: “Para que la educación pueda explotar al máximo los beneficios de las TIC en el proceso de aprendizaje, es esencial que tanto los futuros docentes como los docentes en actividad sepan utilizar estas herramientas”. (Unesco, 2004, p. 5). Una revisión bibliográfica hecha por (Llorente, 2008) a propósito de la formación de docentes en TIC presenta las siguientes conclusiones, las cuales se presentan como características comunes en los documentos que referencia:

- Hay una tendencia general en el profesorado para autoevaluarse como que no se encuentran capacitados para utilizar las TIC que tienen a su disposición en las instituciones educativas.
- Se encuentran formados para manejarlas técnicamente, si bien su grado depende de la novedad de la tecnología.
- Afirman que las manejan en su domicilio, pero no en las instancias educativas.

- Indican poseer poca formación para incorporarlas en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Su formación es menor conforme es más novedosa.
- Poseen menos formación para el diseño y la producción de medios, que para su utilización didáctica.
- Independientemente de variables como la edad y el género, por lo general, el profesorado muestra gran interés por estar formado para la utilización de estos instrumentos didácticos. Aunque como es lógico, por lo mismo que pasa en otras variables, el profesorado más joven se encuentra más preocupado por su incorporación, utilización y formación, que los de más edad.
- Y admiten que no han recibido una verdadera cualificación a lo largo de sus estudios, para incorporarlas a su práctica profesional. (Llorente, 2008, p. 122)

De acuerdo con Llorente (2008), la formación de docentes en TIC contempla dos dimensiones en cuanto a su vinculación:

- La primera con el aspecto pedagógico
- La segunda con el aspecto disciplinar

Como referente internacional, la UNESCO define los Estándares de Competencias en TIC para Docentes (ECD-TIC), en las que se establecen criterios en cuanto a nociones básicas de TIC, profundización del conocimiento y generación de conocimiento que deben tener los docentes las cuales se presentan en la figura 4.

Figura 4: Estándares de Competencias en TIC para Docentes (ECD-TIC)



Fuente: UNESCO. (2008a, p. 9)

2.2.2.6. *Software matemático*

Existen diversos tipos de software matemático o software para la enseñanza de las matemáticas, los más utilizados son sistemas de cálculo simbólico (SCS) o Sistemas de Álgebra Computacional (CAS) y sistemas de geometría dinámica (DGS). Entre los SCS y CAS, se encuentran Derive, Mapple, Mathematica, Matlab y Máxima, que son paquetes de programas y librerías con alta capacidad para resolver cálculos complejos (Carranza, 2011). Están basados en la introducción de comandos y se basan en matemática simbólica y permiten obtener resultados de forma muy ágil, en particular son útiles para realizar cálculos grandes, como ejemplo en el estudio de la geometría vectorial y analítica, en el tema de

solución de sistemas de ecuaciones lineales, se acostumbra a desarrollar ejemplos con sistemas pequeños máximo 4×4 (4 ecuaciones, 4 incógnitas). Paquetes como Octave o Matlab, ayudan a resolver ejercicios análogos, pero de orden mucho mayor. Estos programas pueden resolver un sistema 20×20 o 50×50 (o incluso mayor) en segundos. Tal resolución a mano es un ejercicio excesivamente dispendioso.

Los DGS incluyen Cabri, Geometer's Sketchpad y Geogebra, programas que funcionan con base en una interfaz gráfica, para obtener representaciones y resultados geométricos. La utilización de estos programas puede facilitar el proceso de enseñanza de las matemáticas. De acuerdo con Rosales (2012) le brindan al profesor la posibilidad de explicar temas “que de otra forma quedarían en un nivel de abstracción difícil de asimilar por muchos estudiantes en un tiempo breve”. (p. 23). Agrega Rosales (2012) que, al usar un programa potente y sencillo, se logra una motivación en los estudiantes, dado su dinamismo e interactividad.

Los paquetes y programas mencionados son versiones de escritorio (se instalan en el computador). Además de ellos, existen y son ampliamente utilizadas aplicaciones on-line como symbolab y Wolframalpha las cuales requieren de conexión a Internet para su funcionamiento y tienen las mismas capacidades de los CAS. La implementación del uso de software educativo adquiere, gran importancia, en la renovación de la educación universitaria tradicional, que requiere un apropiado diseño por parte de los docentes para lograr sacar el máximo provecho de estas herramientas

Capítulo 3. METODOLOGÍA

El diseño metodológico del presente proyecto de investigación se fundamentó para dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿De qué manera las TIC han afectado las prácticas de enseñanza de los docentes que ofrecen el curso geometría vectorial y analítica en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia?, se indaga por un campo de la realidad del ámbito educativo y los sentidos y significados que tienen para los sujetos de estudio, las TIC en la enseñanza de una asignatura perteneciente al ciclo de formación básica en ingeniería en un escenario concreto.

Esta investigación asumió un enfoque cualitativo, pretendió llevar a cabo la caracterización de las prácticas docentes del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, con la incorporación de TIC, en tanto quiere comprender cómo dichas prácticas han afectado el desarrollo de competencias básicas y específicas en quienes participan en este proceso. El proyecto indaga cómo son usadas las TIC en la enseñanza para el aprendizaje, si se han transformado dichas prácticas, es decir, si a partir de ellas ha mejorado el desempeño de los estudiantes a través de la inclusión de estos dispositivos y software, para con ello identificar el impacto que han tenido en el proceso de enseñanza de la asignatura en aspectos, como la planeación del curso, la ejecución en clase, la orientación del trabajo independiente de los estudiantes, la administración de material académico, la evaluación, la gestión de notas y en general las actividades realizadas con el propósito de llevar a cabo el proceso de enseñanza para el aprendizaje y el desarrollo de competencias.

El enfoque cualitativo, de acuerdo con Sandoval (2002), se caracteriza por no aislar el objeto de estudio, sino que lo investiga al tener en cuenta su entorno, con lo cual se logra una comprensión particular del mismo. Es pertinente para la presente investigación, porque justamente es lo que se quiere conocer con respecto a las prácticas de enseñanza de la geometría vectorial y analítica: cómo éstas son implementadas en el contexto particular de la

Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia de acuerdo con el contexto de la población de estudio que se describió en el planteamiento del problema.

Los procesos de investigación cualitativa son flexibles y abiertos, en cuanto a que se adaptan a las condiciones del fenómeno que se estudia, son iterativos y además habitualmente, combinan varios métodos y técnicas, por lo cual “cada estudio cualitativo es por sí mismo un diseño” (R. Hernández, Fernández, & Baptista, 2014a, p. 470). La presente investigación asumió el enfoque metodológico del interaccionismo simbólico, el cual tiene como uno de sus objetivos comprender los fenómenos a partir de las interacciones entre los individuos con su contexto (R. Hernández et al., 2014a; Sandoval, 2002). Se pretende interpretar las prácticas docentes con la inclusión de TIC en la enseñanza de los docentes de la asignatura geometría vectorial y analítica, de acuerdo con los significados que tienen para los sujetos.

El presente trabajo investigativo, ubica a los profesores del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, en el rol de sujetos sociales que construyen significados de sus prácticas a partir de las interacciones con el objeto de conocimiento que enseñan y las mediaciones que establecen para promover la construcción del conocimiento y el desarrollo de competencias en los sujetos que aprenden, en las mediaciones están incluidas las TIC articuladas con las condiciones particulares de contexto que ofrece la Universidad de Antioquia.

Desde la perspectiva que se aborda este estudio, “Todas las conductas deben entenderse a partir la perspectiva de los participantes”.(Sandoval, 2002, p. 85) Es decir, se requiere conocer cuál es para los docentes el significado del objeto que enseñan con el uso o no de las TIC para la formación en competencias de los futuros ingenieros, y como estos dispositivos y software han afectado sus prácticas de enseñanza.

La teoría fundada (o teoría fundamentada, término proveniente del inglés: grounded theory) es la guía conceptual de este estudio: “Al emplear la teoría fundada, el propósito

primario es generar modelos explicativos de la conducta humana que se encuentren apoyados en los datos. La recolección de información y su análisis tiene lugar de manera simultánea” (Sandoval, 2002, p. 84). La teoría fundada, propuesta en 1967 por Barney Glaser y Anselm Strauss (Sandoval, 2002; Restrepo, 2013; R. Hernández et al., 2014a), como guía conceptual busca generar nuevas categorías a través de análisis constante de los datos a la luz del marco conceptual, estas se evidencian en las categorías emergentes en la última fase del análisis de datos y presentación de resultados.

La propuesta metodológica de la teoría fundada permite describir de una manera abierta y dinámica la realidad social. Desde la praxis investigativa, según Sandoval (2002), la teoría fundada sugiere estrategias para implementarla: problematización constante de los datos a partir de las preguntas de investigación, un procedimiento de codificación sistemática y la presentación de hallazgos y/o categorías emergentes. El análisis de los datos en la teoría fundada es llevado a cabo en tres fases de codificación: la descriptiva, en la cual se registran las categorías presentes a partir de los datos recolectados, la axial, en la cual se establecen relaciones entre las categorías identificadas en la fase anterior, y finalmente la selectiva, donde se reconoce la categoría central del estudio, y se profundiza en la comprensión para explicar el fenómeno que se ha abordado.

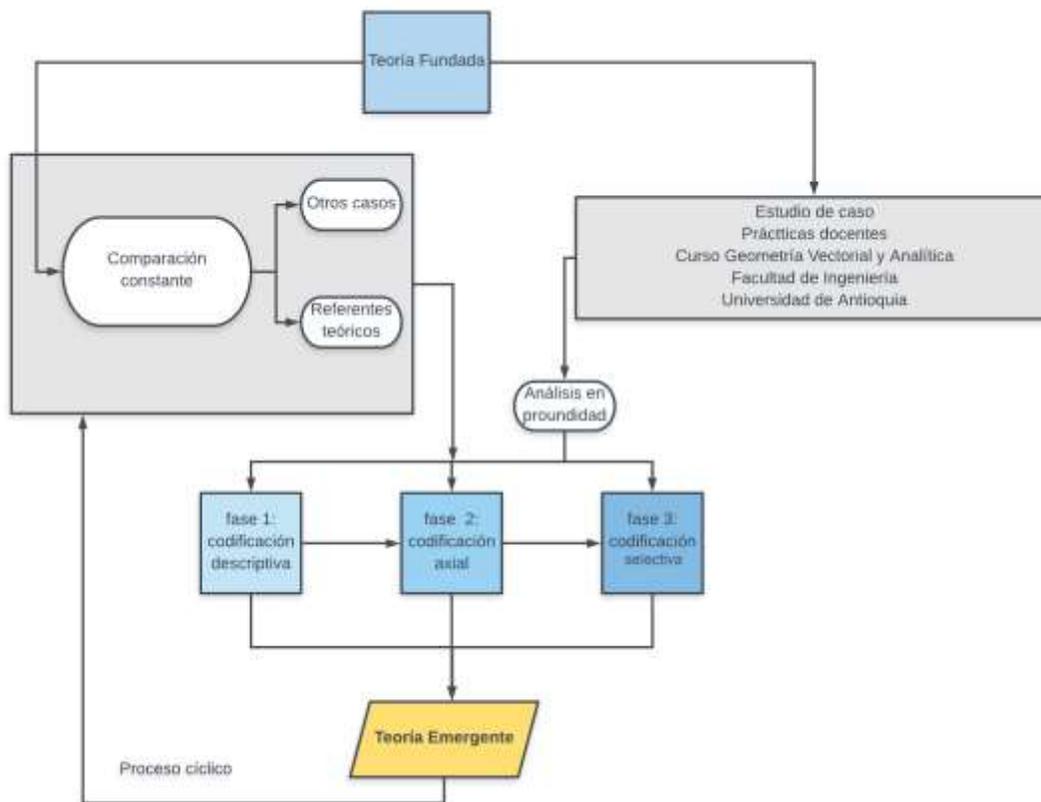
El presente trabajo consiste en un estudio de caso, que “se centra en la descripción y el examen o análisis en profundidad de una o varias unidades y su contexto de manera sistémica y holística”.(R. Hernández, Fernández, & Baptista, 2014b). El caso es la unidad de análisis que, para el presente proyecto de investigación, está constituido por las prácticas de enseñanza de los docentes del curso presencial de geometría vectorial y analítica en el contexto de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia.

Se ha considerado oportuno este contexto como estudio de caso, ya que la asignatura (geometría vectorial y analítica), la facultad de ingeniería y la Universidad de Antioquia, son un referente para la educación superior a nivel nacional, dado que se trata de la institución

que atiende al mayor número de estudiantes en el departamento de Antioquia y es una de las Universidades más prestigiosas del país («Colombia | Ranking Web de Universidades», s. f.).

Las características de este estudio han conducido a un diseño en el cual se lleva a cabo el tratamiento de datos de acuerdo con la teoría fundada (figura 5)

Figura 5: Proceso cíclico, estudio de caso orientado por teoría fundada



Fuente: Elaboración propia

3.1. Población

La población de estudio de esta investigación está constituida por los 23 profesores que sirvieron el curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia durante el semestre 2018-1, los cuales tienen vinculación con la Universidad de Antioquia como profesores de cátedra. La población está definida de esta manera en tanto se busca caracterizar las prácticas docentes para enseñar esta asignatura con la inclusión de TIC.

3.2. Muestra

El diseño metodológico de esta investigación basado en la teoría fundada implica llevar a cabo un muestreo teórico en el cual “la recolección de los datos y la teoría que está “brotando” van indicando la composición de la muestra” (R. Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, p. 471).

La recolección de datos se realizó mediante dos instrumentos: encuesta y entrevista. De modo que las muestras para cada uno de ellos fueron las siguientes:

Para el instrumento de la encuesta se solicitó su respuesta a la totalidad de los 23 docentes que ofrecieron la asignatura geometría vectorial y analítica para los programas presenciales de la facultad de ingeniería durante el semestre 2018-1. La muestra estuvo constituida por 18 docentes, que accedieron a dar respuesta a la misma.

El instrumento de la entrevista fue aplicado a una muestra constituida por 6 docentes, los cuales brindaron información suficiente para dar respuesta a la pregunta de investigación, en concordancia con los alcances del proyecto y el diseño metodológico con el cual éste fue orientado. Fueron escogidos a partir de los resultados de la encuesta de acuerdo con los siguientes criterios de selección

- Docentes con experiencia específica en la Universidad de Antioquia y en la orientación del curso geometría vectorial y analítica para la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia: Se seleccionaron docentes que tuviesen el curso a cargo por al menos 3 semestres. Se consideró este criterio, ya que esta característica implica el conocimiento por parte de los docentes del contexto particular de enseñanza, las condiciones locativas y de dotación.

- Docentes que representaran diversidad de género y edad. En particular de forma intencionada se incluyó en esta muestra el docente con mayor experiencia entre los encuestados.

Dado que la población de los 23 docentes está constituida por 5 mujeres y 18 hombres, la muestra incluyó 2 mujeres y 4 hombres.

- Docentes que voluntariamente accedieron a participar como sujetos de investigación.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Para acceder a los datos que permitieron dar respuesta a la pregunta de investigación a partir de la realidad de los sujetos de estudio y las interacciones y mediaciones que establecen en el ámbito de la enseñanza de la geometría vectorial y analítica, se usaron dos técnicas así:

- Una encuesta en línea donde se indagó por las características de los docentes y por sus prácticas en la cual se tomaron como referente los objetivos de investigación y las categorías teóricas establecidas en el marco referencial.

- Entrevista semiestructurada, en las que se identificaron las prácticas de los docentes de geometría vectorial y analítica con la inclusión de TIC y sus posibilidades para desarrollar competencias básicas y específicas en los estudiantes de ingeniería y cómo la incorporación de TIC ha implicado transformaciones en dichas prácticas.

3.3.1. Encuesta

A través de la técnica de encuesta se indagó las características individuales de formación, experiencia en docencia universitaria y en particular en la Universidad de Antioquia y en la asignatura de geometría vectorial y analítica. Además, se preguntó por su relación con las TIC en la cotidianidad y en las prácticas de enseñanza, el tipo de dispositivos que usan, en que actividades en la enseñanza y la percepción que tiene con respecto a los mismos. La encuesta también permitió establecer la muestra para la aplicación de la entrevista semiestructurada. La encuesta estuvo constituida por 33 preguntas. Ver anexo 1 (clasificación preguntas de la encuesta) y anexo 2 (formulario de la encuesta).

Para el planteamiento de las preguntas se tuvieron en cuenta las categorías identificadas en el marco referencial del proyecto de investigación, para tener la oportunidad de contrastar los resultados con los de investigaciones relacionadas hechas en otros contextos.

Se procuró para tener validez, a partir del seguimiento de las recomendaciones de Lafuente Ibáñez & Marín Egoscozába (2008), que el cuestionario fuera objetivo, preciso y correcto, para evitar los sesgos en las respuestas de las personas encuestadas: “ni la metodología más sofisticada es capaz de proporcionar buenos resultados si la información de partida es falsa”.(p. 12)

La aplicación se hizo inicialmente a través de correo electrónico, enviado a todos los 23 docentes que orientaron el curso geometría vectorial y analítica en el semestre 2018-1, la cual fue respondida finalmente por 18 de ellos, en el periodo comprendido entre el 6 de febrero y el 28 de mayo de 2018. Sólo 6 docentes dieron respuesta al recibir el correo inicial, para la obtención de las otras 12 respuestas se requirió insistir en la participación por parte de los docentes, a quienes se les re-envió el formulario varias veces, o se les solicitó personalmente ayuda con el diligenciamiento de las mismas.

3.3.2. Entrevista

Esta técnica puede clasificarse como entrevista estructurada (las preguntas dependen de un guion que no se modifica), entrevista abierta (no hay guion, el entrevistador de forma libre orienta las preguntas) y entrevista semiestructurada (En esta hay un guion que sirve como guía, pero el entrevistador puede incluir nuevas preguntas, o cambiar el orden en el cual se plantean) (R. Hernández et al., 2014a). Para la presente investigación, se prefirió la entrevista semiestructurada como la mejor opción para la recolección de datos, dado que en una fase previa se hizo un reconocimiento de campo a través de una encuesta.

Los entrevistados, docentes del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, fueron abordados por el entrevistador en los espacios de la universidad, oficinas de los profesores y en algunos casos salones de clase.

La entrevista se diseñó y aplicó con el fin de indagar con profundidad las prácticas docentes para la enseñanza de la geometría vectorial para el desarrollo de competencias en el área y como la inclusión de TIC ha transformado estas prácticas. La caracterización de las prácticas se realizó a partir del análisis de las interacciones con el objeto de conocimiento y los sujetos que aprenden. Las categorías teóricas usadas para identificar las prácticas docentes fueron:

- Usos de TIC
- Practicas docentes
- Formación Docente en TIC
- Las TIC como mediación
- Matemáticas en la formación en Ingeniería

Se hizo un diseño preliminar del guion para la entrevista, el cual fue aplicado a manera de pilotaje al docente investigador luego a modo de pilotaje a uno de los docentes del curso. Con base en estas pruebas, se hicieron ajustes al guion, para dar inicio a la aplicación en las entrevistas que fueron 6 en total, después del pilotaje. Al guion se le hicieron ajustes

conforme se detectaron resultados emergentes en el transcurso de las entrevistas, de modo que al final se tuvieron 5 versiones del mismo. Para la recolección de los datos de la entrevista se usó grabación de audio, a través de una aplicación de celular, y se tomaron notas de las mismas.

Ver anexo 3: Versión final del guion. Entrevista semiestructurada en profundidad.

Capítulo 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se llevó a cabo el análisis de los datos recolectados, con base en las respuestas a las encuestas y entrevistas aplicadas a los docentes, según se describió en el capítulo precedente.

4.1. Tratamiento de los datos

Los instrumentos usados para la recolección de datos fueron la encuesta y la entrevista, las cuales se realizaron de acuerdo con lo descrito en las secciones 3.3.1 y 3.3.2.

Se hizo grabación del audio de las entrevistas, su duración estuvo entre los 42 y los 87 minutos. Datos básicos de la entrevista y los profesores entrevistados, se presentan en la tabla 12, se usan los identificadores E1, E2, E3, E4, E5 y E6 para los docentes entrevistados. Con estos identificadores se referencian comentarios hechos por los docentes que son presentados en las páginas siguientes.

Tabla 12: Datos de profesores entrevistados

Fecha – hora – duración de la entrevista (minutos) Identificador	Formación del docente entrevistado	Género	Rango de edad en años	Experiencia en la orientación del curso geometría vectorial y analítica en la UdeA en semestres
--	---------------------------------------	--------	-----------------------------	---

5/4/18 – 3:00 pm - 52:50 E1	Lic. Matemáticas y física, UdeA 1994. Magister en enseñanza de las Matemáticas U de A 2015	Masculino	46 - 55	Mayor a 5
6/4/18 – 3:00 pm – 46:21 E2	Lic. Matemáticas y física, Ingeniero Electrónico, UdeA 1995. Magister en enseñanza de las matemáticas UdeA 2016	Masculino	46 - 55	Mayor a 5
11/5/18 – 8:00 am – 87:47 E3	Matemático, UdeA 2016	Masculino	24 -35	3
16/5/18 – 8:00 am – 45:25 E4	Matemático, UN 1999. Magíster en Matemáticas, UdeA 2011	Femenino	Más de 56	Mayor a 5
17/5/18 – 1:00 pm - 42:14 E5	Matemático, UdeA 2011. Magister en matemáticas puras y aplicadas, Universidad Federal de Parana 2013	Masculino	24 -35	Mayor a 5
21/5/18 – 5:00 pm – 48:58 E6	Ingeniera de Materiales, UdeA 2008. Maestría en Ingeniería, UdeA 2013	Femenino	24 -35	Mayor a 5

Fuente: Elaboración propia

Estas entrevistas fueron transcritas en formato de texto plano e introducidas al software Atlas TI.

Inicialmente se usaron como códigos en el programa las categorías teóricas que se indicaron en la sección 3.3.2

- Usos de TIC
- Formación Docente en TIC
- Practicas docentes
- Las TIC como mediación
- Matemáticas en la formación en Ingeniería

Estos códigos fueron el punto de partida para el análisis, posteriormente, y de acuerdo con las premisas de la teoría fundada, se siguió el método inductivo para encontrar categorías

adicionales de acuerdo con los resultados emergentes hallados en los datos. El siguiente es el listado de categorías emergentes con las cuales se trabajó en el software Atlas TI:

- Ventajas de las TIC
- Debilidades de las TIC
- Condiciones institucionales
- TIC en el curso geometría vectorial y analítica
- Paquetes, programas, plataformas

Con apoyo del software Atlas TI, la tecnología de documentos de Google y formularios Google, se hizo el análisis de condujo a los resultados que se presentan en las siguientes secciones.

4.2. Caracterización de la muestra y datos estadísticos

La tabla 13 presenta datos de los 18 docentes encuestados: género, rango de edad y formación. (Ver anexo 4 donde se presentan gráficas referentes a la caracterización de los docentes).

Tabla 13: Características de los docentes que respondieron la encuesta

Género	Rango de edad	Título de pregrado	Institución	Año	Título de posgrado	Institución	Año
Femenino	más de 56	Matemática	Universidad Nacional de Colombia	1999	Magíster en matemáticas	Universidad de Antioquia	2011
Masculino	24 -35	Matemático	Universidad de Antioquia	2013	Magíster en matemáticas	Universidad de Antioquia	2016
Masculino	24 -35	Matemático	Universidad de Antioquia	2014	Magister en matemáticas	Universidad de Antioquia	2017
Masculino	24 -35	Matemático	Universidad de Antioquia	2011	Magister en matemáticas puras y aplicadas	Universidad Federal de Paraná	2013
Femenino	24 -35	Ingeniera de Materiales	Universidad de Antioquia	2008	Maestría en ingeniería	Universidad de Antioquia	2013
Masculino	46 - 55	Licenciado Matemáticas física	Universidad de Antioquia	1994	Magister en enseñanza de las matemáticas	Universidad de Antioquia	2015
Masculino	36 - 45	Matemático	Universidad Nacional de Colombia	2005	Doctor en Ciencias- Matemáticas	Universidad Nacional de Colombia	2014
Masculino	36 - 45	Licenciado en matemáticas y física	Universidad de Antioquia	2009	Magister en matemáticas aplicadas	Universidad EAFIT	2017
Masculino	24 -35	Matemático	Universidad de Antioquia	2017	Sin título posgrado	N.A.	N.A.
Masculino	46 - 55	Lic. matemáticas y física, Ingeniero electrónico	Universidad de Antioquia	1995	Magister en enseñanza de las matemáticas	Universidad de Antioquia	2016
Femenino	46 - 55	Ingeniera sanitaria	Universidad de Antioquia	1997	Maestría en Ingeniería	Universidad de Antioquia	2008
Femenino	36 - 45	Matemática	Universidad de Antioquia	1998	Enseñanza de las ciencias exactas y naturales	Universidad Nacional de Colombia	2016
Masculino	36 - 45	Matemático	Universidad Nacional de Colombia	2008	Doctor en Matemáticas	UdeA	2018
Masculino	24 -35	Matemático	Universidad de Antioquia	2012	Magíster en Matemáticas	Universidad de Antioquia	2014
Masculino	24 -35	Matemático	Universidad de Antioquia	2016	Sin título posgrado	N.A.	N.A.

Género	Rango de edad	Título de pregrado	Institución	Año	Título de posgrado	Institución	Año
Masculino	24 -35	Licenciado en Matemáticas	Universidad del Tolima	2013	Magíster en Matemáticas	Universidad de Antioquia	2016
Masculino	36 - 45	Matemáticas	Universidad Nacional sede Manizales	2005	Magister en Matemáticas	Universidad de Antioquia	2010
Masculino	36 - 45	Matemático	Universidad Nacional de Colombia	2005	Magister en Ciencias Matemáticas- Doctor en ciencias Matemáticas	Universidad Nacional de Colombia	2008-2016

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los docentes encuestados se encuentra en el rango de edad comprendido entre los 24 y 45 años en el cual se encuentran 13 de los 18 docentes que respondieron la encuesta. El género de los docentes es mayoritariamente masculino: 14 son hombres y 4 mujeres. La formación de pregrado predominante de los docentes es en matemáticas, 12 de los 18 docentes encuestados son matemáticos, es decir, el 67%. La Universidad de Antioquia es la institución donde se formaron la mayoría de los profesores, 13 profesores en total, 4 de ellos son egresados de la Universidad Nacional de Colombia y 1 de la Universidad del Tolima.

En cuanto a la formación posgraduada, 13 de los profesores encuestados son magister, 3 son doctores y 2 no tienen título de posgrado. El programa predominante en la formación de posgrado entre los docentes de la muestra es la maestría en matemáticas. En tanto que la Institución formadora en posgrado, fue la Universidad de Antioquia, 11 profesores total tienen posgrado de esta universidad, otros en la Universidad Nacional de Colombia, Universidad EAFIT y Universidad Federal de Paraná. (Ver anexo 4: Gráficos sobre caracterización de la muestra)

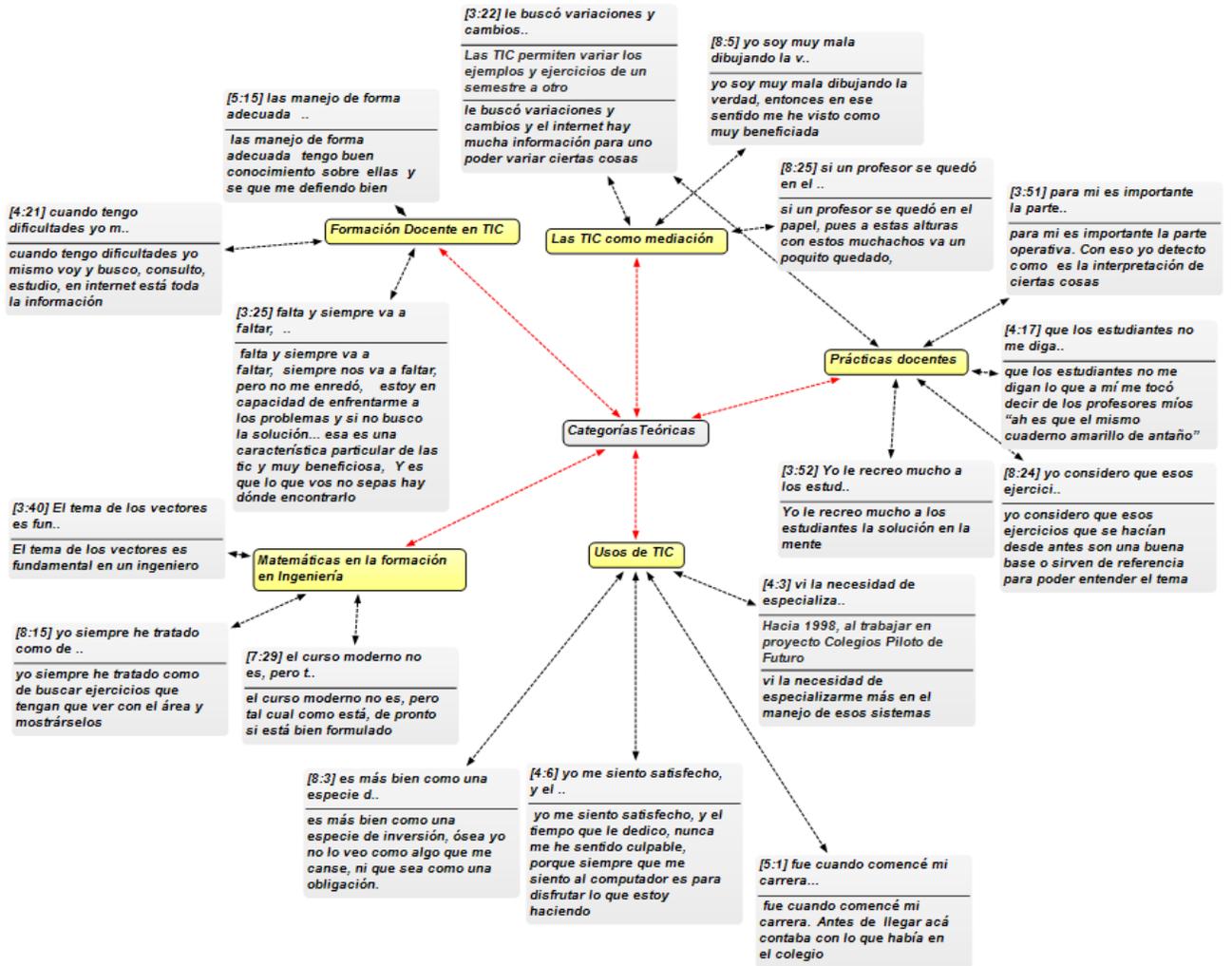
4.3. Fase 1: Codificación descriptiva

En esta sección se desarrolla la fase de codificación descriptiva que es la primera de tres fases propuestas por la teoría fundada, escogida como método de análisis en la presente investigación. Las otras dos fases son: fase 2 – Codificación axial – y fase 3 – Codificación selectiva – las cuales se desarrollan en las secciones 4.4 y 4.5 respectivamente.

4.3.1. Categorías teóricas

Se retoman las categorías teóricas del marco de referencia, ellas son el punto de partida para hacer el análisis de datos, la figura 6 muestra el diagrama de red de estas categorías, obtenido con el software Atlas TI.

Figura 6: Vista de red: Categorías teóricas

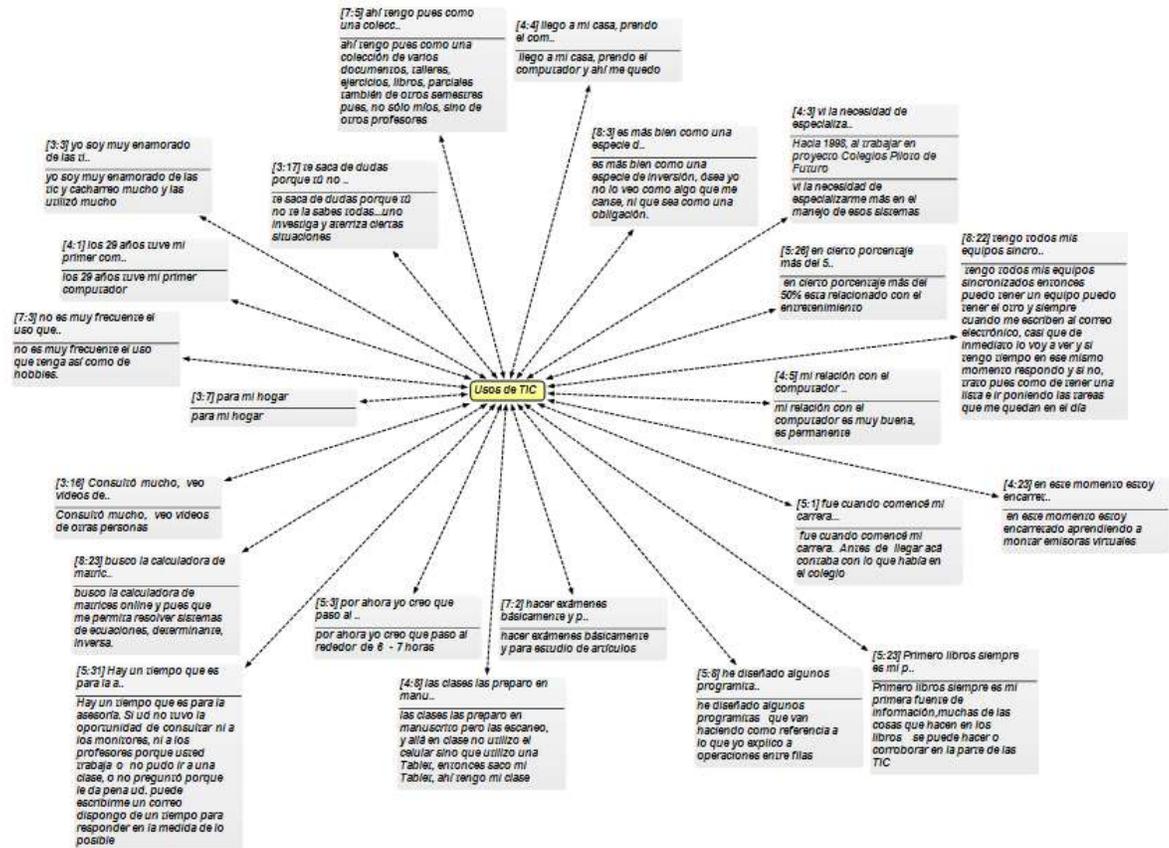


Fuente: Elaboración propia

4.3.1.1. Usos de TIC

De acuerdo con los datos recolectados, las TIC hacen parte de la cotidianidad de los profesores, quienes manifestaron que son de uso necesario en su labor académica. La Figura 7 muestra la vista de red de usos de TIC generada con Atlas TI.

Figura 7: Vista de red, usos de TIC obtenida con el software Atlas TI



Fuente: Elaboración propia

Se encontraron las siguientes respuestas entre los profesores entrevistados:

- E1: “soy muy enamorado de las TIC y cacharreo mucho y las utilizó mucho...”

- E2: “...llego a mi casa, prendo el computador y ahí me quedo, pero no me quedo visitando páginas de internet, sino trabajando en cosas que tengan que ver con lo mío, con la información, mi relación con el computador es muy buena, es permanentemente, y con todo lo que tenga que ver con las TIC”
- E4: “...sin computador me veo varada”

Los docentes enunciaron que el computador y las TIC en general son una herramienta necesaria, de uso diario. En cuanto a las prácticas docentes son instrumentos para el manejo de la información, que les permite estar actualizados. Coincidieron en afirmar que las TIC contribuyen a generar interés de los estudiantes en la asignatura, por ejemplo, con su ayuda, logran actualizar los contenidos y buscar nuevos ejemplos, con lo cual evitan ser repetitivos en el desarrollo de sus actividades.

Una característica que confirma los docentes de la muestra son migrantes digitales, es que vivieron una época de transición, ninguno de los entrevistados contó con un computador propio en casa durante su formación en educación básica. Todos llegaron a adquirirlo en su formación de pregrado o de posgrado. El primer contacto con las TIC en la mayoría de los casos fue en la institución educativa donde llevaron a cabo la secundaria y media.

También hubo el caso de uno de los profesores del rango de edad de los 44 a los 55 años, que tuvo su primera experiencia con el computador en un escenario diferente a la academia, en particular E1 indicó lo siguiente: “antes de ser docente yo trabajaba en la Terminal de Transporte y allí fue el primer computador” Narra el profesor que se trataba de una tecnología muy diferente a la existente hoy en día, era una máquina robusta, del tamaño de un salón de clase, en la cual se manejaba la logística de la Terminal de Transporte.

Los docentes afirmaron pasar mucho tiempo frente al computador, tableta o celular, ante lo cual no manifestaron un sentimiento de culpabilidad, malestar o incomodidad. Por el contrario, los docentes consideran que la gran cantidad de tiempo dedicado al computador es muy bien aprovechado, E2 por ejemplo dijo: “yo me siento satisfecho, y el tiempo que le dedico, nunca me he sentido culpable, porque siempre que me siento al computador es para disfrutar lo que estoy haciendo”. Es el comentario de uno de los profesores, quien afirmó que el tiempo dedicado a la utilización de las TIC, muy pocas veces es por actividades relacionadas con de ocio. La mayor parte de este tiempo está dedicado a asuntos de carácter académico y laboral.

En este sentido, el docente E6 dijo: “es más bien como una especie de inversión, ósea yo no lo veo como algo que me canse, ni que sea como una obligación”. Las TIC, y en particular el computador funciona para los profesores como una biblioteca, un repositorio de datos académico en la cual pueden disponer con facilidad con gran volumen de información, actualizada y de calidad, así, el docente E5 planteó: “ahí tengo pues como una colección de varios documentos, talleres, ejercicios, libros, parciales también de otros semestres pues, no sólo míos, sino de otros profesores”.

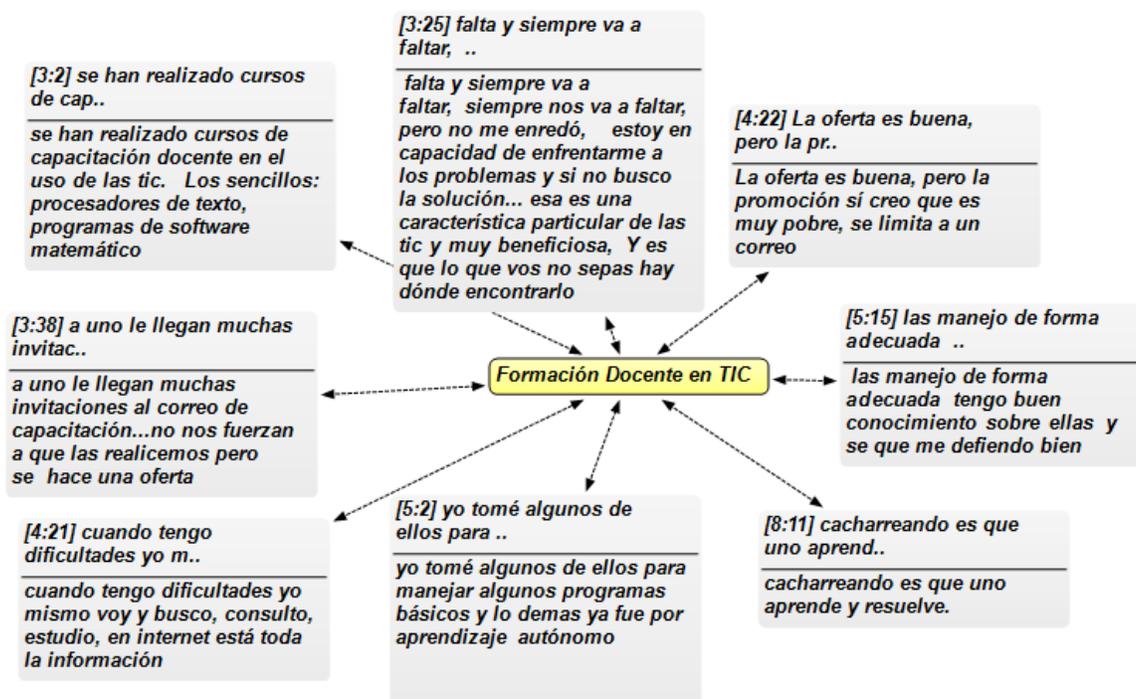
En general los profesores plantearon haber sido beneficiados por las TIC, pues encontraron que han facilitado su trabajo y también han incidido positivamente en otros aspectos como el entretenimiento o la formación. Por ejemplo, el entrevistado, E2 manifestó lo siguiente: “en este momento estoy encarretado aprendiendo a montar emisoras virtuales, y yo no soy locutor, y no tengo absolutamente nada que ver con la radio”. Este comentario fue hecho por el docente, dentro del contexto de los usos que le dan a las TIC, en él evidenció que éstas le han sido de interés y utilidad para formarse en temas que no son propios de su profesión, sino que obedecen a sus aficiones particulares. Además, reconoció la potencialidad que tienen las TIC y en este ejemplo particular la Internet, para acercarse y explorar diversos campos del conocimiento.

El profesor E1 manifestó que las TIC le han sido de mucha ayuda en el manejo de la información así: E1“la institución mía es muy virtual todo es virtual, a nivel institucional... hojas de vida en papel 0, todo es virtual...el ahorro de tiempo, de tener la información a mano, de papelería, información de contacto...” Con lo anterior, el docente entrevistado hizo referencia a su labor como rector de un colegio. Destacó como las TIC han facilitado la labor administrativa, en cuanto a la gestión documental y las comunicaciones.

4.3.1.2. Formación docente en TIC

Los profesores coincidieron en decir que uno de los mayores beneficios de las TIC es el haber desarrollado la capacidad de aprender su manejo de forma autónoma. El diagrama de red de esta categoría se muestra en la Figura 8.

Figura 8: Vista de red, formación docente en TIC obtenida con el software Atlas TI.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la formación en TIC, E6 planteó; “si me encuentro con algún tipo de duda pues recorro de pronto a algún compañero que yo sepa que tiene experiencia, o busco en la web, pero como también son tan intuitivos entonces se prestan mucho, cacharreando es que uno aprende y resuelve”.

Los docentes que orientan el curso, aunque reconocen que pueden capacitarse más, y que hay mucho por aprender, se sienten suficientemente capacitados para manejar las TIC, uno de los docentes, por ejemplo, al preguntarles por su capacidad y formación en TIC, E3 responde de la siguiente manera: “creo que las manejo de forma adecuada tengo buen conocimiento sobre ellas y sé que me defiendo bien”. Esta respuesta recoge la idea general de los profesores del curso. Todos ellos se refieren al tema en términos similares, manifiestan ser conscientes de que se pueden aprender más, pero con lo que saben les es suficiente para realizar sus labores de forma adecuada en relación con su labor docente y las exigencias de la academia en general.

El manejo del computador, el entorno de Windows y los paquetes de ofimática fue aprendido por los profesores de manera empírica y autónoma, lo cual ha incidido en la poca participación en los programas de formación en TIC ofrecidas por la Universidad. Es así como los docentes reconocieron que la institución para la que trabajan ofrece capacitación en TIC, que hay oferta diversa y frecuente, esta no es obligatorio tomar los cursos y en general la participan es ellas es eventual, ninguno de los profesores encuestados participó de estas capacitaciones en los últimos 5 años, en la encuesta, que fue respondida por 18 profesores en total, hubo 8 que indicaron haber hecho las capacitaciones que se describen en la tabla 14 :

Tabla 14: Cursos de capacitación en TIC de los que han participado 8 de los 18 docentes encuestados

Respuesta N°	Cursos de los cuales ha participado de formación en TIC ofrecidos por la UdeA
1	Moodle y otros
2	Curso de Moodle Ude@
3	Moodle y Wiziq

4	Wiziq, Moodle, generación de medios audiovisuales.
5	Moodle
6	Curso de Moodle
7	Diplomado en Fundamentación Pedagógica y Didáctica Universitaria
8	Bases de datos, manejo de programas como Excel, Power Point, Code Blocks.

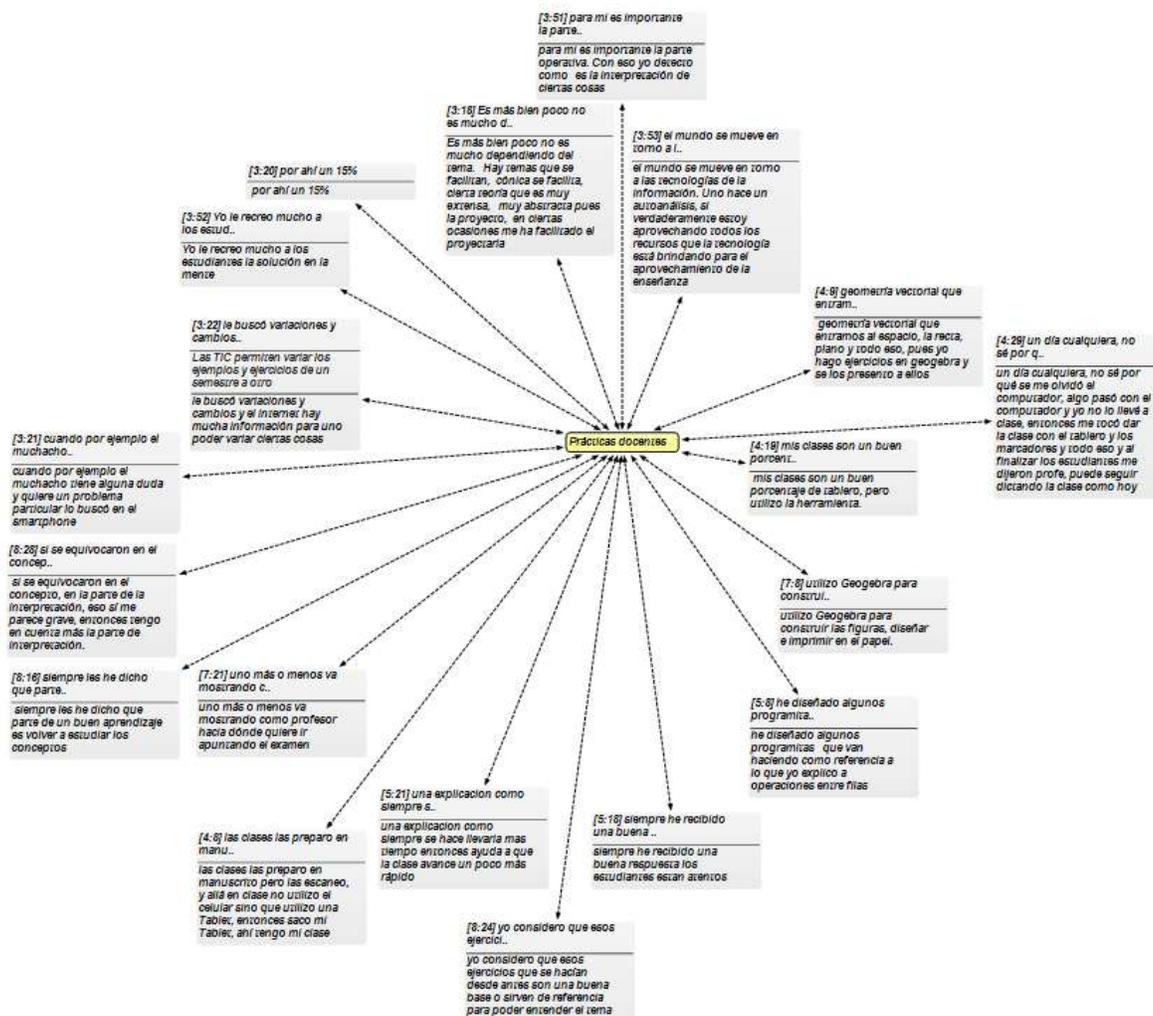
Fuente: Elaboración propia

El profesor E1 manifestó: “a uno le llegan muchas invitaciones al correo de capacitación...no nos fuerzan a que las realicemos, pero se hace una oferta” en tanto que E2 dijo: “La oferta es buena, pero la promoción sí creo que es muy pobre, se limita a un correo”. Atribuyen su falta de participación básicamente a tres factores: falta de tiempo, falta de promoción, y como se ha mencionado antes, por la capacidad de acceder a la información de forma autónoma. El profesor E5, ha percibido que la oferta de capacitación en TIC por parte de la institución se ha reducido en los últimos años, así: “cuando yo empecé, si de pronto si hacían más, daban más información acerca de ciertas capacitaciones y todo eso, pero en este momento, hace ya un tiempo para acá, y estamos hablando por ahí de hace unos 3 años, ya hace bastante, yo he notado que eso se redujo”

4.3.1.3. *Prácticas docentes*

Las TIC son de ayuda en los procesos educativos, y los docentes promueven su utilización extra-clase. La Figura 9 muestra la vista de red de la categoría prácticas docentes.

Figura 9: Vista de red, prácticas docentes obtenida con el software Atlas TI.



Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos de las entrevistas, se evidenció metodología tradicional en los docentes que ofrecen la asignatura Geometría vectorial y analítica, es decir, exponen los temas y los ilustran con ejemplos de tipo procedimental. Ninguno de los docentes entrevistados hace uso de TIC en todos los momentos de las clases. Situación que contrasta con la amplia y numerosa disponibilidad de recursos que la institución ofrece para la enseñanza, además, ellos mismos lo reconocen. Consideraron los docentes que genera mayor interés el profesor que haga los desarrollos de contenido en el tablero, motiva, genera

confianza. De acuerdo con los entrevistados, cuando el profesor recurre a la proyección como herramienta, el estudiante percibe debilidad en su saber y pierde credibilidad.

Debido al argumento anterior, los profesores del curso de Geometría vectorial y analítica no consideran conveniente el uso del proyector para presentar las clases, y en caso de usarlo, lo hacen en instantes específicos, para presentar temas puntuales. La justificación al respecto la presentan a partir del rol del estudiante el entrevistado E4: “en el doctorado tenía una profesora que daba todo proyectado y a mí me cogía un sueño, me tocaba pararme, sentarme y a mí eso no me servía porque me cansaba mucho”. Mientras que el docente E5 dijo: “nunca me ha gustado porque personalmente cuando yo era estudiante, nunca me gustó que un profesor fuera a pasar diapositivas, para mí me reflejaba más seguridad, el hecho de que el profesor estuviera escribiendo, estuviera copiando y tuviera tiempo para explicar los teoremas”.

De otro lado, el docente E2, con base en su experiencia, dijo que en alguna ocasión trabajó con el proyector, a partir de un software que le permitía escribir a mano y proyectar la clase. Le parecía muy conveniente, porque podía guardar la clase en PDF y enviarla a los estudiantes vía correo electrónico. Sin embargo, desistió de esta práctica, porque encontró que los estudiantes percibían más atractiva la clase con marcador y tablero, así: “un día cualquiera, no sé por qué se me olvidó el computador, algo pasó con el computador y yo no lo llevé a clase, entonces me tocó dar la clase con el tablero y los marcadores y todo eso y al finalizar los estudiantes me dijeron profe, puede seguir dictando la clase como hoy”

En el rol del docente, están más cómodos al usar el proyector sólo en instantes específicos, por ejemplo, E6 dijo: “la clase presencial me gusta más sin el computador, a no ser que quiera mostrarles una cosita de paso, decirles miren aquí, mostrarles un sólido, mostrarles una curva, cómo se rota”. Adicionalmente, se evidenció que las TIC son un complemento a la presentación magistral de contenidos, sin embargo, no son excluyentes de otros recursos más tradicionales, los cuales todavía son necesarios en el proceso de aprendizaje. En este sentido, el entrevistado E3 indicó: “no estaría dispuesto a asimilar es

que sólo las TIC sustituyan la clase...la formación teórica debería valerse de textos o notas que tengan ellos”

Adicionalmente, los recursos TIC son usados como apoyo para el diseño de evaluaciones, en este sentido, los profesores comunicaron hacer uso de software de procesadores de texto, del paquete Latex, y de programas para realización de gráficas, como Geogebra, el docente E5 enunció: “utilizo Geogebra para construir las figuras, diseñar e imprimir en el papel”.

El uso de TIC en sus prácticas en el aula no es homogéneo. Se encontraron dos situaciones:

- Docentes que hacen un uso reducido de las TIC en el aula
- Docentes que no hacen ningún uso de las TIC en el aula

Los motivos que se encontraron para que haya un bajo uso de las TIC para llevar a cabo la clase básicamente son dos: la falta de tiempo, y la posibilidad de perder la atención de los estudiantes. Los profesores atribuyen la falta de tiempo en parte al tipo de vinculación que tienen con la institución como docentes de cátedra, ya que están limitados porque al finalizar la clase deben seguir con otra, que probablemente implique un desplazamiento a otra institución. Adicionalmente, se encontró en los docentes la apreciación del curso como muy extenso, lo cual no da libertad para salirse de un esquema predeterminado para la ejecución de las clases.

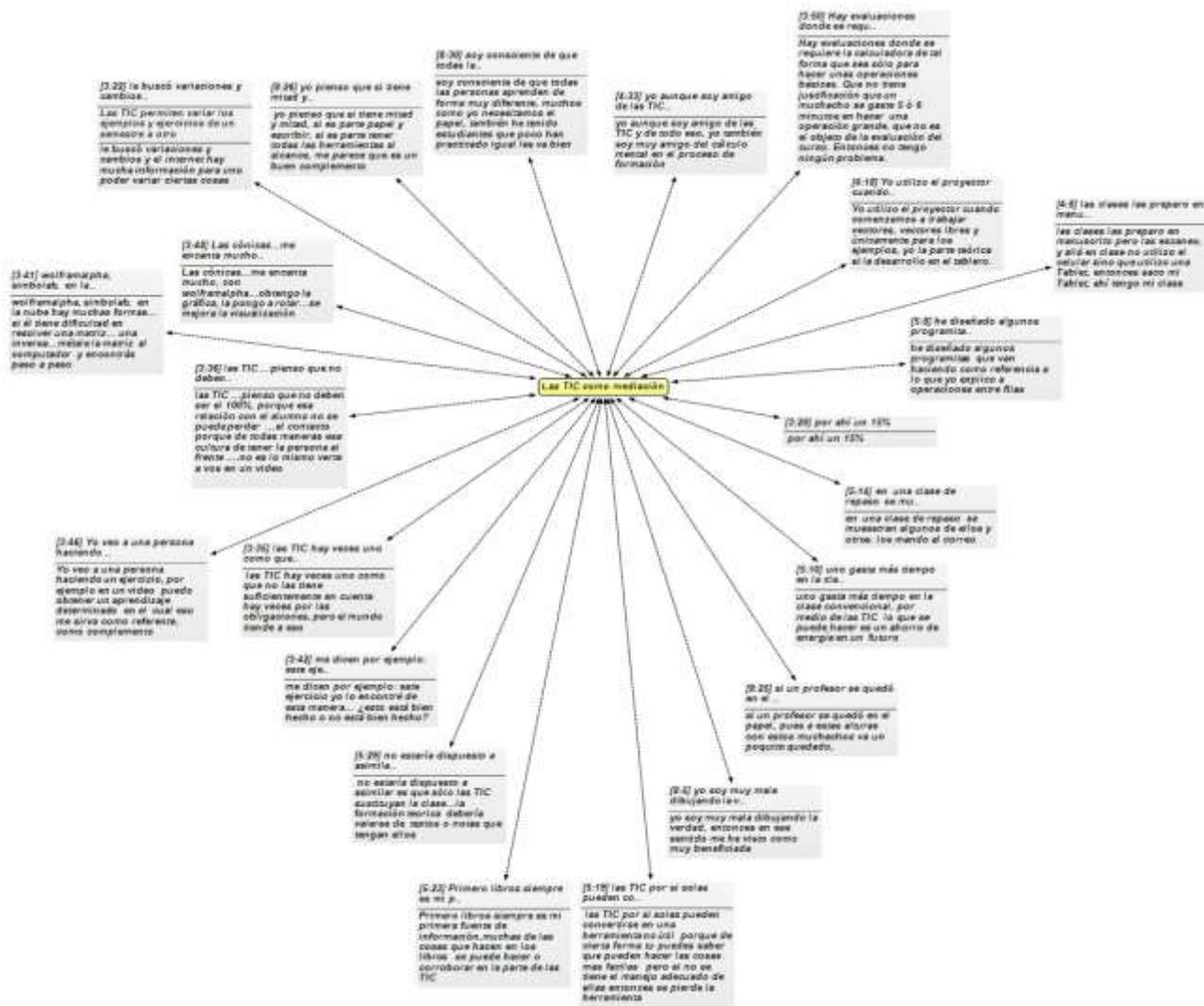
Uno de los profesores manifestó que la falta de tiempo que es una circunstancia que se ve maximizada, por los horarios en los que se desarrolla el curso en su caso (lunes y sábado a las 6 de la mañana), en los cuales varias clases se pierden por festivos y por situaciones administrativas que signifiquen el uso de las instalaciones institucionales diferentes al desarrollo curricular, como es el caso del examen de admisión.

La permanente conectividad que hoy en día se tiene gracias a las TIC, ha afectado las prácticas docentes, que ya no se limitan a las actividades en el aula, en la actualidad hay otros escenarios de interacción con los estudiantes a través de las tecnologías. Los docentes en la actualidad deben hacer una planeación cuidadosa de su tiempo, para distribuirlo en actividades propias de su quehacer, entre las cuales se encuentra la atención a los estudiantes a través del correo electrónico. En este sentido el entrevistado E5 enunció: “intento ser juicioso, hay un tiempo que es para la asesoría. Si usted no tuvo la oportunidad de consultar ni a los monitores, ni a los profesores porque usted trabaja o no pudo ir a una clase, o no preguntó porque le da pena, usted puede escribirme un correo dispongo de un tiempo para responder en la medida de lo posible”.

4.3.1.4. Las TIC como mediación

La amplia disponibilidad de la información es una ventaja para el aprendizaje. La vista de red de esta categoría es mostrada en la figura 10.

Figura 10: Vista de red, las TIC como mediación obtenida con el software Atlas TI.



Fuente: Elaboración propia

Uno de los docentes reconoció que los estudiantes actuales “no son los mismos” en comparación con el pasado donde “la única fuente de información era el profesor” (E2). Los profesores también reconocen la necesidad de la orientación en el manejo de las TIC. Es necesario que los estudiantes cuenten con una guía que les permita aprender a partir de su uso, el profesor E3 dijo: “las TIC por si solas pueden convertirse en una herramienta no

útil porque de cierta forma tú puedes saber que pueden hacer las cosas más fáciles, pero si no se tiene el manejo adecuado de ellas entonces se pierde la herramienta”

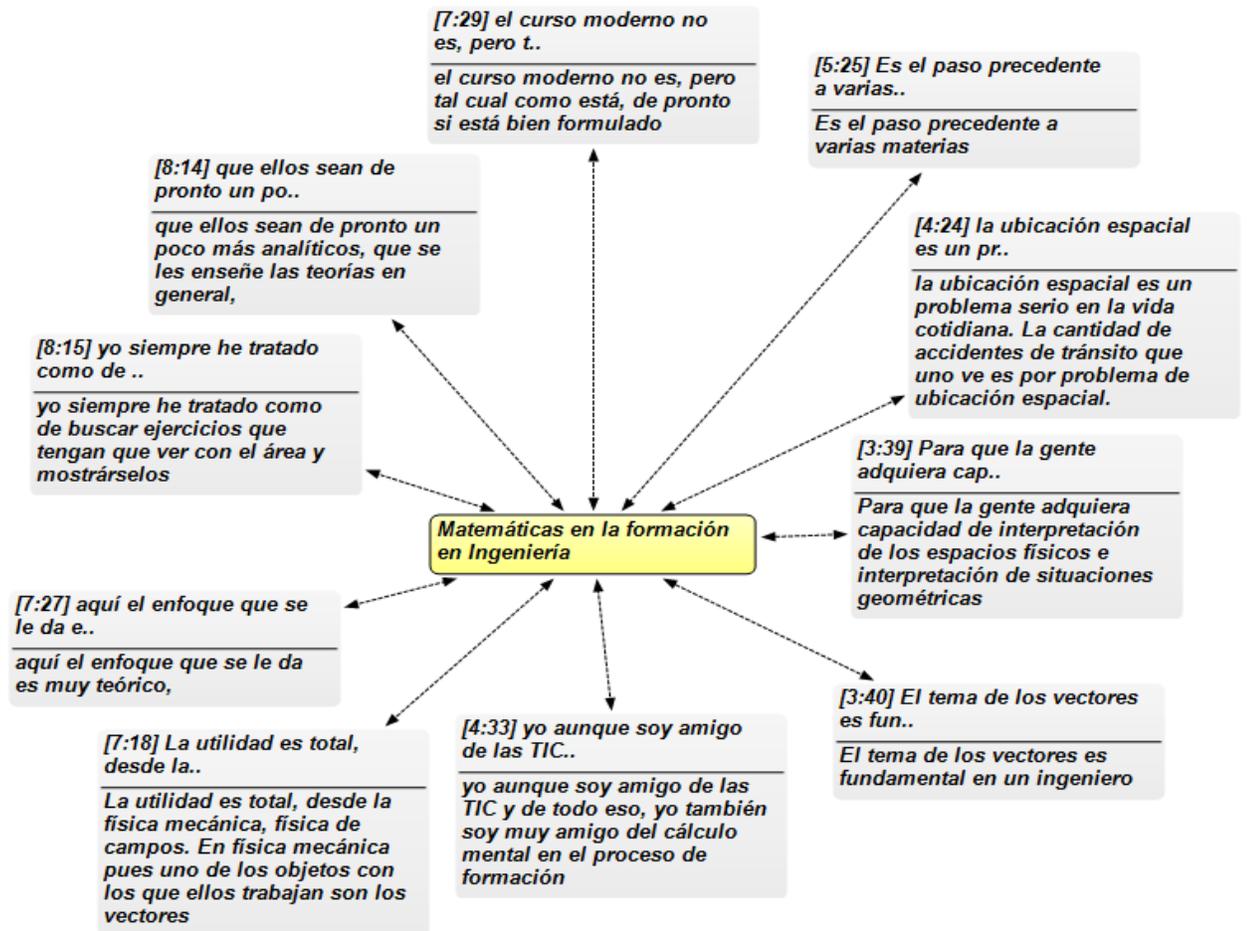
Hay mayor diversidad de posibilidades para acceder al conocimiento, el docente E5 señaló: “uno ya no necesariamente tiene que estar en un salón de clase para poder aprender algo”. Este profesor planteó que varios de sus estudiantes usan en gran medida la plataforma YouTube, considera tiene un impacto positivo en la formación de los estudiantes. Además, los profesores también han observado que el acompañamiento del docente es necesario, en especial para orientar que información es válida y cual no.

Los docentes encuentran que las TIC son de ayuda para modernizar la clase, como posibilidad de renovar contenidos, lo que permite no repetir los mismos ejemplos y ejercicios de los semestres anteriores. El entrevistado E2 manifestó: “siempre trato de presentar puntos distintos, porque yo hago el esfuerzo para que los estudiantes no me digan lo que a mí me tocó decir de los profesores míos “ah es que el mismo cuaderno amarillo de antaño”. También, los docentes dijeron que es necesario estar actualizado en el manejo de las TIC, para desempeñarse de forma efectiva en la labor docente, E6 dijo: “si un profesor se quedó en el papel, pues a estas alturas con estos muchachos va un poquito quedado”.

4.3.1.5. Matemáticas en la formación en ingeniería

Una apreciación compartida por la mayor parte de los profesores entrevistados fue que los estudiantes deben ser hábiles en el cálculo mental, sin uso de la calculadora electrónica, las posibilidades ofrecidas por las TIC, de acuerdo con los docentes entrevistados, no deben conducir a la dependencia de las mismas, los estudiantes deben estar en capacidad de resolver ciertos procedimientos sin la utilización de estos dispositivos. La vista de red de esta categoría, obtenida con el software Atlas TI se presenta en la figura 11.

Figura 11: Vista de red, matemáticas en la formación en ingeniería obtenida con el software Atlas TI.



Fuente: Elaboración propia

En el caso del curso geometría vectorial y analítica, los profesores afirmaron que sus contenidos son pertinentes para el plan de estudio de ingeniería. El docente E5 enunció: “La utilidad es total, desde la física mecánica, física de campos. En física mecánica pues uno de los objetos con los que ellos trabajan son los vectores”. Además, los docentes en general no califican el curso como moderno, E5 dijo al respecto: “el curso moderno no es, pero tal cual como está, de pronto si está bien formulado”. Sin embargo, la cita a la respuesta anterior dada por el docente evidencia su claridad para diferenciar entre bueno y moderno, como calificativos que podrían darse a las prácticas de la enseñanza y que podrían confundirse. Tanto el docente que se referenció, como varios de sus compañeros, observan que no

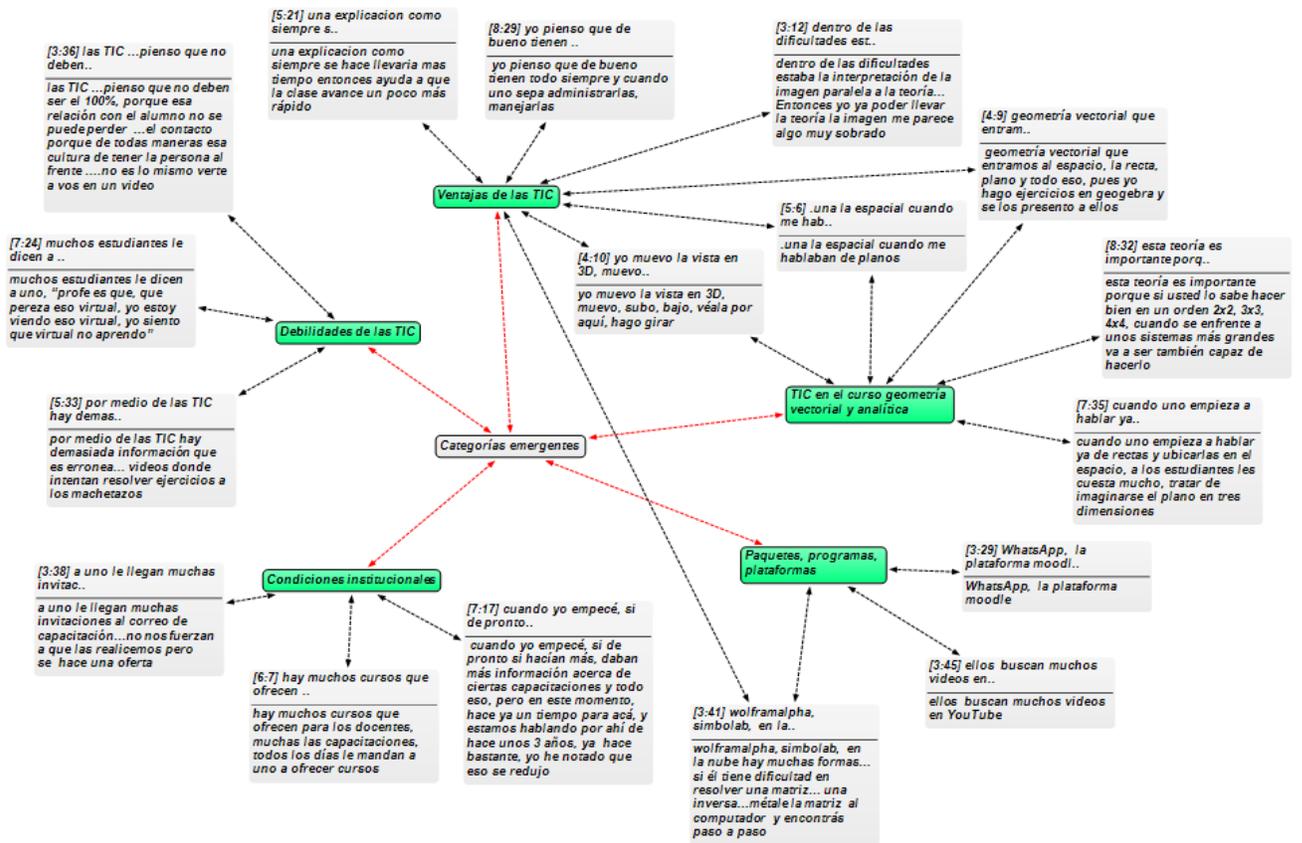
necesariamente que una práctica sea moderna, implica que esta sea buena, o recíprocamente, que una práctica no moderna no sea buena. Los profesores encuentran adecuado el diseño del curso concebido como formación en matemáticas para ingeniería. E6 dijo al respecto: “yo considero que esos ejercicios que se hacían desde antes son una buena base o sirven de referencia para poder entender el tema”

Se evidenció consenso entre los profesores en esta categoría, manifestaron que el aprendizaje y dominio de las matemáticas es importante y necesario para los estudiantes que se forman como ingenieros, dado que en su ejercicio profesional se espera de ellos que tengan las habilidades de pensamiento que las matemáticas desarrollan, tales como capacidad de resolver problemas propios de la ingeniería.

4.3.2. Categorías emergentes

Con base en las premisas de la teoría fundada, al hacer análisis inductivo de los datos, se encontraron categorías emergentes, con el apoyo del software Atlas TI, se obtuvo la vista de red que se muestra en la figura 12, y que sirvió de referencia para la escritura de las siguientes secciones.

Figura 12: Vista de red: Categorías emergentes

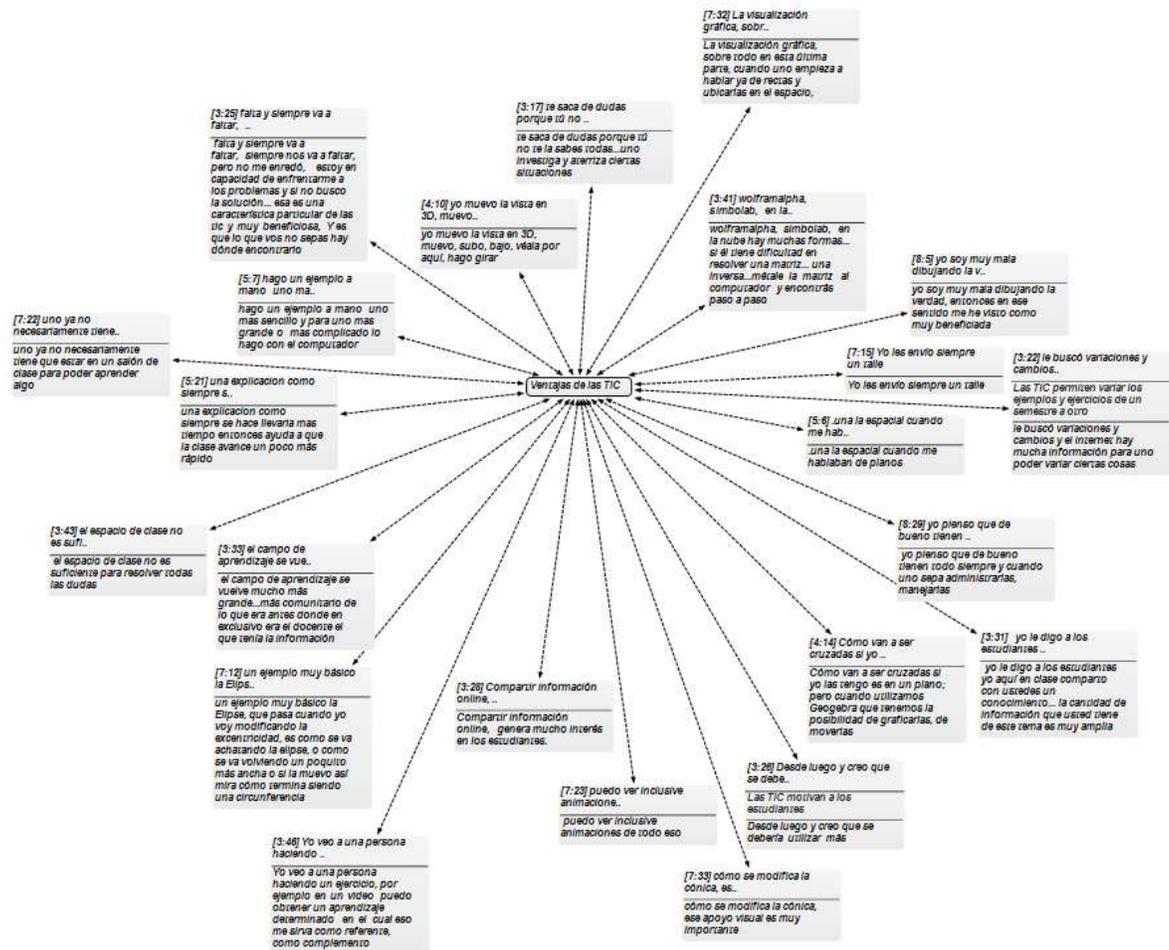


Fuente: Elaboración propia

4.3.2.1. Ventajas de las TIC

Para los docentes que participaron en esta investigación con sus respuestas a los instrumentos para la recolección de datos (encuesta y entrevista), plantearon que las TIC tienen un impacto positivo en el desarrollo de su labor. Por ejemplo, E6 dijo: “yo pienso que de bueno tienen todo siempre y cuando uno sepa administrarlas, manejarlas”. La Figura 13 muestra la vista de red de esta categoría.

Figura 13: Vista de red, ventajas de las TIC obtenida con el software Atlas TI



Fuente: Elaboración propia

Los docentes enunciaron muchas ventajas en ellas, en esta sección se mencionan las más relevantes o bien las que no aparecen en otras categorías.

Una de las características que más destacan los profesores, es la capacidad de comunicarse on-line, en tiempo real y en forma asincrónica. Para los docentes del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, es una ventaja que los estudiantes tengan esta posibilidad de estar en contacto con el profesor y los compañeros. También, son un recurso que permite la interacción entre el profesor y los estudiantes y facilita compartir materiales. Por ejemplo, a través del correo electrónico, varios de los profesores entrevistados comparten conjuntos de ejercicios con los estudiantes, para la preparación de los temas que se desarrollan en la asignatura:

- E5: “Yo les envío siempre un taller, siempre previo antes a un examen”
- E3: “...Intento digitar algunos ejercicios clave para ellos en la medida de lo posible, en una clase de repaso se muestran algunos de ellos y otros los mando al correo...”

Consideran los profesores que las TIC ayudan a usar el tiempo con mayor eficiencia:

- E1: “el ahorro de tiempo, de tener la información a mano, de papelería, información de contacto” (Comentario referido a los beneficios de usar las TIC)
- E3: “uno gasta más tiempo en la clase convencional, por medio de las TIC lo que se puede hacer es un ahorro de energía en un futuro”

Atribuyen este mejor aprovechamiento del tiempo a las posibilidades que la tecnología brinda para almacenar y organizar la información, a la posibilidad de conservar los materiales (talleres, ejercicios, diapositivas, etc.) para reutilizarlos posteriormente y a la

facilidad que puede haber en la explicación de ciertos temas lo cual hace más sintética su presentación en clase.

Ya en la sección 0 referida a prácticas docentes se mencionó como los docentes observaron muy positiva la influencia de las TIC para hacer representaciones gráficas. Esta apreciación se resalta una vez más en esta sección, debido a la importancia que a este aspecto dieron los docentes, y que además es clave para el curso de geometría vectorial y analítica en el cual centra su atención la presente investigación. Las representaciones gráficas realizadas por software han causado un impacto positivo en la exposición de ciertos temas del curso: vectores, rectas y planos, secciones cónicas. Estas facilitan la exposición del profesor y la comprensión de los estudiantes y superan las limitaciones que se presentaban cuando no se contaba con ellas.

Una característica resaltada por los docentes es que las gráficas hechas por computador son dinámicas, pueden moverse y deformarse, por ejemplo, el docente E1 dijo: “al computador vos le metes la teoría y él te hace la imagen, te la mueve, te la rota”. En el trabajo con las secciones cónicas, las TIC permiten visualizar sus características, E5 pone como ejemplo las transformaciones a la gráfica de la elipse: “un ejemplo muy básico, la Elipse, que pasa cuando yo voy modificando la excentricidad, es como se va achatando la elipse, o como se va volviendo un poquito más ancha o si la muevo así mira cómo termina siendo una circunferencia”

Los profesores manifestaron que los estudiantes alcanzan una mejor comprensión cuando se apoyan en el computador para presentar los temas que tienen que ver con gráficas, en este sentido E1 enunció: “si vos llegas eso y lo plasmas con una imagen, y ya partir de la imagen se obtiene la ecuación, el pelado te comprende... le queda más fácil comprender el tema y me ha dado resultados”.

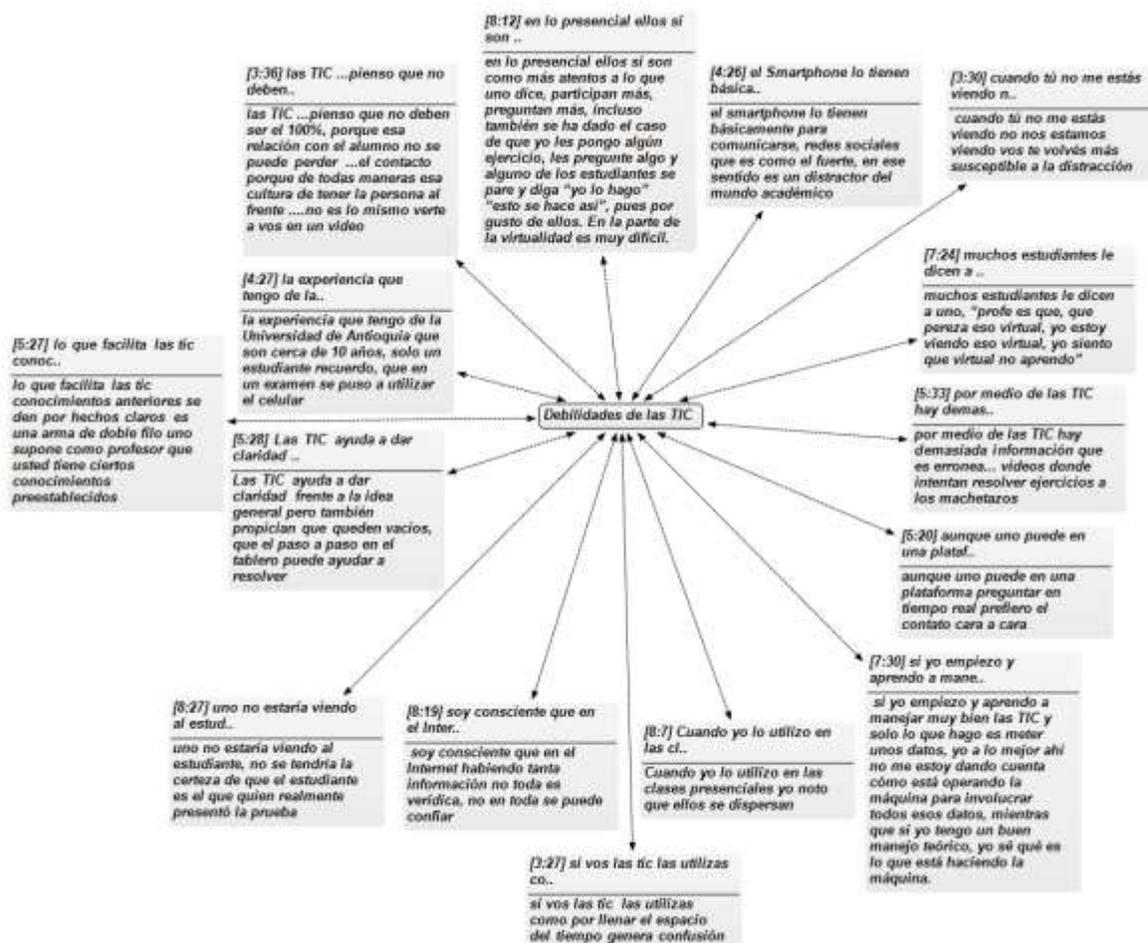
Finalmente, con respecto a este tema, se observa que para algunos profesores les ha servido para superar su escasa habilidad para el dibujo, es así como E6 dijo: “yo soy muy mala dibujando la verdad, entonces en ese sentido me he visto como muy beneficiada”

Esta sección ha hecho alusión a tres aspectos positivos de las TIC en las prácticas docentes: Optimización en el manejo del tiempo, comunicación más allá del espacio de las clases, de forma sincrónica o asincrónica, y ampliación de posibilidades para realización de representaciones gráficas. Otras ventajas de las TIC son presentadas en las categorías que les corresponden, como por ejemplo la posibilidad de obtener información en diversos formatos (que puede adaptarse a los estilos de aprendizaje), la amplia disponibilidad de información y la independencia de tiempo y espacio que brinda las TIC entre otras.

4.3.2.2. Debilidades en el uso de las TIC para enseñar Geometría

La valoración de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje es predominantemente positiva por parte de los docentes, sin embargo, ellos hacen referencia a algunos aspectos negativos que se presentan a continuación. En la figura 14, se presentan la vista de red de las debilidades de las TIC que se obtuvo con el software Atlas TI.

Figura 14: Vista de red, debilidades de las TIC obtenida con el software Atlas TI



Fuente: Elaboración propia

Una característica que recurrentemente se halló en las entrevistas es la tendencia a la distracción que hay con las TIC de parte de los estudiantes. Una de las razones por las cuales los docentes no usan las herramientas TIC, o la usan poco durante las clases, es porque consideran que pueden generar distracción, que los estudiantes pierdan el interés en el tema que se desarrolla en la clase.

Uno de los profesores hace referencia a la modalidad virtual, ya que él considera que cuando el estudiante no está en contacto presencial con el profesor, es más susceptible de distraerse.

En cuanto al uso del celular, se encuentra que los estudiantes lo usan con mayor proporción para fines que no están relacionados con la academia, el entrevistado E3 manifestó: “el smartphone lo tienen básicamente para comunicarse, redes sociales que es como el fuerte, en ese sentido es un distractor del mundo académico”

El anterior comentario corresponde a un profesor que además hace una aclaración al respecto, el indicó que observa que este fenómeno en la Universidad de Antioquia es menor, en comparación con lo que se observa en otra institución donde labora. Es decir, el estudiante de la Universidad de Antioquia se distrae poco con el celular, lo cual, según el docente, se puede atribuir al examen de admisión el cual es selectivo (el número de estudiantes admitido es cercano a sólo el 10% de los aspirantes inscritos)¹⁶, por lo que el estudiante de la Universidad de Antioquia puede tener una mejor comprensión de la dinámica de la academia en la educación superior.

De otro lado, los docentes indicaron la preferencia de la educación presencial sobre la virtual, el profesor E3 dijo: “aunque uno puede en una plataforma preguntar en tiempo real prefiero el contacto cara a cara”, el docente E5 enunció: “muchos estudiantes le dicen a uno, “profe es que, que pereza eso virtual, yo estoy viendo eso virtual, yo siento que virtual no aprendo”. También el entrevistado E6 planteó: “en lo presencial ellos si son como más atentos a lo que uno dice, participan más, preguntan más, incluso también se ha dado el caso de que yo les pongo algún ejercicio, les pregunte algo y alguno de los estudiantes se pare y diga “yo lo hago” “esto se hace así”, pues por gusto de ellos. En la parte de la virtualidad es muy difícil”.

En general sus enunciados los hacen desde el punto de vista del estudiante. Para el docente no hay gran diferencia entre la orientación de un curso en modalidad presencial comparada con la virtual. Pero, si indican que la cercanía y confianza que genera el contacto

¹⁶ Datos de la vicerrectoría de docencia

presencial es beneficioso para el estudiante, porque hay mayor interés, más posibilidad de interactuar, al tiempo que el profesor tiene mayores posibilidades para intervenir el proceso de aprendizaje del estudiante, pues puede detectar falencias en su desempeño, como por ejemplo cuando se distrae en clase, o cuando hace una interpretación errónea de los conceptos que se estudian.

Un aspecto mencionado por los docentes es que las TIC pueden causar que no se perciban ciertas debilidades en el aprendizaje de los estudiantes, en especial en cuanto a los procesos operativos aritméticos básicos, por ejemplo E3 dijo: “lo que facilitan las TIC es que conocimientos anteriores se den por hechos claros es una arma de doble filo: uno supone como profesor que usted tiene ciertos conocimientos preestablecidos” en tanto que E5 planteó: “si yo empiezo y aprendo a manejar muy bien las TIC y solo lo que hago es meter unos datos, yo a lo mejor ahí no me estoy dando cuenta cómo está operando la máquina para involucrar todos esos datos, mientras que, si yo tengo un buen manejo teórico, yo sé qué es lo que está haciendo la máquina”.

Adicionalmente, los profesores consideraron que puede suceder, por ejemplo, que los estudiantes no sepan hacer operaciones en el conjunto de los números racionales (representados como fraccionarios o decimales), y que ese vacío quede, dado que se recurre a la calculadora, es decir, se presenta una dependencia de este dispositivo incluso en situaciones que un estudiante de ingeniería debería estar en capacidad de resolver de manera inmediata sin recurrir a las TIC. Es así como el entrevistado E3 enunció: “Las TIC ayudan a dar claridad frente a la idea general pero también propician que queden vacíos, que el paso a paso en el tablero puede ayudar a resolver”.

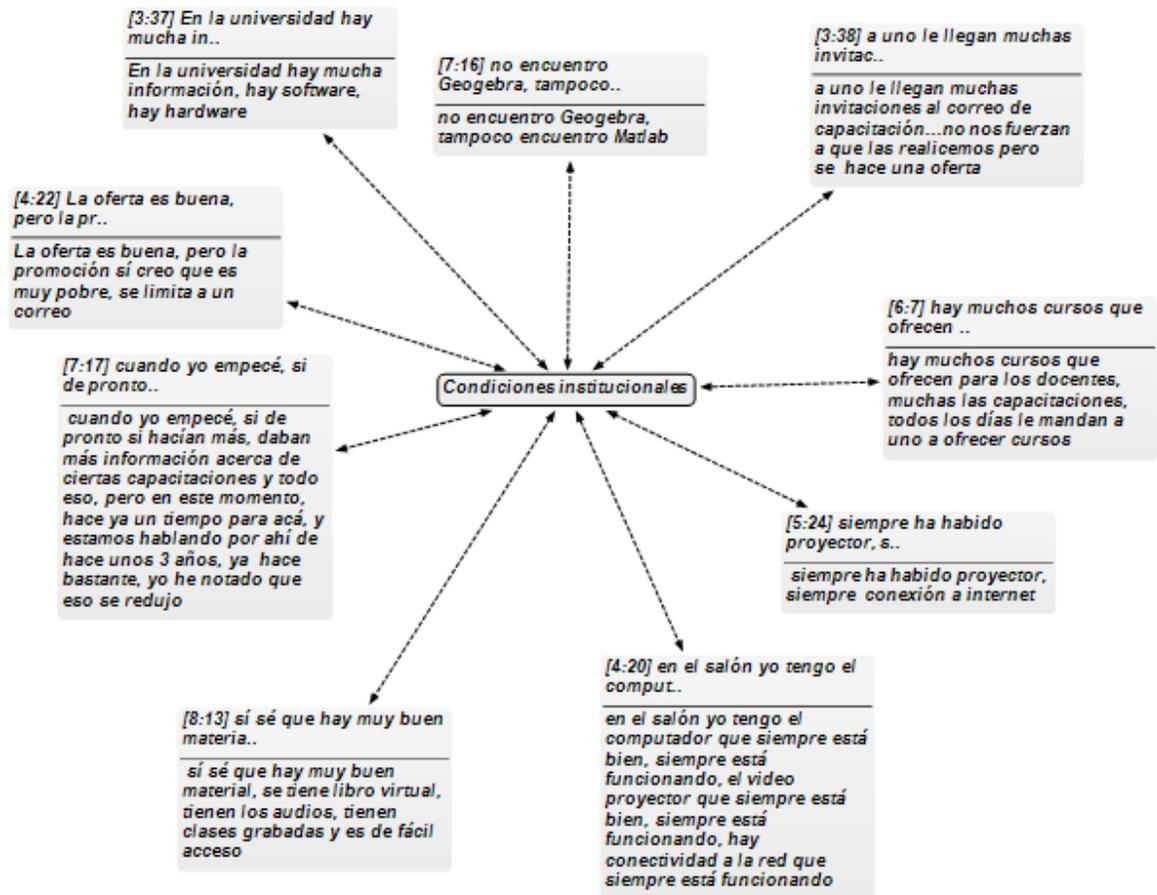
Por medio de las TIC, se ha favorecido la existencia de un gran volumen de información disponible. Lo inconveniente en este aspecto, es que hay mucha información errónea, los docentes han encontrado videos donde los procedimientos para resolver los ejercicios son incorrectos. Por ejemplo, E6 dijo: “soy consciente que en el Internet habiendo tanta información no toda es verídica, no en toda se puede confiar”.

Otro inconveniente de las TIC observado por los profesores es el relacionado con la evaluación en modalidad virtual, E6 lo manifestó con las siguientes palabras: “uno no estaría viendo al estudiante, no se tendría la certeza de que el estudiante es quien realmente presentó la prueba”. Con lo que hace referencia a que la evaluación en esta modalidad facilita que se presenten fraudes, bien sea por suplantación (no es el mismo estudiante quien resuelve la prueba), o por la utilización de las mismas TIC, para realizar procedimientos que deberían llevarse a cabo a través del cálculo mental.

4.3.2.3. Condiciones institucionales

La percepción de las condiciones institucionales en cuanto a la infraestructura y recursos TIC de la Universidad de Antioquia, y en particular de la facultad de ingeniería, es positiva. La vista de red de esta categoría se presenta en la figura 15.

Figura 15: Vista de red, condiciones institucionales obtenida con el software Atlas TI



Fuente: Elaboración propia

Los profesores en términos generales observaron que los recursos con los que se cuenta para la enseñanza y el aprendizaje son buenos en cantidad y calidad. El entrevistado E6 manifestó: “sí sé que hay muy buen material, se tiene libro virtual, tienen los audios, tienen clases grabadas y es de fácil acceso”.

Se encontró en la información suministrada por la facultad de Ingeniería que no hay una adecuada vinculación entre las decisiones administrativas relacionadas con la adquisición de hardware y software, con las estrategias didácticas y la planeación del curso geometría vectorial y analítica. Fue evidente la ausencia de respuestas en los docentes indicaran que hayan sido tenidos en cuenta para la gestión y adquisición de equipos, y

software para llevar a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje. Incluso se encuentra que los profesores no disponen en los computadores de la institución del software geogebra, que es accesible por ser gratuito, y pertinente, de acuerdo con lo mencionado por varios docentes, para el desarrollo del curso. En este sentido E5 dijo: “no encuentro Geogebra, tampoco encuentro Matlab”.

Los profesores manifestaron que la institución en general está bien dotada de software y hardware. Se evidenció falta de articulación con los profesores para la gestión tecnológica, dado que no se dispone de ciertos programas que serían útiles para los profesores mientras hay otros que están instalados en los equipos de la institución, pero los profesores no los utilizan.

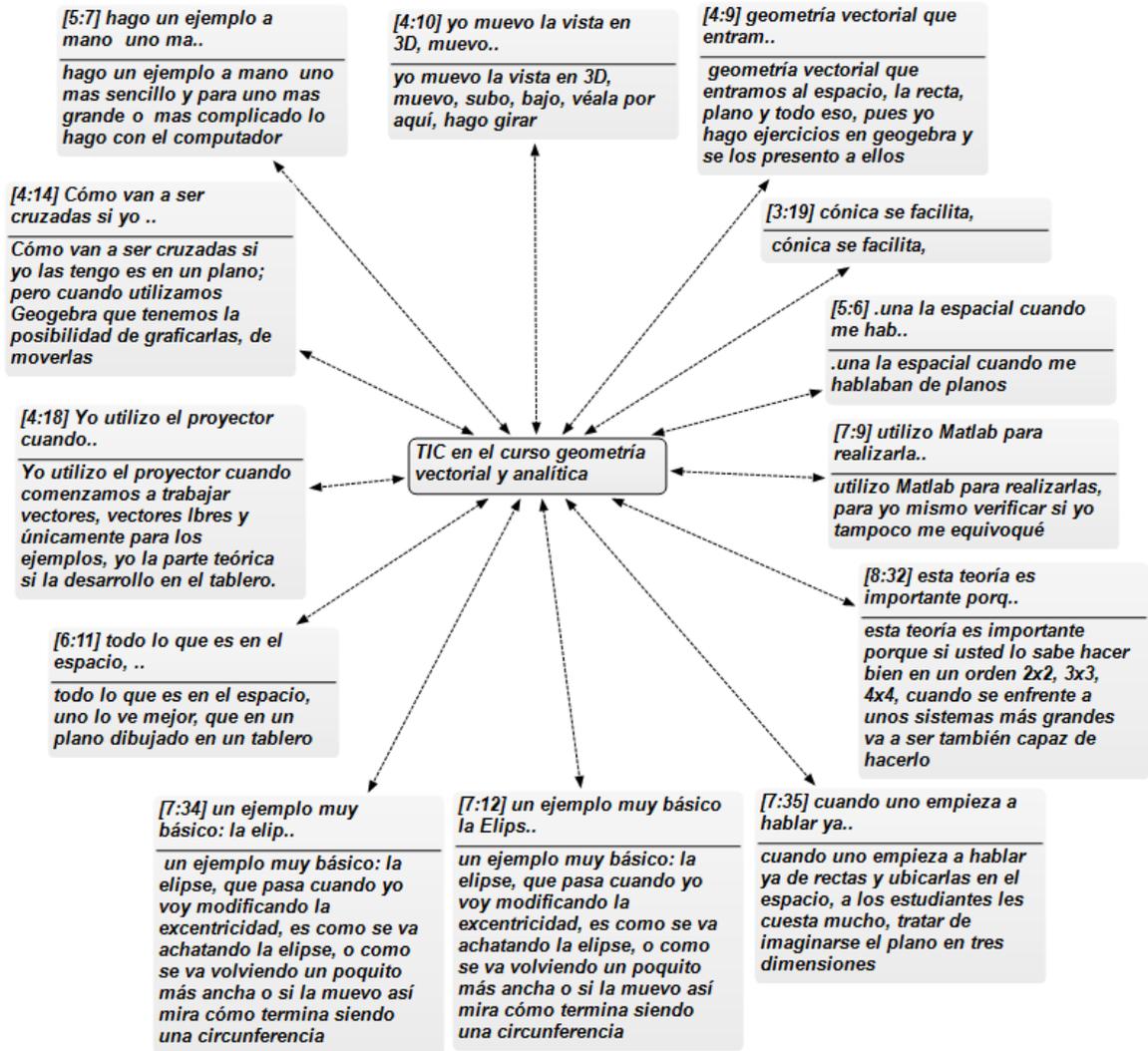
4.3.2.4. *TIC en el curso geometría vectorial y analítica*

En el curso geometría vectorial y analítica, hay ciertos temas en los cuales los docentes identifican alta potencialidad de las TIC. en especial se resaltan 3, recurrentemente referenciados en las entrevistas:

- Operaciones con sistemas de ecuaciones lineales y matrices
- Posiciones relativas de rectas y planos en el espacio
- Secciones cónicas

La figura 16 presenta la vista de red obtenida con el software Atlas TI, con respecto a las TIC en el curso geometría vectorial y analítica.

Figura 16: Vista de red, TIC en el curso geometría vectorial y analítica obtenida con el software Atlas TI



Fuente: Elaboración propia

Los sistemas de ecuaciones lineales son un importante tema en el curso, que es de utilidad en asignaturas posteriores que cursan los estudiantes de ingeniería, además de tener aplicaciones en la práctica de la ingeniería. El entrevistado E3 enunció: “hago un ejemplo a mano, uno más sencillo y para uno más grande o más complicado lo hago con el computador”. Con esta práctica, el docente pretende lograr dos objetivos específicos en cada paso: con el desarrollo manual, ilustrar el procedimiento operativo, y con el cálculo en el

computador, lograr enfrentarse a un problema real de la ingeniería y presentar la solución del mismo.

Por ejemplo, planteamiento de un sistema de ecuaciones lineales grande (número de ecuaciones y de incógnitas mayor a seis), o sistemas en los cuales aparezcan números decimales, con los cuales es de mayor complejidad el proceso operativo. El docente E6 dijo: “esta teoría es importante porque si usted lo sabe hacer bien en un orden 2×2 , 3×3 , 4×4 , cuando se enfrente a unos sistemas más grandes va a ser también capaz de hacerlo”.

Además, la posibilidad de rotar, cambiar los parámetros en las gráficas a través del uso del computador y tablero, es considerada por los profesores como una gran ventaja para presentar el tema de las secciones cónicas y lograr una mejor comprensión de las mismas, el docente E5 manifestó: “un ejemplo muy básico: la elipse, que pasa cuando yo voy modificando la excentricidad, es como se va achatando la elipse, o como se va volviendo un poquito más ancha o si la muevo así mira cómo termina siendo una circunferencia”

Los temas de secciones cónicas, vectores geométricos y rectas y planos en el espacio, hacen parte esencial del curso geometría vectorial y analítica. Son temas caracterizados porque su comprensión requiere claridad en la representación gráfica, lo que ha hecho que sea uno de los aspectos en los cuales los docentes encuentran mayor beneficio de hacer uso de las TIC.

4.3.2.5. *Programas, plataformas*

A partir de los instrumentos para la recolección de datos, fueron identificados los programas y plataformas utilizados por los docentes del curso geometría vectorial y analítica en el contexto del estudio, la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia. La visualización gráfica de esta categoría se presenta en la figura 17.

Tabla 15: Conteo de palabras (paquetes, programas y plataformas) mencionadas por los docentes durante las entrevistas

Palabras	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total
Geogebra	1	9	3	1	14	1	29
Correo	1	5	9	2	7	5	29
Matlab	2	1	4	1	15	1	24
You Tube	4	2	0	1	5	3	15
PDF	1	3	3	1	2	3	13
Wolframalpha	4	0	2	0	2	1	9
Google	0	0	0	1	7	0	8
Moodle	3	0	0	1	0	0	4
Symbolab	2	0	2	0	0	0	4
Latex	0	0	0	0	3	0	3
Derive	0	1	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

En la primera columna de la tabla 15, se encuentra la lista de los programas, y plataformas que son utilizados por los docentes del curso en la orientación de este. Las siguientes seis columnas contienen el conteo del número de veces que cada profesor utilizó la palabra durante las entrevistas. La última columna indica la suma de menciones de cada palabra.

Se observó que, dentro de los programas de matemáticas, el software Geogebra es el más mencionado por los docentes, y también se apreció que todos los docentes lo nombraron. Situación similar ocurre con Matlab, que se ubica en el tercer lugar, y entre los softwares matemáticos es segundo. Esto indica que estos dos programas son los más usados en el contexto del presente estudio. Adicionalmente, programas como Wolframalpha, symbolab y derive son utilizados sólo por algunos profesores. Las herramientas ofimáticas como los procesadores de texto, hojas de cálculo y aplicativos para presentaciones también son usadas recurrentemente por los docentes, en particular usan las de Microsoft (Word, Excel y Power Point).

Adicionalmente, los docentes identificaron que los estudiantes hacen amplio uso de la plataforma YouTube, en la cual encuentran recursos de apoyo para la asignatura en formato de video. De acuerdo con la opinión de los docentes, este es el recurso TIC con mayor frecuencia de uso entre los estudiantes. También identificaron que, en menor medida, los estudiantes utilizan recursos como documentos en PDF y presentaciones para ampliar su comprensión de los contenidos de las clases.

4.4. Fase 2: Codificación axial

La segunda de las tres fases de análisis en la teoría fundada corresponde a la fase de codificación axial, la cual se desarrolla en esta sección e identifica las relaciones existentes entre las categorías encontradas a partir de los datos recolectados.

4.4.1.1. Practicas docentes y usos de TIC

Las TIC son un recurso de apoyo a la enseñanza, facilitan los cálculos, elaborar las gráficas, permiten optimizar el tiempo en la explicación de algunos contenidos, sin embargo, lo más importante para los docentes entrevistados es su discurso pues evidencia su saber, la apropiación que tienen de él. Esto permite identificar que están anclados en métodos de enseñanza expositivos, magistrales, es decir, en una enseñanza centrada en el docente, el rol protagónico en la enseñanza y el aprendizaje lo tienen ellos.

Las TIC permiten a los docentes facilidad en la comunicación y acceso a la información. Se encuentra que esta circunstancia junto con su labor docente ha generado en ellos la necesidad de ser ordenados con el uso del tiempo. Ellos manifestaron la necesidad de programar un horario para asesorar o acompañar a los estudiantes a través de las TIC, revisar el correo, enviar mensajes, actualizar las plataformas y preparar materiales. Hay momentos de su cotidianidad en los cuales se separan de las TIC, y otros en los que la utilizan.

De este modo logran que éstas no interfieran con el cumplimiento de sus quehaceres, sino que sean un apoyo a su labor.

La incorporación de las TIC a la enseñanza de la Geometría vectorial y analítica para los docentes del presente estudio se ha dado de forma gradual. Podría decirse que no se ha presentado de forma intencional, sino que ha sido más bien un proceso de adaptación a las circunstancias al que los docentes se han acoplado para estar en sintonía con las condiciones institucionales y el tipo de estudiantes que tienen en la actualidad, para quienes el uso de las TIC es permanente y en diversas actividades de la cotidianidad, incluso para aprender, ello se evidencia en la percepción positiva que tienen de éstas.

4.4.1.2. Mediación a través de las TIC y Usos de TIC

Los docentes coincidieron en afirmar que las TIC posibilitan el aprendizaje cuando su uso es orientado por ellos, cuando hay acompañamiento de su parte, así, E6 manifestó: “con toda la información que hay en las TIC... no todo lo que uno encuentra puede ser cierto, entonces para mí, es parte fundamental en el docente, saberlos también guiar en ese aspecto de decirles de pronto qué les puede servir de referencia”. De otro lado, Las TIC permiten mostrar el objeto de aprendizaje desde diversas perspectivas por ejemplo al graficar en 3D se logra mostrar de forma comprensible las posiciones relativas de las rectas en el espacio, como sucede con las rectas que en el espacio que se cruzan sin cortarse, esto es muy complejo de mostrar en un tablero físico que es plano.

4.4.1.3. Formación matemática en ingeniería y prácticas docentes

La tendencia evidenciada a través de los datos fue que los docentes plantearon que, si bien las TIC facilitan los cálculos, no se debe depender de estos dispositivos pues para ellos son muy importantes las habilidades de cálculo mental y los procedimientos manuales, lo

que refleja que para ellos es fundamental demostrar su saber disciplinar, y realizar operaciones mentalmente para fomentar y fortalecer esta capacidad en los estudiantes.

Lo anterior se justifica a partir de la diversidad que hay en las actividades desarrolladas en el sector productivo, es necesario que haya profesionales que se caractericen por su capacidad para encontrar resultados mentalmente y de forma ágil. Debido a la formación y a las habilidades que debe tener un ingeniero, de éste se espera que tenga tales habilidades, los profesores son conscientes de esto por lo que lo manifiestan en su discurso. Por ejemplo, el entrevistado E2 dijo: “aunque soy amigo de las TIC y de todo eso, yo también soy muy amigo del cálculo mental”

Los docentes resaltaron que no debe permitirse que las TIC se conviertan en un elemento que invisibilice o minimice la habilidad operativa de los estudiantes, la cual para muchos es una cualidad que han tenido de forma innata y que probablemente los ha conducido a escoger la ingeniería como su campo de formación.

4.4.1.4. Ventajas de las TIC y las TIC en la enseñanza de la geometría vectorial y analítica

La asignatura geometría vectorial y analítica, se caracteriza por enfrentarse a problemas que exigen cálculos de alta exigencia, por complejos o por extensos: El profesor Kolman (2006) presenta esta ilustración para una matriz 24×24 indica que al utilizar una computadora con capacidad para realizar un billón de multiplicaciones por segundo, “evaluar

$\det(A)$... que necesita cerca de $\frac{25^3}{3}$ multiplicaciones” (p.211), requeriría menos de un segundo. Hay pertinencia en hacer uso de las TIC en la enseñanza del curso geometría vectorial y analítica, dado que hay cálculos que en la práctica sería imposible hacer sin el uso de éstas, por lo cual los docentes entrevistados, resaltaron las ventajas que las TIC ofrecen

para la enseñanza de la geometría vectorial y analítica. Por ejemplo, E3 dijo: “eso lo permite hacer el computador: mostrar que lo que pasa con una matriz pequeña pasa con una mayor”

Hay, por tanto, gracias a las TIC, una posibilidad para mostrar como lo que se explica puede extenderse a situaciones que exigen cálculos mayor complejidad la que puede abordarse cuando se trabaja de forma manual.

Se evidenció a partir de los datos, que los docentes exploran las posibilidades de las TIC para la enseñanza del curso, concretamente al hacer uso de software para presentar temas propios de la asignatura, entre los cuales se resaltan plataformas y programas que permiten elaborar representaciones gráficas tridimensionales y dinámicas y realizar cálculos complejos en menor tiempo y con mayor precisión.

4.4.1.5. *Prácticas docentes y condiciones institucionales*

Es claro que las prácticas docentes son afectadas por el contexto de las condiciones institucionales, un aspecto importante es el referente al número de estudiantes por grupo, de acuerdo con los datos suministrados por la Facultad de Ingeniería, para los cursos de geometría vectorial y analítica en promedio cada grupo tiene un número de 33 estudiantes (al aproximar al entero más cercano, ver tabla 2, en la página 29).

Se aclara que el anterior número es un promedio, al cual se aproxima la cantidad de estudiantes de algunos grupos, pero también hay casos extremos de grupos con sólo 12 estudiantes, grupos de 45 y grupos masivos que llegan a tener hasta 120 estudiantes. Uno de los docentes afirma que para él no le genera ningún inconveniente tener grupos grandes, sin embargo, para los estudiantes puede tener efecto en el aprendizaje o en la interacción con el docente, el entrevistado E1 dijo: “influye, pero mucho es mucho...no es lo mismo estar en un salón donde hayan 20 - 25 estudiantes, a un salón donde vos tengas 40 - 45 estudiantes...compañeros... entonces vos dentro de esa cantidad de estudiantes encontrás 10 - 15 estudiantes que ni conoces durante todo el semestre...no les conoces la voz...imposible

conocerlos, porque son los que van desertando y se van retirando” Este docente observó como la circunstancia de tener un grupo numeroso de estudiantes, se torna en un inconveniente para tomar medidas que prevengan la deserción, porque se orienta de manera impersonal, el profesor no alcanza a reconocer como va el proceso de aprendizaje ni a identificar cuales estudiantes requieren de una atención diferente.

Otro aspecto que tiene impacto en las prácticas docentes es la disponibilidad de los recursos. Esto ha afectado en dos sentidos, algunos profesores perciben que los recursos son adecuados (cantidad y calidad de los equipos, calidad de imagen de los proyectores), lo cual ha estimulado su uso en la clase. En menor medida, hay profesores que desisten de su uso, debido a que no encuentran que los recursos estén en buenas condiciones o por no disponer de ciertos programas. En este sentido E2 manifestó: “en ingeniería en el salón yo tengo el computador que siempre está bien, siempre está funcionando, el video proyector que siempre está bien, siempre está funcionando, hay conectividad a la red que siempre está funcionando” en tanto que E5 dijo: “en el salón donde yo estoy, la pantallita que uno desliza del proyector está mala, no queda fija”

En general, en las respuestas de los docentes, se evidenció que para ellos son adecuadas las condiciones institucionales en lo referente a infraestructura y dotación para incorporar las TIC a sus prácticas, los casos en los cuales los docentes manifiestan que no cuentan con los recursos adecuados, o que las condiciones en que éstos se encuentran no son aptas, fueron la excepción. En este sentido se resalta que los docentes no tienen limitación debido a las condiciones que brinda la institución para incorporar las TIC a sus prácticas de enseñanza. Dado que la institución no obliga a los profesores a hacer uso de ellas, se concluye que los docentes tienen libertad para hacer uso de las TIC para la enseñanza y para decidir de qué forma y en qué proporción lo hacen.

En lo que se hay limitación es en el proceso de evaluación de los aprendizajes dado que la asignatura está diseñada para ser evaluada con cinco exámenes parciales de forma escrita individual, presencial, la posibilidad para incorporar las TIC en esta actividad es escasa. Los

docentes pueden valerse de las TIC para diseñar la evaluación, para transcribirla en procesador de texto y para verificar su solución, pero lo que no está dentro de las posibilidades es evaluar como los estudiantes hacen uso de las TIC para resolver problemas.

4.5. Fase 3: Codificación selectiva

En esta sección se desarrolla la tercera y última de las fases de análisis de acuerdo con el referente conceptual de la teoría fundada: codificación selectiva con lo cual se culmina el proceso de análisis de los datos del estudio de caso de la presente investigación, y se procura obtener comprensión de cómo se ha desarrollado el fenómeno de la incorporación de las TIC al proceso de enseñanza del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, de qué manera han modificado las prácticas docentes y como esto se ha reflejado en los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

De acuerdo con los objetivos de la investigación, el interés durante todo el proceso se centró en las prácticas docentes, las cuales constituyen la categoría central del proyecto de investigación. Los docentes que hicieron parte de la muestra, en términos generales (aunque hay excepciones) no tienen formación pedagógica, pero en contraposición a esto tienen una fuerte formación disciplinar en áreas de la matemáticas e ingeniería, además apropiación en el uso de las TIC para enseñar y gestionar su curso, es decir preparar, comunicarse con los estudiantes, llevar registro de las actividades del curso, y del proceso de evaluación.

De acuerdo con los datos recolectados en los instrumentos usados para tal fin y el referente de las competencias TIC para el desarrollo profesional docente de la UNESCO, los sujetos de este estudio poseen la competencia tecnológica, ello les permite hacer gestión de la información en cuanto a buscarla, clasificarla y usarla para fines de enseñanza. Además, los docentes poseen la competencia comunicativa, a lo largo del análisis se ha hecho explícito que los docentes se comunican con los estudiantes a través de las TIC más allá del espacio del aula, esta puede ser sincrónica o asincrónica, las TIC les permiten asesorar a los

estudiantes para promover el desarrollo de competencias en la asignatura. De igual forma se evidenció que los docentes pertenecientes a la muestra gestionan el curso con el uso de las TIC, ellos planean el curso, organizan los contenidos, los presentan y administran el mismo. Estas competencias se encuentran en un nivel integrador (UNESCO, 2008b), es decir usan las TIC de forma autónoma para enriquecer sus posibilidades docentes en los ambientes de aprendizaje, en la actualización de contenidos, la presentación de los mismo, la elaboración de cálculos complejos para la solución de problemas en la asignatura.

El método de enseñanza es predominantemente tradicional, los docentes dirigen el curso a partir de clases magistrales donde ellos exponen el contenido. Se trata de un modelo centrado en el profesor, en el que el estudiante es un receptor, no se hizo evidente en el discurso de los sujetos de la muestra que le asignaran un rol participativo. Los docentes entrevistados aún están más anclados transmitir su saber que en promover en el estudiante la construcción de conocimiento con su orientación.

No obstante, lo anterior, los docentes tienen claro el fin de su labor, en procura de promover aprendizaje efectivo, y en consecuencia su valoración positiva de la existencia de la asignatura en el plan de estudio de los pregrados de Ingeniería. Por lo cual se esfuerzan para que los temas que exponen sean comprendidos, hacen uso de las TIC con el propósito de mejorar la claridad de sus explicaciones, a través de diferentes actividades como presentaciones en clase, el uso de software para mostrar de forma dinámica los temas de geometría que se tratan en la asignatura y preparar material para compartirlo por correo electrónico o a través de repositorios en la web.

Los docentes se sienten cómodos con la forma en que llevan a cabo su práctica de enseñanza. Debe resaltarse, en concordancia con el interés del presente trabajo de investigación, que los docentes tienen una percepción positiva de las TIC y encuentran pertinente su uso en la academia. En ningún momento se encontró durante el proceso de investigación actitud de rechazo o resistencia ante las TIC. Por el contrario, son ampliamente aceptadas como lo evidencia los datos de la encuesta y las entrevistas.

En cuanto a los objetivos de aprendizaje, y la consecuente aprobación de los estudiantes dentro de su plan de estudios, es claro que los resultados en lo referente a deserción y pérdida no son buenos, pues se encuentra que los índices son muy altos (ver tabla 2 en la página 29 donde se encuentra que en los años 2016 y 2017, sólo 41.56% de los estudiantes que han matriculado la asignatura, la han aprobado). Los docentes son conscientes de esta situación, pero es considerado como algo ‘normal’ por ellos, pues no evidencian poner en práctica acciones para mejorar este indicador. A partir del discurso de los docentes y los datos de la Vicedecanatura de la Facultad de Ingeniería, el uso de las TIC en la enseñanza de la asignatura Geometría Vectorial y Analítica no afecta el desempeño de los estudiantes, facilita la comunicación, la presentación de contenidos, el cálculo de múltiples datos, las gráficas de figuras en dos y tres dimensiones, pero no hubo referencia al desempeño académico de los estudiantes.

Los profesores observan que las TIC no han generado ningún impacto relevante en este sentido (ni para mejorar ni para empeorar), pero tampoco se encontró en el proceso de la recolección y análisis de datos en la presente investigación, ninguna acción mediada por las TIC, explícitamente orientada por parte de los profesores para incrementar el número de estudiantes que logren los objetivos de aprendizaje y aprueben la asignatura. En este sentido, debe mencionarse como justificación de esta situación que las condiciones del diseño de la evaluación de la asignatura (5 parciales escritos) se convierten en obstáculo para que los docentes puedan innovar en las estrategias evaluativas.

Dentro de las prácticas docentes de los profesores que sirven el curso de geometría vectorial y analítica en el contexto que se desarrolló esta investigación, las TIC son utilizadas con diferente intensidad y frecuencia por cada profesor: mientras algunos las usan ampliamente, otros lo hacen de forma más eventual, pero en todos los casos son usadas como complemento o instrumento que enriquece los recursos de la clase magistral o expositiva.

Se ha encontrado que los cambios generados a partir del uso de las TIC, se han orientado hacia la forma en que se desarrollan las actividades de enseñanza: se cuenta con material que se pone a disposición de los estudiantes a través de la web, en especial a través del correo electrónico, se usa la Internet como fuente de consulta para actualizar los ejercicios propuestos en la asignatura, algunos temas se presentan con apoyo del video beam y de programas pertinentes para realizar gráficos y cálculos. Pero que no se ha presentado un cambio importante en la esencia ni en los objetivos del curso, de modo que se tienen las mismas prioridades que las de hace tiempo atrás consistentes en presentar contenidos referentes a la teoría de la asignatura y en entrenar técnicas para resolución de problemas de esta.

Aunque en las TIC se identifica la potencialidad de aprovechar su versatilidad para ajustarse a los diferentes estilos de aprendizaje, esto no se lleva a la práctica, pues se conserva la uniformidad para desarrollar el curso y para evaluarlo, es decir los profesores actuales enseñan igual que siete décadas cuando se fundó la facultad de ingeniería en la Universidad de Antioquia, es decir una práctica centrada en el profesor, donde se exponen contenidos y el estudiante reproduce esos contenidos en una evaluación escrita. En ningún caso se encontró que los docentes pusieran en práctica estrategias que explotaran la diversidad de habilidades de los estudiantes y evidenciaran sus diversos estilos de aprender.

Los profesores son conscientes de que para cada individuo hay diversas formas para acercarse al conocimiento, entre los estudiantes se encuentran algunos visuales, otros auditivos, otros tienen mejor comprensión al experimentar por sí mismos, etc. a pesar de ello, el diseño de la asignatura, y el desarrollo de la misma, obedecen al paradigma tradicional en todos los casos, en el cual el estudiante se encuentra en un esquema donde el profesor presenta los contenidos, los cuales debe afianzar a través de la consulta de las fuentes disponibles y de la práctica de situaciones de tipo procedimental, para luego enfrentar un examen escrito en el cual demuestre cual ha sido su avance en la comprensión de la asignatura.

Percepción del uso de las TIC en las prácticas de enseñanza por parte de los docentes

Los profesores del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia tienen vinculación con la institución como docentes de cátedra. Tienen formación de pregrado en matemáticas, ingeniería y licenciatura en matemáticas y física, y la mayoría con posgrado a nivel de maestría. Demuestran afinidad por las TIC, y manifiestan capacidad para su aprendizaje de forma autodidáctica. Consideran que las TIC, y en particular la Internet ofrecen acceso a toda la información, y se sienten hábiles para buscarla y aprender de ella. Muestran mucha seguridad para enfrentarla.

Uno de los interrogantes que se formuló en el desarrollo de esta investigación fue si a través del uso de las TIC los estudiantes estaban en capacidad de enfrentarse a mayor diversidad de problemas o a problemas más complejos con el uso de las TIC, en comparación con generaciones anteriores que no disponían de ellas esta es una pregunta recurrente planteadas por varios autores, entre los que se encuentran Claro (2010) y Valcárcel y Tejedor (2015). La respuesta dada por los docentes a este interrogante fue unánime: En el curso de geometría vectorial y analítica esto no sucede, los problemas a los cuales se enfrentan los estudiantes en la asignatura tienen la misma complejidad y diversidad que los que les correspondieron a generaciones anteriores.

- E5: “No creo que los estudiantes estén afrontando problemas más diversos o más complejos. No sé si es porque geometría vectorial esta al inicio de la carrera, los estudiantes están como perdidos no tienen la visión de ser ingenieros, porque el interés es pasar la asignatura y se quedan sólo con lo que hay que hacer: lo necesario para pasar”
- E4: “En este curso no se da, puede haber cursos en que sí, pero particularmente en el curso de vectorial que se da en la de Antioquia, ahí no se da”

Los docentes reconocen que las TIC si tienen la potencialidad para abordar problemas más complejos y más diversos en la asignatura:

- E5: “esas tecnologías podrían ayudar a terminar realizando problemas más complejos”

Sin embargo, esto no se lleva a la práctica esencialmente, de acuerdo con la percepción de los profesores, por tres motivos:

- Escases en el tiempo disponible para el desarrollo del curso
- La rigurosidad en el diseño evaluativo (5 parciales escritos)
- Falta de una mejor base conceptual en los estudiantes

No obstante, lo anterior, los docentes sienten que el trabajo que se realiza es adecuado en el proceso de formación:

- E6: “considero que esos ejercicios que se hacían desde antes son una buena base o sirven de referencia para poder entender el tema”

La pregunta de investigación

En el planteamiento del problema, sección 1.4, se formuló la pregunta de investigación con respecto a la cual se orientó el marco referencial y el diseño metodológico de la investigación: ¿De qué manera las TIC han afectado las prácticas de enseñanza de los docentes que ofrecen el curso geometría vectorial y analítica en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia?

A manera de cierre se sintetiza como sigue los resultados más relevantes encontrados en la investigación y que en el desarrollo del capítulo 4 referente a análisis y resultados, se ha enfocado para dar respuesta a esta pregunta:

Las prácticas de los docentes han sido afectadas por las TIC ya que les han provisto de herramientas, software y hardware que son pertinentes para lograr los objetivos de enseñanza que se tienen en la asignatura: presentar los conceptos de matrices, vectores algebraicos y vectores geométricos con sus operaciones y propiedades, y las aplicaciones del mundo real y de la ingeniería que con estos pueden representarse.

Ciertos programas han tenido mayor impacto para los profesores para el ejercicio de su labor, en concreto todos los docentes de la muestra han mencionado Geogebra y Matlab, los cuales tienen aplicación directa en los temas de estudio de la asignatura.

Geogebra es un programa que tiene como propósito principal la elaboración de representaciones gráficas en dos y tres dimensiones. Los profesores observaron que éste es muy útil para ilustrar los temas de las rectas y planos en el espacio y de las secciones cónicas, ya que les posibilita realizar representaciones precisas y dinámicas. Ellos consideran que la posibilidad que se tiene con este programa para mover y transformar las gráficas facilita la presentación de los temas de la asignatura y en consecuencia la comprensión por parte de los estudiantes.

Esta es una transformación significativa, pues resuelva la limitación que se tenía al presentar estos temas con herramientas tradicionales (tiza, marcador, tablero) y que ellos mismos reconocen que su comprensión les causo dificultad en su época de estudiantes, dado que todas las circunstancias tridimensionales y dinámicas se debían representar en un tablero plano (en dos dimensiones) y estático, por lo cual se dejaba la tarea de su interpretación a la imaginación a los estudiantes de modo que se perdía el control por parte del docente orientador al no disponer de recursos para presentar estas visualizaciones.

El programa Matlab se orienta a la realización de cálculos con matrices y vectores algebraicos, los profesores indican como este ha transformado sus prácticas, ya que lo usan en varios momentos de su práctica:

- En la preparación de las clases y las evaluaciones para diseñar ejercicios, verificar resultados y establecer su dificultad.
- En la presentación de las clases para resolver ejercicios con alta complejidad operativa o que sean muy extensos.
- En la orientación del trabajo independiente de los estudiantes para presentar el programa como una referencia para que ellos puedan comprobar los ejercicios que hacen manualmente y para resolver problemas que impliquen cálculos que en la práctica sea difíciles de hacer a mano.

Otra forma en que se ha transformado la práctica de los docentes es en el modo en que administran la información y recursos que usan para la asignatura, los docentes que respondieron la encuesta y la entrevista coinciden en la recurrente utilización de la Internet como fuente de consulta, en concreto para presentar temas de la asignatura de forma actual, para modernizar los ejercicios que son tratados en el desarrollo del curso para evitar trabajar

con ejemplos que han perdido vigencia por tratar temas que ya están en desuso o desactualizados.

Las TIC han facilitado a los docentes el almacenamiento y disponibilidad de la información que requieren para el desarrollo de la asignatura, lo que amplía las posibilidades en cantidad, calidad y diversidad de formatos: Sin las TIC las referencias que servían de apoyo se limitaban a los libros de texto. La utilización de éstas ofrece mayor cantidad de recursos que además de estar en texto, también se encuentran en formato de video, audio y presentaciones.

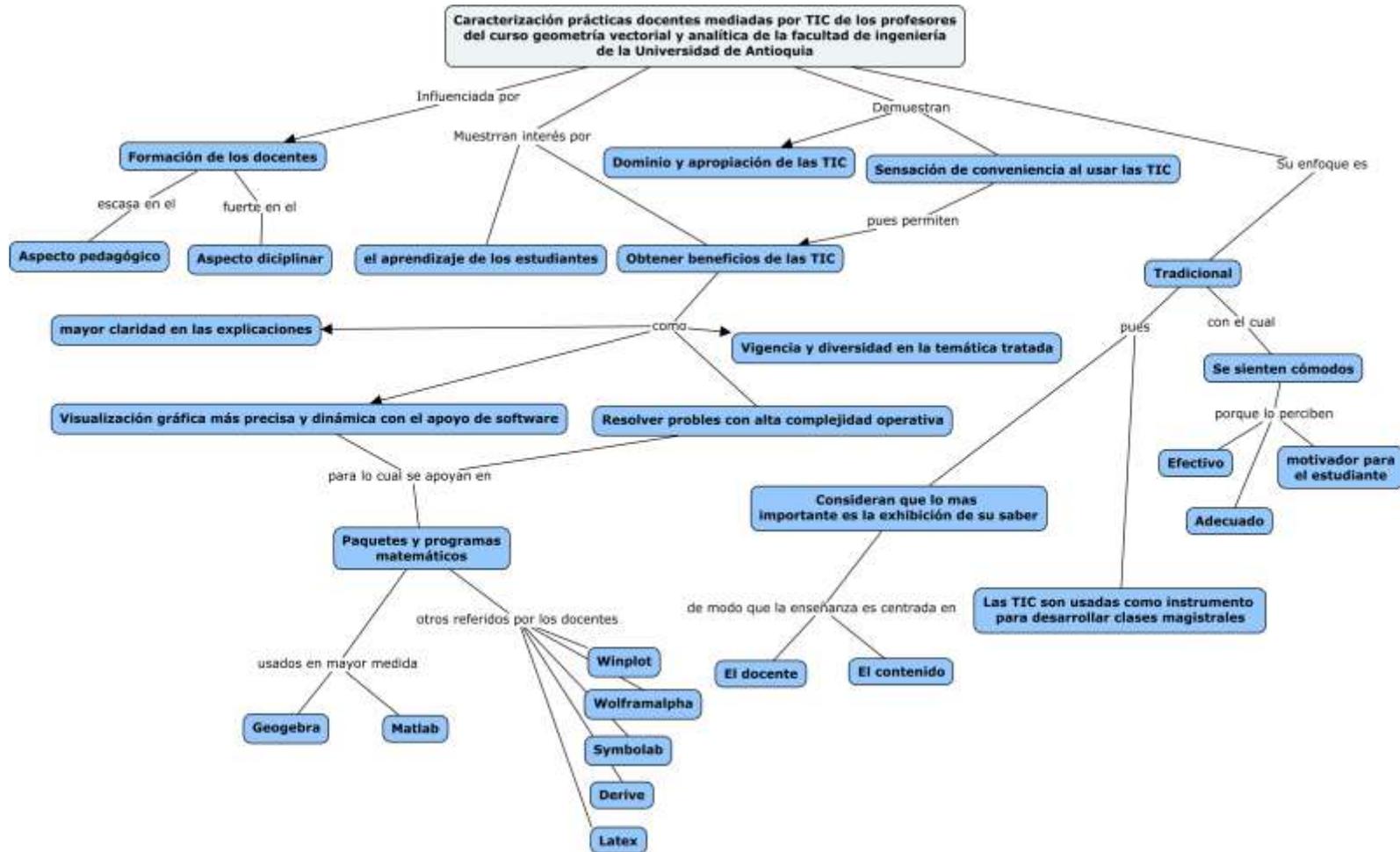
Las TIC como se ha mencionado han ocasionado transformaciones en cuanto a las herramientas usadas por los docentes para preparar y diseñar las clases y evaluaciones y a ciertas formas para presentar los contenidos de la asignatura, sin embargo no han transformado la metodología de enseñanza tradicional basada en clases magistrales, pues para ellos lo más importante es su discurso, mediante el cual tienen una posición jerárquica para orientar la asignatura en la cual asumen el rol de instructor para su enseñanza.

En síntesis, los sujetos del presente estudio están anclados en el paradigma de enseñanza tradicional, para ellos lo más importante en el acto de enseñar es su discurso y demostrar su apropiación del saber disciplinar, las TIC en su práctica les ha permitido enriquecer la experiencia de enseñar, pues han podido actualizar de manera ágil los contenidos, cuentan con diversidad de recursos para explicar y ejemplificar los conceptos, han optimizado el uso del tiempo en la gestión del curso, en la preparación, explicación, cuentan con material en formatos diversos, elaboración de cálculos complejos, el dibujo de gráficas. Adicionalmente mejoran su práctica docente porque se comunican con los estudiantes más allá del espacio del aula de manera sincrónica y asincrónica. También consideran que la universidad cuenta con suficientes equipos y software para el uso de las TIC en las clases. Los docentes sujetos de esta investigación poseen las competencias TIC para el desarrollo profesional docente en el nivel integrador, es decir, usan las TIC de manera autónoma para enriquecer su experiencia de enseñar. El uso de las TIC en la enseñanza de la Geometría Vectorial y Analítica no afecta

los desempeños de los estudiantes, no se evidenció a través del discurso de los docentes una intencionalidad explícita en este sentido.

La figura 18 muestra la visualización gráfica en la cual se sintetizan los hallazgos de este proyecto de investigación.

Figura 18: Visualización gráfica de los hallazgos encontrados en la investigación



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5. CONCLUSIONES

Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar de qué manera las TIC han afectado las prácticas de enseñanza de los docentes del curso geometría vectorial y analítica en la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia. Se trató de una investigación de corte cualitativo, consistente en un estudio de caso referente a la incorporación de las TIC para la enseñanza de las matemáticas universitarias, en la cual la recolección y análisis de los datos se llevó a cabo bajo el método de la teoría fundada.

De acuerdo con el proceso seguido se encontró que a los docentes del curso geometría vectorial y analítica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia del semestre 2018-1, les correspondió realizar su labor en una época de transición de incorporación de las TIC a la educación: Cuando ellos se formaron, no disponían de los recursos TIC, estos no existían o tenían poca difusión. Su acceso al computador era muy limitado, pues no tenían un equipo propio.

Se ha presentado una incorporación significativa de las TIC a las prácticas de estos docentes, la cual se ha dado de forma gradual y básicamente por iniciativa propia. En este sentido se identificó en este trabajo que la articulación entre la docencia y la gestión administrativa de los recursos es limitada: Aunque es evidente que la institución se ha esforzado por disponer de una buena dotación de hardware y software, la utilización de estos se ha dejado esencialmente al criterio de cada docente.

La Universidad de Antioquia, y en particular la facultad de ingeniería, han hecho importantes esfuerzos por estar actualizados en cuanto a la infraestructura tecnológica, y cuenta con recursos adecuados en cuanto a cantidad y calidad tanto de hardware como de software (ver sección 1.2.3), situación que es reconocida por los docentes. Sin embargo, la opinión de éstos no ha sido tenido en cuenta al momento de adquirir los equipos y programas,

ni se ha hecho una inducción para comunicar su disponibilidad ni para invitar a los docentes a su uso.

Los docentes saben de la existencia de los recursos por que los encuentran en el aula, y de ese mismo modo se percatan de las mejoras, que efectivamente las ha habido: Se ha invertido en infraestructura, los proyectores se mantienen en buenas condiciones, y en particular para el semestre 2018-1 en el cual se llevó a cabo el trabajo de campo de este proyecto de investigación, se dotaron varias aulas de la facultad de ingeniería con pantalla. También los docentes observan que software de los equipos están actualizados. Sin embargo, la iniciativa de su uso se ha dejado a potestad de cada profesor, por lo que se encuentra diversidad en la forma en que los docentes hacen uso de los mismos ya que no existe ninguna iniciativa por parte de la facultad para que sean utilizados.

Aún en el caso de los profesores que hacen un mayor uso de las TIC, no se presenta el caso de que proyecten toda la clase. En esto hay cierta uniformidad, porque los docentes consideran que conviene hacer los desarrollos en el tablero, con lo cual consideran que se logra la confianza y el interés por parte de los estudiantes, mientras el proyector causa los efectos contrarios.

De acuerdo con lo anterior, la proyección no es usada por algunos profesores, y otros la utilizan, pero sólo en momentos particulares, escogidos intencionalmente por ellos para presentar temas en los cuales se facilita su trabajo. Han sido mencionados por los profesores como temas oportunos para la presentación con proyector los siguientes: solución de sistemas de ecuaciones lineales, inversa de una matriz, rectas y planos en el espacio y secciones cónicas. También la proyección es usada para presentar enunciados de ejercicios y teoremas que son resueltos y demostrados en el tablero. La exposición y desarrollo de ejercicios manualmente, es la forma más frecuente para presentar contenidos y es usada por la totalidad de los profesores que respondieron a los instrumentos para recolección de datos de este proyecto de investigación.

En momentos diferentes a la ejecución de la clase las TIC son usadas por los docentes, para consultar, actualizarse, seleccionar y diseñar nuevos ejercicios para proponer en clase o para las evaluaciones, para verificar resultados y para administrar la información. Otro uso dado con frecuencia, es como ayuda en la solución extra-clase de consultas hechas por los estudiantes, donde se apoyan en las gráficas obtenidas por algún software (Geogebra, Matlab, Wolframalpha), para ilustrar los conceptos por los cuales les preguntan.

Se aprecia que hay un apego por una formación tradicional, centrada en el saber y en el docente, aunque esto se encuentra en contraposición con las tendencias actuales que propenden por modelos educativos centrados en el estudiante. La posición de los docentes en este sentido, se puede entender desde la naturaleza de los objetos de estudio de la asignatura geometría vectorial y analítica los cuales son abstractos (matrices, vectores algebraicos, vectores geométricos), y se presentan de acuerdo con la apreciación de los profesores, de forma idónea a partir de las exposiciones magistrales.

Otro aspecto que puede influir en una orientación tradicional para la asignatura está relacionado con las competencias que ésta pretende promover, específicamente, la de utilizar los conceptos aprendidos para representar problemas teóricos y prácticos, y para realizar los procedimientos que conduzcan a su solución. Los profesores consideran que la forma más eficiente para lograr estas competencias en los estudiantes, es mostrarlo a partir de la exposición del profesor. Se aprecia que se acepta el ejercicio de la enseñanza a través de la presentación de los temas de una forma clásica, basada en ejercicios típicos, además, se evidenció que esto se considera adecuado, pues permite lograr los objetivos de aprendizaje propuestos por la asignatura.

La institución tiene una buena oferta de formación en TIC para los docentes, sin embargo, su difusión es escasa, prácticamente limitada al correo electrónico. Lo cual ha incidido en la poca participación de los docentes de la misma. Debe aclararse que aún bajo esta circunstancia, los docentes evidencian en su discurso, que están suficientemente capacitados para manejar las TIC e incorporarlas a sus prácticas de enseñanza.

Bajo las circunstancias mencionadas, se ha encontrado que los profesores reconocen que las TIC hacen parte de la realidad social actual, ellos son conscientes de que los estudiantes las utilizan en su cotidianidad, tanto con fines académicos, por ejemplo cuando consultan videos en YouTube sobre solución de ejercicios de sus asignaturas, utilizan software para resolver los problemas, o consultan referencias en documentos en pdf por medio de la Internet, como con fines no académicos, como al utilizarlas para actividades de comunicación y entretenimiento, como la mensajería por WhatsApp, correo electrónico, redes sociales, la consulta de información relacionada con sus intereses y aficiones, y acceder a contenidos en formatos de audio y video entre otras actividades.

También los profesores manifestaron tener presente que las TIC hacen parte del sector productivo para el cual se forman los estudiantes de ingeniería, dado que los procesos productivos se encuentran sistematizados y se apoyan en software para llevarse a cabo en prácticamente todas las ramas de la ingeniería, donde se utilizan programas para hacer representaciones gráficas, realizar cálculos, administrar la información, y también son utilizadas como medio de comunicación.

Esta consciencia de la presencia y utilización de las TIC tanto en la vida cotidiana de los estudiantes, como en su futuro desempeño profesional ha conducido a los profesores a apropiarse de ellas y a aprender a usarlas con eficiencia para enriquecer sus clases con otros formatos y procurar que con base en las TIC el proceso de enseñanza sea realizado con mayor claridad, que haya mayor diversidad en los temas de estudio y que la asignatura sea más moderna. Es oportuno hacer énfasis en que la apropiación y aprendizaje de los docentes acerca de las TIC, se ha dado principalmente de forma autodidáctica, aunque es cierto que los profesores manifestaron en muchos casos haber participado de capacitaciones en TIC, también observaron que éstas son muy intuitivas y que la mayor parte del perfeccionamiento en su manejo lo han adquirido por cuenta propia, a partir de la consulta y la práctica.

Mientras hay docentes que hacen un uso intensivo de las TIC, que recurren a ellas en todos los momentos de su práctica docente (consulta, preparación de las clases, elaboración de material, ejecución de las clases, diseño y revisión de evaluaciones, comunicación y administración del curso). También hay otros que lo hacen en menor medida y las usan sólo en algunos momentos del proceso de enseñanza.

Estas diferencias en su uso no se encuentran asociadas a la edad ni al género, sino que están más bien relacionadas con la formación y los intereses personales de cada docente. Aquellos profesores que en sus estudios han estado más cerca de las TIC, porque se han orientado hacia el manejo de software o hacia la programación, recurren más a usarlas, que los que han tenido énfasis diferentes en sus programas de estudio. En todos los casos se reconoce que el tiempo es un factor limitante: Es común la afirmación de que en caso de mayor disposición de tiempo habría mayor utilización de las TIC, en especial para la ejecución de las clases.

Los docentes manifestaron que las TIC inciden de forma positiva en la formación dado que los estudiantes tienen mayores posibilidades para acceder a la información. También advierten la necesidad de que los estudiantes accedan a la información de forma guiada y de que la validez de las fuentes sea verificada, ya que del mismo modo que la cantidad de información es abundante, también abundan los errores y las imprecisiones, por lo cual la correcta orientación del docente para su uso, es considerada como algo fundamental.

Las TIC inciden tanto en el aspecto comprensivo de la asignatura al permitir acercarse a la misma desde diferentes perspectivas, como en el motivacional ya que los estudiantes encuentran mayor interés en la asignatura al poder relacionarla con objetos que hacen parte de su cotidianidad (como el smartphone y la Internet). Particularmente en el curso geometría vectorial y analítica hay dos temas que los profesores resaltan por su conveniencia para abordarlos con el uso de TIC:

- Los sistemas de ecuaciones lineales y las operaciones con matrices
- Las representaciones gráficas tridimensionales y de las secciones cónicas

En cuanto a los sistemas de ecuaciones lineales y las operaciones con matrices, los docentes encuentran que las TIC son de ayuda para encontrar los resultados de forma ágil y precisa, además de que se amplía la posibilidad de enfrentarse a sistemas de mayor tamaño y complejidad. En clase, y sin la utilización de las TIC, se resuelven sistemas que como mucho incluyen 4 ecuaciones con 4 variables, lo cual es útil para comprender los conceptos y la mecánica de trabajo, pero debe tenerse en cuenta que en la práctica de la ingeniería hay situaciones que se representan con sistemas más grandes.

En cuanto a las representaciones gráficas tridimensionales y de las secciones cónicas, los docentes han observado que su comprensión les causó dificultad, cuando se encontraban en su época de estudiantes. Las TIC brindan la posibilidad de representaciones más visuales que incorporan la movilidad de estas, con lo que se consigue una mejor comprensión por parte de los estudiantes.

Reflexión con respecto al problema de reprobación y las posibilidades de las TIC en el curso geometría vectorial y analítica

Este trabajo de grado está concebido como una tesis teórica que presenta resultados de carácter descriptivo – comprensivo, de acuerdo con los criterios establecidos por el programa de la maestría en educación con énfasis en ambientes de aprendizaje mediados por TIC de la Universidad Pontificia Bolivariana. De acuerdo con lo anterior, no está dentro del alcance de este proyecto la obtención de resultados de carácter práctico. Sin embargo y a modo de cierre de este, se identifican elementos que ameritan una reflexión conducente al reconocimiento de acciones pertinentes para afrontar problemáticas que se evidenciaron durante el proceso investigativo.

En el contexto del curso Geometría Vectorial y Analítica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, se observa que el problema de la reprobación en la asignatura presenta índices muy altos, ya que ni siquiera el 50% de los estudiantes logran aprobar la asignatura (ver tabla 2, página 29).

A lo largo del presente trabajo, se encontró que el curso es desarrollado de forma tradicional, en cuanto a su orientación y su evaluación, por lo cual sólo los estudiantes que tengan la habilidad particular para adaptarse a este modelo de aprendizaje y para presentar las evaluaciones tal y como están diseñadas, tendrán posibilidad de éxito en su proceso de formación.

Las TIC son usadas por los profesores como un instrumento para orientar de manera tradicional la asignatura, de modo que no son suficientemente explotadas para mejorar los resultados de aprendizaje y evaluativos de estudiantes cuyas destrezas para la comprensión sean diferentes es decir, éstas no se aprovechan para diversificar la evaluación y dar valor a ciertas habilidades que no son tenidas en cuenta en la presentación magistral de la asignatura ni en la evaluación a través de exámenes escritos, como por ejemplo la capacidad para acceder a la información, para comunicar los resultados a través de la web por diversos formatos como correo electrónico y material multimedia, manejar y desarrollar aplicaciones en el celular o el computador entre otras posibilidades mediadas por TIC.

Las TIC brindan la posibilidad de diversificar el modo en que se llevan a cabo la enseñanza y la evaluación. Si bien es cierto que las destrezas que se promueven con la metodología que está vigente son muy importantes, y que ésta ha sido utilizada por muchos años y ha logrado capacitar ingenieros competentes en el sector productivo, también es posible ampliar las oportunidades para que estudiantes con otras habilidades saquen el mejor provecho de las mismas para avanzar en su proceso formativo.

Lo anterior hace referencia a competencias que pueden y deben ser útiles para el desempeño profesional de un ingeniero y que se pueden fomentar desde asignaturas básicas como es el caso de la geometría vectorial y analítica. Es necesario que los estudiantes aprendan sobre propiedades y operaciones con los objetos de estudio de la asignatura (matrices, vectores algebraicos, vectores geométricos) pero además de esas competencias, también existe la posibilidad de promover otras relacionadas con la utilización de las TIC y de tenerlas en cuenta en la evaluación de la asignatura.

Esta reflexión pretende reconocer que además de la capacidad para resolver problemas de forma rigurosa, como lo promueven las asignaturas de matemáticas que se cursan en el ciclo de formación básica, y en particular en el curso de geometría vectorial y analítica, también hay otras habilidades que son convenientes y útiles para un ingeniero, dentro de lo que habría muchos ejemplos posibles de capacidades entre las cuales se pueden mencionar las de trabajar en equipo, elaborar un programa en computador para resolver problemas prácticos y manejar software específicos para hacer representaciones geométricas.

Lo que ocurre actualmente, es que las competencias que se evalúan en el curso de geometría vectorial y analítica son muy limitadas, no hay variedad en ellas y están orientadas a resolver problemas de forma individual que se evidencian por pruebas escritas, por lo cual puede darse que un estudiante obtenga buenas notas como producto de un aprendizaje ajustado a este modelo de enseñanza, pero que tenga debilidades en otros aspectos necesarios para un ingeniero, como los mencionados anteriormente (trabajo en equipo y manejo de programas de computador).

A partir del análisis hecho en este trabajo, se observa como medida de acción encaminada a mejorar los índices de mortandad y deserción, y basada en el aprovechamiento de las habilidades diversas de los estudiantes la inclusión de estrategias que incluyan las TIC para la enseñanza y evaluación del curso. Al preguntar en las entrevistas por ideas para modificar la evaluación del curso, se destacan las siguientes respuestas obtenidas:

- E1: “Organizar o motivar que el estudiante prepare un tema y lo exponga...sería muy interesante, porque se gana en muchas cosas no solo en el aprendizaje del muchacho, sino que también aprenda a desenvolverse con los conceptos. Al enseñar uno aprende más. Muchas veces uno no aprende no porque no pueda, sino que, por su condición, su timidez lo cohíbe”.
- E2: “lo haría con trabajos, porque yo he notado que una de las causas de los malos resultados en los exámenes de los estudiantes es que les falta mucha práctica, si uno propone por ejemplo un taller, eso obliga al estudiante a ir a resolverlo”.
- E5: “trabajar en matrices o vectores con Matlab”
- E6: “tienen que escribir, aunque también soy consciente de que todas las personas aprenden de forma muy diferente, muchos como yo necesitamos el papel, también he tenido estudiantes que poco han practicado igual les va bien, entonces eso depende también de las habilidades que tengan las personas”

Los anteriores comentarios muestran que en la reflexión de los profesores se encuentra que hay otras formas para desarrollar competencias útiles para los ingenieros en formación y para evaluarlas, diferentes a las que se usan actualmente. Podrían hacerse modificaciones que inicialmente a modo de prueba tengan una pequeña incidencia en la enseñanza y evaluación del curso y se logre su perfeccionamiento a media que puedan cuantificarse los resultados:

- Incrementar medios de acceso a los temas de la asignatura en diferentes formatos, a través de plataformas como Moodle, para que los estudiantes cuenten con recursos audiovisuales e interactivos que se integren al desarrollo del curso.

- Asignar un porcentaje de la evaluación del curso (en principio pequeño) en el cual se diversifique en las competencias evaluadas (que en la actualidad se limitan a resolver pruebas escritas), en las cuales se puede incluir:
 - Elaboración de un proyecto en equipo que integre los temas del curso con el programa de formación.
 - Desarrollo de un programa de computador que ayude a resolver ejercicios de la asignatura.
 - Exposición de un tema de la asignatura con apoyo de software

Estas propuestas se originan en dar libertad a cada docente para que las implemente de acuerdo con su experiencia, con el objetivo de promover competencias en los estudiantes y en el ejercicio de su libertad de cátedra.

De este modo se presenta como un asunto para pensar o una posibilidad para dar continuación al trabajo de investigación, el cual termina al hacer la caracterización del uso de las TIC en las prácticas de enseñanza de los docentes del curso geometría vectorial y analítica para la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia.

REFERENCIAS

- Álvarez, G. M., Giraldo, M. E., & Navarro, C. D. P. (2017). Uso de TIC en investigación cualitativa: discusión y tendencias en la literatura. *Katharsis*, (23), 218. <https://doi.org/10.25057/25005731.873>
- Aristizábal, D., Restrepo, R., Ramírez, C., Montoya, N., González, E., & Muñoz, T. (2015). Uso de las NTIC para apoyar la enseñanza de la física básica para ingenieros: experiencia en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- Ascheri, E., Pizarro, R., Astudillo, G., García, P., & Culla, M. (2014). Software educativo en línea para la enseñanza y el aprendizaje de temas de Cálculo Numérico. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 14(2).
- Ávila, B., Álvarez, M., & Romero, R. (2013). Aprendizaje de las matemáticas y aplicaciones a la ingeniería. *Revista Pistas Educativas*, 101(17), 186–197. Recuperado de <http://pistaseducativas.itc.mx/wp-content/uploads/2013/06/17-AVILA-PE-101-186-197.pdf>
- Barrera, S. (2015). Visualización en Tres Dimensiones en ambiente de geometría dinámica. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 3(1).
- Bokosmaty, S., Mavilidi, M.-F., & Paas, F. (2017). Making versus observing manipulations of geometric properties of triangles to learn geometry using dynamic geometry software. *Computers & Education*, 113, 313-326. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.06.008>

- Bosch, H. E., Di Blasi, M. A., Pelem, M. E., Bergero, M. S., Carvajal, L., & Geromini, N. S. (2011). Nuevo Paradigma Pedagógico para Enseñanza de Ciencias y Matemática. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(3).
- Botana, F., Abánades, M., & Escribano, J. (2014). Using a free open source software to teach mathematics. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(4), 728-735.
- Bravo, A., Castañeda, L. J., Hernández, H. I., & Hernández, L. A. (2016). Enseñanza de las matemáticas en ingeniería: Modelación matemática y matemática contextual. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(21), 27–31. Recuperado de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/601>
- Bravo, C., & Javier, D. (2015). *Implementación de estrategias innovadoras apoyadas en las TIC\’ S para el aprendizaje de las matemáticas del bloque número uno del segundo año de bachillerato general unificado en la Unidad Educativa Zoila Esperanza Palacios*.
- Cabero Almenara, J., & Barroso Osuna, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 6(1), 44-50. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- Cabero, J. (2007). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación* (1ra ed.). Madrid: McGrawHill-Interamericana de España.
- Caicedo, A. M., & Rojas, T. (2014). Creencias, conocimientos y usos de las TIC de los profesores universitarios. *Educación y Educadores*, 17(3), 517-533. <https://doi.org/10.5294/edu.2014.17.3.7>
- Carnoy, M. (2004). Las TIC en la enseñanza: posibilidades y retos. *ICT in Education*, 21.

- Carranza, M. (2011). *Exploracion del impacto producido por la integración del ambiente de geometría dinámica (agd) geogebra en la enseñanza de los cursos de matemáticas básicas de primer semestre de la universidad nacional de colombia sede palmira* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 11(2), 171-194.
- Chan, K., & Leung, S. (2014). Dynamic Geometry Software Improves Mathematical Achievement: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 51(3), 311-325.
- Claro, M. (2010). Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes: estado del arte. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, 1-28.
- Có, P., Del Sastre, M., Panella, E., & Sadagorsky, A. (2011). Valoración del impacto de los software matemáticos en el aprendizaje y la enseñanza de la matemática básica en carreras de ingeniería. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 1134-1141). México DF: En Lestón, Patricia.
- Colombia | Ranking Web de Universidades. (s. f.). Recuperado 8 de junio de 2018, de http://www.webometrics.info/es/Latin_America_es/Colombia
- Colombo, E., Llanos, V. C., & Otero, M. R. (2016). La génesis histórica de la geometría analítica y la enseñanza en la escuela secundaria. *Números*, 93, 93-110. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/9342/>

- Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review*, 56, 24-39. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2016.11.007>
- Consejo Superior de la Universidad de Antioquia. estatuto profesoral de la Universidad de Antioquia, Acuerdo Superior 083 de 1996 § (1996). Recuperado de <http://avido.udea.edu.co/concursomeritos/concursopublico/files/Estatuto%20Profesoral%20Acuerdo%20Superior%20083%20de%201996.pdf>
- Consejo Superior de la Universidad de Antioquia. estatuto profesoral de la Universidad de Antioquia, Acuerdo suérior 253 de 2003 § (2003). Recuperado de <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/c470a05b-bbf8-40e3-976a-de58f7e5b4e2/estatuto-profesor-ocasional-catedra-concordancias.pdf?MOD=AJPERES>
- Cruz, Jesús, Gallardo, P., & Villarreal, E. (2014). Oportunidades de integración de la realidad virtual al proceso de enseñanza de los estudiantes de ingeniería eléctrica: un análisis desde el enfoque de sistemas/Opportunities for Integration of Virtual Reality the Process of Teaching Students Electrical Engineering: an Analysis from the Perspective of Systems. *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología*, 1(2). Recuperado de <http://journals.epistemopolis.org/index.php/cienciaymat/article/view/1022>
- Cruz, Juan, Malagón, G., Sánchez, J., & Serna, F. (2004). *LOS EJERCICIOS COMO PRÁCTICA EDUCATIVA Caracterización de las prácticas docentes y de estudio alrededor de los ejercicios en asignaturas de ciencias básicas de ingeniería* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

- Deossa Quintero, M., Sierra Cadavid, M. E., Botero, A., & Andrés, C. (2015). Gestión del conocimiento en el Programa Integración de Tecnologías a la Docencia, Universidad de Antioquia Estudio de Caso Banco de Objetos de Aprendizaje (BOA) 2010–2013.
- Díaz Barriga, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*.
- Duque, M., & Celis, J. (2012). Educación en Ingeniería para la ciudadanía, la innovación y la competitividad en Iberoamérica. *ASIBEI, Bogotá, Colombia*, 44–45.
- El Congreso de la República de Colombia. Ley General de Educación, Pub. L. No. 115, 50 (1994). Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-85906_archivo_pdf.pdf
- Estrella, B. (2015). *Diseño de un entorno virtual pedagógico de matemática para la capacitación y actualización profesional de docentes de básica media* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Fainholc, B. (2016). Presente y futuro latinoamericano de la enseñanza y el aprendizaje en entornos virtuales referidos a educación universitaria. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (48). <https://doi.org/10.6018/red/48/2>
- Falco, M. (2017). Reconsiderando las prácticas educativas: TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje/RETHINKING EDUCATIONAL PRACTICES: ICTs IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS. *Tendencias Pedagógicas*, (29).
- Flores, I., González, G., & Rodríguez, I. (2013). Estrategias de enseñanza para abatir la apatía del alumno de secundaria. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10.

- García, J. Á. (2014). Ingeniería, matemáticas y competencias / Engineering, mathematics and competences. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(1).
<https://doi.org/10.15517/aie.v14i1.13383>
- García, M., & López, A. (2016). Características de las TIC para la enseñanza de las matemáticas: el estudio del cálculo vectorial. *Revista AMIUTEM*, 4(2).
- García Retana, J. Á. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Educación*, 37(1).
- Garza, J. Á. G., Alonso, G. F. M., & Cubero, A. T. (2015). El valor añadido por las TIC a la formación de competencias en estudiantes de ingeniería. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (31), 1–13. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/DIM/article/download/291535/380015>
- Genlott, A. A., & Grönlund, Å. (2016). Closing the gaps – Improving literacy and mathematics by ict-enhanced collaboration. *Computers & Education*, 99, 68-80.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.04.004>
- Giraldo, M. E., & Alvarez, G. (2009). Categorías usos y apropiación de TIC. Grupo de Investigación Educación en Ambientes Virtuales (EAV). Facultad de Educación. Universidad Pontificia Bolivariana.
- González, A., & De Pablos Pons, J. (2015). Factores que dificultan la integración de las TIC en las aulas. *Revista de Investigación Educativa*, 33(2), 401.
<https://doi.org/10.6018/rie.33.2.198161>
- Grainger, J., & Stevenson, W. (1996). *Análisis de sistemas de potencia*. México: McGraw-Hill.

- Grossman, S., & Flores, J. (2012). *Álgebra lineal* (7.^a ed.). México: McGrawHill-Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Guisado, A. (2014). *Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para motivar el aprendizaje de la estequiometría* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/39709/1/anafloguisadog.2014.pdf>
- Gutierrez, F., & Prieto, D. (1994). *La Mediación Pedagógica Para la Educación Popular* (1.^a ed.). San José, C.R.
- Hernández, L., Acevedo, J., Martínez, A., & Cruz, B. (2014). El uso de las TIC en el aula: un análisis en términos de efectividad y eficacia., 21.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed). México, D.F: McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014a). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014b). *Metodología de la investigación (centro de recursos en línea: Material complementario Capítulos adicionales)*. Recuperado de novella.mhhe.com/sites/dl/free/000001251x/1058642/CAPITULO04.pdf
- Hooker, M. (2017). *A Study on the Implementation of the Strengthening Innovation and Practice in Secondary Education Initiative for the preparation of Science, Technology, English and Mathematics (STEM) Teachers in Kenya to integrate Information and Communication Technology (ICT) in Teaching and Learning*. Queen's University Belfast.

- Hoyos, A., & Palacio, M. (2012). *Usos de las TIC en las prácticas de enseñanza de los docentes de física del ITM y sus posibles mediaciones pedagógicas* (Tesis de Maestría). Universidad Pontificia Bolivariana.
- Hurtado, A., & Orjuela, H. (2013). acercamiento al Desarrollo de Software de Simulación Interactivo Como Herramienta en la Enseñanza y Aprendizaje de la Física: Proyecto Step. *Revista Virtual EDUCyT*, 11.
- ISTE. (2017). ESTÁNDARES ISTE PARA DOCENTES. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/iste-estandares-docentes-2017.pdf>
- Jaramillo, A., & Oleas, G. (2009). *Geometría vectorial y analítica: una introducción a la álgebra lineal*. Ude@.
- Jaramillo, Alberto. (s. f.). Programa del Curso Geometría Vectorial y Analítica Para la Facultad de Ingeniería. Recuperado de <http://ciencias.udea.edu.co/programas/servicios/IMS120>
- Kolman, B., & Hill, D. (2006). *Álgebra lineal* (6.ª ed.). México: Pearson Educación.
- Lafuente Ibáñez, C., & Marín Egoscóabal, A. (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista escuela de administración de negocios*, (64).
- Levicoy, D., Sánchez, J., & Mayorga, A. (2013). Cabri II Plus como herramienta para la enseñanza de las Isometrías. *Revista educación y tecnología*, 4, 52-63.
- Ley 1341 de 2009 - Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2009). Recuperado 2 de noviembre de 2017, de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3707.html>

- Llorente, M. del C. L. C. (2008). Aspectos fundamentales de la formación del profesorado en TIC. *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*, (31), 121–130.
- Margaryan, A., Littlejohn, A., & Vojt, G. (2011). Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Computers & Education*, 56(2), 429-440. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.004>
- Martínez, F., & González, J. (2018). EXPERIENCIAS DE LOS DOCENTES PERTENECIENTES A LAS FACULTADES DE INGENIERÍA AL IMPLEMENTAR LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN SUS PRÁCTICAS EDUCATIVAS PRESENCIALES. *Revista Internacional Tecnologías en la Educación*, 5(1), 13. Recuperado de <http://journals.epistemopolis.org/index.php/tecnologiasedu> EXPERIENCIAS DE LOS DOCENTES PERTENECIENTES A LAS FACULTADES DE INGENIERÍA AL IMPLEMENTAR LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
- Martínez, M. L. (2007). La práctica del docente universitario con herramientas TIC: un nuevo desafío, 22.
- Martínez, O., Steffens, E. J., Ojeda, D. C., & Hernández, H. G. (2018). Estrategias Pedagógicas Aplicadas a la Educación con Mediación Virtual para la Generación del Conocimiento Global. *Formación universitaria*, 11(5), 11-18. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000500011>
- Masmela, E., & Forero, A. L. (2010). Proyecto TEACH-ME: Experiencias desde el Centro Regional Girardot. *Revista Inventum*, (9), 68–76.

- Melo, M. (2003). Las matemáticas en la ingeniería a través de la historia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 13, 53-60. <https://doi.org/10.18359/rcin.1337>
- MEN. (s. f.). Lineamientos para una formación por competencias - ...:Ministerio de Educación Nacional de Colombia:.. Recuperado 1 de mayo de 2018, de <http://mineducacion.gov.co/1621/article-299637.html>
- Méndez Coca, D., & Méndez Coca, M. (2014). El profesorado de ciencias y matemáticas y la comunicación a través de las tic. *Historia y Comunicación Social*, 19(0). https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2014.v19.44960
- Menéndez, C. (2012). MEDIADORES Y MEDIADORAS DEL APRENDIZAJE. COMPETENCIAS DOCENTES EN LOS ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE. *tEmas/Temas*.
- Ministerio de Educación Nacional. Resolución 2773 (2003).
- Mohd, N., & Maat, S. M. (2013). An investigation on ICT application in learning mathematics among engineering technology students. *World Applied Sciences Journal*, 21(6), 825-828. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.21.6.59>
- Morales, Y. (2013). LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA EN INGENIERÍA MECÁNICA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES. *Pedagogía Universitaria*, XVIII(4), 75-90. Recuperado de http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/view/591/pdf_14
- Orozco, E., Montoya, J., Felix, V., & Mena, L. (2013). El m-Learning como soporte para la construcción de conocimiento en la enseñanza de las Ciencias. En *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica* (Vol. 1, pp. 20-27). Recuperado de

https://www.researchgate.net/profile/Manuel_Prieto3/publication/265598681_Tecnologias_y_Aprendizaje_Avances_en_Iberoamerica_CcITA_2013_CUN_Vol_1/links/54149bdc0cf2bb7347db3322/Tecnologias-y-Aprendizaje-Avances-en-Iberoamerica-CcITA-2013-CUN-Vol-1.pdf#page=21

Peláez, I., Tamayo, L., & López, H. (2012). *La Práctica de Enseñanza de los Docentes que Culminaron el Momento de Apropiación Profesional de la Ruta de Formación Docente en TIC del municipio de Medellín* (Tesis de Maestría). Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.

Peña, A. (2012). Las tic en la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría en la ESO. *Suma*, 69, 37-48.

Peñas, M., & Castro, G. (2010). Laboratorios virtuales de procesamiento de señales. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 7(1).

Picado, F. (2001). *Didáctica general: una perspectiva integradora*.

Pizarro, R. A. (2009). *Las TICs en la enseñanza de las Matemáticas* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata.

Ramos, S., Guerrero, M., & Guerrero, G. (2016). Desarrollo de tecnologías de la información y la comunicación para reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias en el grado de maestro/a en educación infantil de la Universidad de Málaga. *Educación Química*.

Restrepo, D. A. (2013). La Teoría Fundamentada como metodología para la integración del análisis procesual y estructural en la investigación de las Representaciones Sociales, 13. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4235/423539419008.pdf>

- Rodríguez, H., Restrepo, L. F., & Aranzazu, D. (2014). Alfabetización informática y uso de sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) en la docencia universitaria. *Revista de la Educación Superior*, 43(171), 139-159. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.03.004>
- Rodríguez, R. (2010). El impacto de las TIC en la transformación de la enseñanza universitaria: Repensar los modelos de enseñanza y aprendizaje. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(1), 32-68. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2010/201014897003.pdf>
- Rosales, G. (2012). *Diseño e implementación de talleres para la enseñanza y aprendizaje del álgebra matricial y solución de sistemas de ecuaciones lineales con Scilab* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizalez.
- Runge, A. (2002). Una epistemología histórica de la pedagogía: El trabajo de Olga Lucía Zuluaga. *Revista de Pedagogía*, 23(68), 361-385. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922002000300002&lng=es&tlng=es.
- Saha, R. A., Ayub, A. F. M., & Tarmizi, R. A. (2010). The Effects of GeoGebra on Mathematics Achievement: Enlightening Coordinate Geometry Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8, 686-693. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.095>
- Salas, W. (2005). FORMACIÓN POR COMPETENCIAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR. UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL A PROPÓSITO DEL CASO COLOMBIANO. *Revista iberoamericana de educación*, 36(9), 11.

- Sana, F., Weston, T., & Cepeda, N. J. (2013). Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers. *Computers & Education*, 62, 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.003>
- Sánchez, J., Dormido, S., & Morilla, F. (2000). Laboratorios virtuales y remotos para la práctica a distancia de la Automática. *Centro Virtual Cervantes*.
- Sandoval, C. (2002). *Investigación cualitativa*. Arfo.
- Scolari, C. (2008). *Hipermediaciones: elementos para una teoría de la comunicación digital interactiva*. Gedisa.
- Siero González, L. R., Hernández Torres, E. L., & Oviedo González, E. (2015). Implementación de actividades lúdicas y trabajo cooperativo para el aprendizaje de las matemáticas en el tronco común de las carreras de ingeniería, arquitectura y diseño. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 1(8). Recuperado de <http://cenid.org.mx/memorias/ctes/index.php/ctes/article/viewFile/277/266>
- Siero, L. R., Hernández, E. L., & Oviedo, E. (2015). Implementación de actividades lúdicas y trabajo cooperativo para el aprendizaje de las matemáticas en el tronco común de las carreras de ingeniería, arquitectura y diseño. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 1(8). Recuperado de <http://cenid.org.mx/memorias/ctes/index.php/ctes/article/viewFile/277/266>
- Smaill, C. R., Rowe, G. B., Godfrey, E., & Paton, R. O. (2012). An Investigation Into the Understanding and Skills of First-Year Electrical Engineering Students. *IEEE Transactions on Education*, 55(1), 29-35. <https://doi.org/10.1109/TE.2011.2114663>

- So, H.-J., Choi, H., Lim, W. Y., & Xiong, Y. (2012). Little experience with ICT: Are they really the Net Generation student-teachers? *Computers & Education*, 59(4), 1234-1245. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.008>
- Steiner, D., & Mendelovitch, M. (2016). «I'm The Same Teacher»: The Attitudes of Science and Computer Literacy Teachers Regarding Integrating ICT in Instruction to Advance Meaningful Learning. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1259-1282. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00670a>
- Suárez, A. R., Calier, F. R., & Aguilar, I. D. A. (2014). Diseño de una metodología para medir la brecha digital a partir del Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). *Revista Matices tecnológicos*, 4.
- Toro, L., Ortiz, H., & Jiménez, F. (2016, julio). Solución de problemas complejos de ingeniería empleando sistemas cognitivos especializados como motivación en la enseñanza de matemáticas avanzadas para ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(22), 31-38.
- Unesco. (2004). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente: guía de planificación*. Montevideo: UNESCO.
- UNESCO. (2008a). ESTÁNDARES DE COMPETENCIAS EN TIC PARA DOCENTES. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>
- UNESCO. (2008b). Estandares de competencias TIC para docentes. UNESCO Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Recuperado de <https://is.gd/iRkZdq>

- Uribe-Tirado, A. (2010). La Alfabetización Informacional en la Universidad. Descripción y Categorización según los niveles de integración de Alfin. Caso Universidad de Antioquia (Information Literacy at the University. Description and Categorization According Integration Levels of IL. Case University of Antioquia.). Recuperado de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2401208
- Valcárcel, A. G., & Tejedor, F. J. T. (2015). El valor de las TIC en las estrategias de aprendizaje y su incidencia en el rendimiento. *Educación XXI*.
- Vílchez, E. (2007). Sistemas expertos para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en la educación superior. *CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN*, 2(3), 45–67.
- Zapata-Ros, M. (2012). Calidad en entornos ubicuos de aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 31, 12. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/31>
- Zuluaga, J. M., Pérez, F. E., & Gómez, J. D. (2015). MatemÁTIC. Una experiencia de aula que integra a las matemáticas y las TIC.

ANEXOS

Anexo 1: Clasificación preguntas de la encuesta

Tabla 16. Clasificación preguntas de la encuesta

Tema de la Pregunta	Obligatorias			Opcionales			Total preguntas
	Abiertas	Cerradas	Total Obligatorias	Abiertas	Cerradas	Total opcionales	
Iniciales (correo electrónico – últimos semestres en que dictó el curso).	2	0	2	0	0	0	2
Datos personales Para clasificación, no para individualización. (No se pregunta el nombre)	2	0	2	0	0	0	2
Formación (pregrado, posgrado)	3	1	4	3	1	4	8
Experiencia y trayectoria	0	2	2	0	0	0	2
Prácticas docentes y uso de TIC	0	3	3	4	0	4	7

Tema de la Pregunta	Obligatorias			Opcionales			Total preguntas
	Abiertas	Cerradas	Total Obligatorias	Abiertas	Cerradas	Total opcionales	
Percepción del uso de TIC en el aula para la enseñanza del curso geometría vectorial y analítica	0	7	7	4	0	4	11
Comentarios adicionales	0	0	0	1	0	1	1
Total	7	13	20	12	1	13	33

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Formulario encuesta

Construido con la tecnología de formularios de Google. Versión online:
<https://goo.gl/forms/fESv1KiBCPRX5wAm1>

Las TIC en enseñanza de la Geometría Vectorial y Analítica en la UdeA.

Cordial saludo apreciado docente

Agradezco su apoyo al diligenciar este formulario. Sus respuestas serán usadas con fines académicos, para caracterizar el uso de TIC en las prácticas de enseñanza del curso geometría vectorial y analítica. Esto se hace como parte del proyecto de investigación "Prácticas de enseñanza en la asignatura geometría vectorial y analítica para ingeniería en la Universidad de Antioquia con apoyo de TIC", el cual adelanto como trabajo de grado de la Maestría en Educación de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Importante:

1. En esta encuesta se usa la abreviatura GVA para geometría vectorial y analítica.
2. La abreviatura TIC hace referencia a las tecnologías de la Información y comunicación, tanto dispositivos físicos como aplicaciones.
3. Por favor responda de manera espontanea, se espera que conteste con base en información que ud. sepa de memoria sin necesidad de requerir ninguna consulta. Se estima que tomará 9 minutos responder completamente.
4. No se pide su nombre, porque la intención es caracterizar y no individualizar. El correo electrónico es pedido para posibilitar la comunicación en caso de ser requerida
5. Se incluyen algunas preguntas para respuesta abierta que se han colocado intencionalmente opcionales, podrá dejarlas en blanco, con lo cual se entiende que ud. no tiene una posición relevante con respecto a la pregunta.

Jaime Andrés Jaramillo González
Docente cátedra UdeA
jairmeaj@gmail.com

*Obligatorio

1. Dirección de correo electrónico *



Identificación

2. Semestres en los cuales ha orientado el curso GVA

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- 2018-1
- 2017-2
- 2017-1
- 2016-2
- Semestres anteriores a 2016-2

3. Rango de edad en años *

Marca solo un óvalo.

- Menos de 24
- Entre 24 -35
- Entre 36 - 45
- Entre 46 - 55
- mas de 56

4. Género *

Marca solo un óvalo.

- Femenino
- Masculino

5. Título de pregrado *

6. Institución *

7. Año *

8. Tiene título de posgrado? (Especialización, Maestría, Doctorado) *

Marca solo un óvalo.

- Sí *Pasa a la pregunta 8.*
- No *Pasa a la pregunta 12.*

Formación avanzada

Si tiene más de un título de posgrado, colocar el de mayor nivel

9. Nivel

Marca solo un óvalo.

- Especialización
- Maestría
- Doctorado

10. Título

11. Institución

12. Año

Experiencia y trayectoria**13. Tiempo durante el cual ha ejercido la docencia universitaria (tiempo total, de forma continua o no) ****Marca solo un óvalo.*

- menos de 1 año
- entre 1 y 2 años
- entre 2 y 5 años
- entre 6 y 10 años
- mas de 11 años

14. Tiempo durante el cual ha ejercido la docencia universitaria en la UdeA **Marca solo un óvalo.*

- menos de 1 año
- entre 1 y 2 años
- entre 2 y 5 años
- entre 6 y 10 años
- mas de 11 años

15. Tipo de vinculación en la UdeA **Marca solo un óvalo.*

- Cátedra
- Ocasional
- Vinculado

16. Tiempo durante el cual ha orientado el curso GVA en la UdeA (tiempo total, de forma continua o no) **Marca solo un óvalo.*

- menos de 1 año
- entre 1 y 2 años
- entre 2 y 5 años
- entre 6 y 10 años
- más de 11 años

TIC

17. La edad en la cual ud. dispuso de su primer computador (familiar en casa ó propio) fué *

Marca solo un óvalo.

- Antes de los 5 años
- Entre los 6 y los 10 años
- Entre los 11 y los 16 años
- Entre los 17 y los 25 años
- Entre los 26 y los 35 años
- Después de los 35 años
- Nunca ha dispuesto de un computador

18. Seleccione la opción que describe su situación con respecto a los dispositivos que se encuentran en la lista *

Marca solo un óvalo por fila.

	Lo tiene y lo usa en actividades del curso gva	Lo tiene pero no lo usa en actividades del curso gva	No lo tiene
Computador personal /portátil (uso exclusivo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computador familiar (uso compartido)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Smartphone	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impresora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escaner	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calculadora programable/CAS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Formación en TIC

19. Ha participado en cursos- capacitaciones en TIC ofrecidos por la UdeA en los últimos cinco años

Marca solo un óvalo.

- SI
- NO

20. Si la respuesta anterior fue SI, diga cual o cuales cursos ha participado

21. Haga un listado de cursos- capacitaciones en TIC ofrecidos por la UdeA para docentes que ud. conoce pero no ha realizado (dejar en blanco si no conoce ninguno)

22. Haga un listado de cursos- capacitaciones en TIC que ud. ha realizado en los últimos cinco años, diferentes a los ofrecidos por la UdeA (indique el año - dejar en blanco si no ha realizado ninguno)

Usos de TIC

23. Seleccione la opción que considere mejor describe su conocimiento y manejo de los siguientes paquetes, programas o plataformas *

Marca solo un óvalo por fila.

	No lo conozco	Se que existe pero nunca lo he manejado	Se como funciona pero habitualmente no lo uso	Lo uso frecuentemente, pero no para el curso gva	Se manejarlo y lo uso frecuentemente para el curso gva
Procesador de texto (word, writer...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hojas de cálculo (Excel, Calc...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Presentaciones (Power point)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LaTex	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Correo electrónico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicaciones de mensajería (WhatsApp, line...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redes sociales (Facebook, Tweter...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
wolframalpha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Moodle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Symbolab	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
geogebra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
WxMaxima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
WinPlot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matlab	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Octave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Derive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
WiziQ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Indique cuáles paquetes, programas o plataformas, además de los mencionados en la lista anterior, que usted utiliza en la orientación del curso GVA (en especial programas ofimáticos, de comunicación y de cálculo. No se ha incluido la plataforma mares, porque se entiende que es usada por todos)

Practicas docentes

25. Seleccione cual de las siguientes opciones describe mejor su práctica docente actual en relación con las TIC

Marca solo un óvalo.

- Las conozco y utilizo ampliamente. Soy hábil en su utilización
- Las conozco pero me es difícil utilizarlas , aunque reconozco que son útiles, considero que debería mejorar mi habilidad en su manejo
- Las conozco y se utilizarías, pero las uso poco porque me siento mas cómodo(a) sin ellas
- Las conozco y sé utilizarías. Pero las evito porque considero que entorpecen mi ejercicio en la docencia
- No tengo destreza en su manejo y no me interesa aprender a usarlas
- Otros: _____

26. Seleccione cual de las siguientes opciones describe mejor su práctica docente INICIAL (cuando comenzó el ejercicio de la docencia) en relación con las TIC

Marca solo un óvalo.

- Las conocía y utilizaba ampliamente. Era hábil en su utilización
- Las conocía pero me era difícil utilizarlas , aunque consideraba que podrían ser muy útiles
- Las conocía y sabía usarlas, pero las usaba poco porque me sentía más cómodo(a) sin ellas
- Las conocía y sabía utilizarlas. Pero las evitaba porque consideraba que entorpecían mi ejercicio en la docencia
- No tenía destreza en su manejo y no me interesaba aprender a usarlas
- No las conocía, o si acaso sabía de su existencia: Su utilización era aislada. Poco generalizada
- Otros: _____

27. Al comparar el desarrollo actual del curso GVA en relación con su orientación en los semestres iniciales que la ofreció, usted observa que el uso de las TIC: *

Marca solo un óvalo.

- No ha generado ningún cambio, el curso se orienta de la misma forma
- Ha generado cambios que mejoran el proceso formativo
- Ha generado cambios que entorpecen el proceso formativo
- Ha generado cambios en el proceso formativo, algunos que lo mejoran y otros que lo entorpecen, pero en general no se presenta mejoría o entorpecimiento de éste

28. **¿Cómo evalúa usted el uso actual que hace de las TIC tienen en las siguientes actividades? ***

Marca solo un óvalo por fila.

	Adecuado. Saco el mejor provecho posible	bueno, pero podría mejorarse	poco o ninguno, podría sacar mejor provecho	No las uso, no encuentro ningún beneficio al usarlas	No las uso, considero que las TIC entorpecerían esta actividad
Preparación de clase	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ejecución de clase	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseño de evaluaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ejecución de evaluaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisión de evaluaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trabajo independiente de los estudiantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Administración del curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. **Considera que el uso de TIC en la enseñanza de la GVA es ***

Marca solo un óvalo.

- Muy conveniente: mejora el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Debe usarse
- Conveniente: puede ayudar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, pero puede alcanzarse el mismo nivel de aprendizaje sin usarlas
- Indiferente: no genera ningún cambio en el proceso de enseñanza de los estudiantes
- Inconveniente: entorpece el proceso de aprendizaje de los estudiantes

30. **¿Cuál es su sensación al utilizar las TIC en las actividades relacionadas con la orientación del curso gva?**

Marca solo un óvalo.

- Me es agradable y siento que facilitan mi trabajo
- Me es agradable, observo que no tienen ningún impacto en mi trabajo, ni lo facilitan ni lo dificultan
- Me es agradable aunque reconozco que hacen más complicado mi trabajo
- No me agrada usarlas aunque reconozco que hacen más fácil mi trabajo
- No me agrada usarlas, no hay diferencia entre usarlas o no.
- No me agrada usarlas, complican mi trabajo

31. Indique la cantidad de estudiantes del curso GVA que realizan la actividad que se indica de acuerdo con lo que usted observa

Marca solo un óvalo por fila.

	ninguno	muy pocos	cerca de la mitad	casi todos	todos	Observo que algunos lo hacen pero no podría establecer en que cantidad	No tengo respuesta, no lo he observado o percibido
Tomar fotos al tablero con smartphone	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Distrarse con el smartphone (chat, revisando fotos, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Confrontar datos buscando en internet (sobre teorías, teoremas, fórmulas, autores, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Validar respuestas y procedimientos de ejercicios resueltos en clase a través de aplicaciones del celular	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Hacer fraude en las evaluaciones usando el celular	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Ejercicios en clase usando TIC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Ejercicios extraclase usando TIC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
consultar videos de you tube relacionados con la materia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
consultar textos en pdf de la materia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Participar usando la calculadora en clase para realizar operaciones que se presentan en los ejemplos que se resuelven	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Usar calculadora durante los exámenes para efectuar operaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
El uso de TIC favorece la motivación y al interés del estudiante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

32. Indique su opinión respecto a las siguientes afirmaciones, en relación con la orientación del curso gva *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente de acuerdo	Puede ser cierto	difícilmente es cierto	Totalmente en desacuerdo	No tengo opinión al respecto/ es un asunto que no tiene relevancia
La disponibilidad de textos en PDF (Jaramillo, Grossman, etc.) en la web, facilita la labor del docente para indicar referentes bibliográficos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las TIC permiten abordar problemas más complejos en el curso gva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las TIC permiten abordar mayor diversidad de problemas en el curso gva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me gustaría mayor flexibilidad en la evaluación del curso, para incluir parte de evaluación mediada por TIC	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La evaluación (revisión de exámenes) es un proceso que demanda mucho tiempo. Podría usar las TIC para simplificarlo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muchos estudiantes tienen deficiencia en el manejo de la calculadora, por tanto se vuelve una dificultad adicional para resolver ejercicios de la materia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las formas de fraude que involucran el celular hacen más compleja la labor de supervisión de exámenes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Totalmente de acuerdo	Puede ser cierto	difícilmente es cierto	Totalmente en desacuerdo	No tengo opinión al respecto/ es un asunto que no tiene relevancia
La utilización de TIC exige mayor tiempo de dedicación por parte del docente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las TIC permiten una mejor comunicación con los estudiantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar TIC implica para el docente mayor esfuerzo para capacitarse en su manejo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El celular ocasiona distracción en los estudiantes durante las clases	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La utilización de TIC incrementa la complejidad para los estudiantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las TIC son útiles para organizar la información referente a la materia (recursos, notas de los estudiantes)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El uso de TIC es en especial conveniente para el curso GVA, para la realización de cálculos y visualizaciones propias de la materia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

33. Si usted tiene sitio web, página en Facebook, o blog que use en su ejercicio como docente, favor indique su url:

34. ¿Está dispuesto ser entrevistado para darle profundidad a las respuestas aportadas por usted en esta encuesta?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

Otros: _____

Comentarios adicionales

Reitero mi agradecimiento por el tiempo dedicado a diligenciar el presente cuestionario. La siguiente casilla opcional está disponible para que ud. coloque comentarios o sugerencias. Particularmente, sería de mucha ayuda que ud. indicara que aspectos podrían o deberían incluirse para el proyecto de investigación "Prácticas de enseñanza en la asignatura geometría vectorial y analítica para ingeniería en la Universidad de Antioquia con apoyo de TIC", y que probablemente no hayan sido incluidos en este formulario, o que parezca deben ampliarse.

También puede colocar aclaración a alguna respuesta, o señalar si alguna no fue clara o faltó una opción de respuesta.

35. Sugerencias y comentarios

Con la tecnología de
 Google Forms

Anexo 3: Versión final guía entrevista semiestructurada (se incluyen comentarios de los cambios hechos en cada versión)

Guía entrevista semi-estructurada

“E5”

Cambios introducidos a partir de E1 (El pilotaje):

Se apreció el tiempo de la entrevista muy extenso. Se quiere reducir un poco.

Inclusión de pregunta sobre: tiempo de preparación de clase (pregunta 14)

Se suprimen preguntas relacionadas con: lo ideal, lo que quisiera, lo que hace otro profesor, por ser temas irrelevantes para los objetivos de investigación.

Cambios introducidos a partir de E2:

Inclusión de preguntas sobre: Compartir datos de contacto con los estudiantes e incidencia en el uso del tiempo libre (preguntas 41 y42)

Se suprime pregunta sobre “actividades relacionadas con el uso de TIC” por ser repetida (Los profesores responden por este tema a lo largo de la entrevista)

Cambios introducidos a partir de E3:

Inclusión pregunta sobre asistencia a clase (pregunta 40)

Inclusión pregunta sobre presencialidad (pregunta 26)

Cambios introducidos a partir de E4:

Pregunta sobre vigencia del curso (pregunta 46)

Se combinan preguntas sobre smartphone y tablet (para no ser repetitivo y disminuir tiempo de las entrevistas)

Se reorientan preguntas referidas a posibles cambios en el curso (preguntas 46 - 48)

Se incluye pregunta sobre si para los profesores es necesario o no saber de TIC (pregunta 31)

Se incluye pregunta sobre si se debe fomentar la habilidad para hacer cálculos de la misma forma que en el pasado, o si este interés disminuye al contar con las TIC (pregunta 53)

Se agrega pregunta acerca de la adecuada participación de los profesores en la gestión tecnológica (pregunta 34)

“USO DE TIC PARA LA ENSEÑANZA DEL CURSO GEOMETRIA VECTORIAL Y ANALÍTICA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA”

Fecha entrevista

PROTOCOLO DE LA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA EN PROFUNDIDAD

Recursos

Humanos: Entrevistador y observador.

Entrevistado: Docente Geometría vectorial y analítica facultad de Ingeniería UdeA

Observador:

Técnicos: Grabadora de audio

Guion de la entrevista – protocolo

Hojas para hacer apuntes, lapiceros

El investigador, hace saber a los docentes, que se les contactará para llevar a cabo una entrevista semiestructurada. A cada docente se le aborda de manera personal para que acceda voluntariamente a realizar la entrevista y se acuerda la fecha y el sitio.

Introducción a la entrevista

Profesor, se pretende indagar sobre las prácticas docentes con el uso de TIC en la asignatura Geometría vectorial y Analítica para el desarrollo de competencias en los estudiantes de Ingeniería de la UdeA.

Para esto necesitamos tener un registro de la entrevista, esperamos no le incomode la grabación, la información que usted nos proporcione sólo será usada en este proceso investigativo.

Lo hemos elegido a usted de acuerdo con los criterios de experiencia docente en el área. Le agradecemos de antemano su colaboración.

Saludo

Presentación del Entrevistador

Presentación del proyecto de investigación

Se pretende indagar por la Incorporación de las TIC a las prácticas de enseñanza

Presentación Entrevista

Perfil de los entrevistados: Docentes que orientan el curso geometría vectorial y analítica para la facultad de ingeniería de la UdeA

Comunicación del procedimiento técnico: El audio de la entrevista será grabado, el entrevistador tomará nota de los aspectos que considere relevantes durante la misma. Posteriormente se usará la información recopilada para análisis y obtención de resultados, los cuales harán parte de trabajo de grado para aspirar a título de magister en educación de la Universidad Pontificia Bolivariana

Cuerpo de la entrevista

Identificación del Docente

1. ¿Está estudiando actualmente?
2. ¿Ha hecho cursos de capacitación en TIC en los últimos 5 años?

3. ¿Ejerce la docencia en otra institución además de la Universidad de Antioquia?

4. ¿Realiza alguna actividad económica en paralelo con la docencia?

Usos de TIC

Relación con las TIC

5. ¿A qué edad tuvo su primer computador? (o primer computador en casa, procurar respuesta detallada, describir circunstancias y familiaridad con el equipo, etapa académica o profesional)

6. Describa el proceso de aprendizaje del manejo del computador (Autodidacta, recibió clases para el manejo del entorno de Windows). Como aprendió a usar el dispositivo

7. Describa usos que le da al computador y tiempos de dedicación (horas semanales/ diarias dedicadas al computador) Ser incisivos por los usos en cada ámbito de su vida.

7.1. Académico

7.2. Comunicaciones de carácter profesional/académico

7.3. Ocio - entretenimiento (Juegos, redes sociales, video)

7.4. Se considera tecnófilo o tecnófobo

8. Usa otros dispositivos: Smartphone, Tablet o algún otro (¿Cuándo lo adquirió? ¿Por qué lo adquirió? ¿La decisión de adquirirlo fue ágil o tardó en hacerlo? ¿en algún momento fue reacio a adquirirlo?)

9. Cómo usa los dispositivos en cuanto al ámbito:

9.1. Académico

9.2. Comunicaciones de carácter profesional/académico

9.3. Ocio - entretenimiento (Juegos, redes sociales, video)

Prácticas docentes

Las TIC en el curso geometría vectorial y analítica

10. En su rol de aprendiz de la asignatura:
 - 10.1. Describa los recursos/materiales disponibles (a los que Ud. podía acceder) para estudiar el curso
 - 10.2. Identifica algún tema en el aprendizaje de la asignatura que le haya causado dificultad y se haya mejorado su comprensión a través del uso de las TIC

11. ¿Esto ha motivado a dar un tratamiento especial a ese tema al momento de enseñarlo?

12. ¿Habría preferido estudiar en la época actual? (Disponiendo de los recursos que existen en la actualidad)

13. Describa uso que da a las TIC (dispositivos y software) para la **preparación de clase** del curso geometría vectorial y analítica(Especificar dispositivos usados: Tablet, PC, celular)
 - 13.1. Consulta de materiales (prefiere textos en papel, pdf o es indiferente)
 - 13.2. Elaboración de material (Talleres, presentaciones power point, resúmenes, etc.)
 - 13.3. Elaboración de gráficas
 - 13.4. Realización de cálculos
 - 13.5. Comprobación de resultados

14. ¿Demanda más tiempo preparar una clase convencional que una clase con TIC?

15. ¿Cuál es la diferencia entre enseñar con TIC y sin TIC?

16. ¿Hay transformaciones en su enseñanza con las TIC?

17. Describa uso que da a las TIC(dispositivos y software) para la **ejecución de clase** del curso geometría vectorial y analítica

(Especificar aparatos usados tablet, portátil, celular, video beam)

17.1. Presentaciones con video Beam (indicar software usado)

17.2. Elaboración de gráficas

17.3. Realización de cálculos

17.4. Comprobación de resultados

17.5. El curso está disponible en la WEB, describa

18. Describa uso que da a las TIC (dispositivos y software) para la **evaluación al aprendizaje de los estudiantes** del curso geometría vectorial y analítica

18.1. ¿Qué papel juegan las TIC al momento de diseñar de las evaluaciones?

18.2. ¿Qué papel juegan las TIC al momento de revisar y calificar las evaluaciones?

19. Describa uso que da a las TIC para la **administración** del curso geometría vectorial y analítica. (Registro de asistencia, notas, comunicación con estudiantes, cronograma de actividades y evaluaciones)

20. Describa su percepción del uso de TIC en el aula

¿Se siente suficientemente capacitado? ¿Saca el mejor provecho de las TIC?
¿Cómo lo hace o qué le falta?

¿Percibe obstáculos en su propia capacitación? ¿Qué quisiera aprender?

21. Como percibe la asimilación de los estudiantes ante el uso de TIC en el aula

¿Cree que despierta mayor interés? ¿Hace que los estudiantes se distraigan?
¿Genera confusión en los estudiantes?

22. Comparta una experiencia con el uso de TIC que crea sería conveniente poner en práctica (algo que haya hecho y haya arrojado los resultados esperados o mejores)

23. Comparta una experiencia que no repetiría ni recomendaría (al llevarla a cabo no se cumplieron las expectativas, o se complicó el proceso formativo)

24. Es más fácil o más difícil el aprendizaje de la asignatura al contar con las TIC

(Es necesario aprender a manejar los dispositivos y software)

25. ¿Podrá prescindirse en el futuro de lápiz y papel? ¿Son menos necesarios actualmente? (puede el estudiante aprender los conceptos y técnicas de la asignatura sin rayar a mano)

26. ¿Es mejor la enseñanza presencial, semipresencial, virtual? ¿Conviene el contacto presencial con el profesor? ¿es actualmente la presencialidad indiferente, llegará el momento en que lo sea o nunca podrá reemplazarse la presencialidad?

Iniciativa propia del docente para incorporación de la TIC

27. De qué manera las TIC son de ayuda en su práctica docente

(Eficiencia en el uso del tiempo, claridad en las explicaciones, facilidad para el manejo de los materiales)

28. Ha hecho algún desarrollo con el uso de TIC (publicación de blog, página web, material interactivo, material audiovisual, simuladores, etc.)

28.1. ¿cómo interactúan los estudiantes con dicho material?

29. ¿Participa de comunidades o redes de aprendizaje (enunciarlas), cual es el objetivo de estas comunidades?

30. Diferencias en su práctica docente entre la primera vez y la actualidad en lo relacionado con el uso de TIC en la asignatura

31. Profesores que enseñaban el curso en el año 2000 y anteriores no sabían del uso del Matlab, Octave, etc... ¿considera Ud. competente para enseñar la asignatura a un profesor que no conozca del manejo de estos softwares?

Formación Docente en TIC

Incorporación de las TIC motivada por la institución

32. ¿Considera que los recursos TIC con los que cuenta la UdeA son adecuados, en número, capacidad, velocidad de procesamiento, disponibilidad, conectividad? (Amplitud en la respuesta, identificar ventajas y desventajas, qué características son convenientes y en especial qué cree que se debería mejorar)

33. ¿De qué manera la institución promueve el uso de TIC para enseñar? (Describir en que forma lo hace)

33.1. ¿Le ha exigido la institución la realización de cursos relacionados con TIC? (Descripción de dichos cursos ‘obligatorios’)

33.2. ¿Le ha exigido la institución certificados que acrediten sus competencias en manejos de TIC?

33.3. ¿Cómo califica la oferta y promoción de los cursos en TIC ofrecidos por la institución? Que cursos ofrece la UdeA para la formación docente en TIC.

34. En la gestión de adquisición de software y hardware, ¿es adecuada la participación que la institución otorga a los profesores? (¿consulta la Universidad con los profesores a cerca de la conveniencia de la adquisición de un equipo o programa antes de hacerlo?)

Las TIC como mediación

Trabajo independiente del estudiante

35. **¿Cuáles son las competencias que promueve la geometría vectorial y analítica? ¿Porque se enseña a los ingenieros en formación?**

36. ¿Promueve que los estudiantes usen las TIC en su trabajo independiente? (Describir cómo)

37. ¿Cómo percibe la apropiación de las TIC por parte de los estudiantes?

37.1. Haga una comparación de cómo observa su manejo para actividades relacionadas con la academia y actividades no relacionadas con la academia

38. Considera que las TIC modifican el proceso de aprendizaje de los estudiantes (ser descriptivo, indicar si este se mejora o entorpece)

39. En su opinión cual(es) es el recurso TIC (dispositivo, software, sitio web) que mayor impacto o aceptación ha tenido:

39.1. en la enseñanza de la asignatura (adoptado por los docentes)

39.2. en el aprendizaje de la asignatura (adoptado por los estudiantes)

(YouTube, textos en pdf, software para gráficos; software para realización de cálculos; software de álgebra simbólica)

40. ¿Considera importante la asistencia a clase por parte de los estudiantes? ¿la disponibilidad de las TIC ha ocasionado un cambio en este criterio?

Describir cómo percibe el fenómeno de faltar a clase con y sin disposición de las TIC. Y que experiencias ha tenido

40.1. Situación falta ocasional

40.2. Falta recurrente (estudiante que sólo asiste a evaluaciones y eventualmente a unas pocas clases)

Las TIC como medio de comunicación

41. ¿Comparte sus datos de contacto con sus estudiantes? ¿por qué?
(WhatsApp, Facebook...)

42. ¿Las TIC son un obstáculo para desconectarse de su rol como docente? (probablemente en espacios que Ud. quisiera desentenderse de su labor docente, correos electrónicos, WhatsApp u otros medios no se lo permiten)

Matemáticas en la formación en Ingeniería
Las TIC en el curso geometría vectorial y analítica

43. Describa paquetes o programas que usted usa (o conoce, también explicar en caso de conocerlos y no usarlos, el porqué) para la enseñanza de la asignatura, describa sus ventajas e impresiones en relación con:

- 43.1. Sistemas de ecuaciones lineales
- 43.2. Álgebra matricial
- 43.3. Determinantes
- 43.4. Inversas
- 43.5. Vectores geométricos
- 43.6. Productos vectoriales
- 43.7. Secciones cónicas

44. ¿Cree usted que las TIC permiten ampliar el alcance de estudio de la asignatura? Explique ¿Cómo pueden abordarse mayor diversidad de problemas? ¿Cómo pueden abordarse problemas de mayor complejidad? Describa que ejercicios o resultados pueden obtenerse con el uso de TIC, y en particular indicar si los ha hecho en clase o ha compartido de alguna forma con los estudiantes.

En la práctica: ¿los estudiantes se enfrentan a los mismos problemas (ejercicio y práctica de la asignatura) de 20 años atrás o ha habido cambios para enfrentarse a mayor diversidad de problemas o a problemas más complejos?

45. Es el curso apropiado en cuanto a

- Contenido (calidad y cantidad)
- Requisitos para cursos posteriores (álgebra lineal, cálculo vectorial, física)
- Requerimientos del perfil de ingeniero que necesita el mercado
- Evaluación

46. ¿Calificaría el diseño del curso gva que actualmente se imparte en la facultad de ingeniería de la universidad como un curso moderno? (hacer comparación con otros cursos que conoce o ha orientado)

47. ¿Qué cambiaría al curso de gva?¿por qué? (explicar la intención de estos cambios)

48. ¿Sería conveniente algún cambio en el diseño de la evaluación del curso?

48.1. ¿Haría cambios para incluir las TIC? ¿Cuáles y con qué intención?

49. El texto guía que adopta el programa del curso, no hace ninguna alusión al uso de TIC. En contraste con las publicaciones más reconocidas de la asignatura (Grossman, Koleman, Larson) qué opinión le merece esta situación

50. ¿Es bueno que los estudiantes sepan las capacidades de la calculadora por ejemplo que pueden resolver un SEL? ¿Ud. comunica eso a los estudiantes? ¿Prefiere que sepan o no sepan?

51. ¿Permite el uso de calculadora en los exámenes? ¿Establece explícitamente restricciones sobre las características de la calculadora que se puede usar para exámenes? ¿Qué herramientas considera apropiadas para que los estudiantes utilicen en las evaluaciones? ¿Cuáles no son apropiadas? Explique el por qué

52. Le ha ocurrido encontrarse con estudiantes que manejen dispositivos TIC más sofisticados de lo que Ud. esperaría (Lo han tomado por sorpresa, o ha logrado un aprendizaje al respecto, identificar situación, si en clase, asesoría o examen)

52.1. Alguna TIC que haya aprendido por parte del estudiante (Dispositivo, aplicación o sitio web)

53. Tradicionalmente se ha procurado porque los estudiantes de ingeniería sean hábiles realizando cálculos mentales y a mano. ¿este interés sigue vigente, o esta habilidad es menos necesaria para los ingenieros actuales que disponen de los recursos tecnológicos que pueden hacer los cálculos por ellos?

54. **En los ejercicios de la asignatura hay un proceso interpretativo y otro operativo. Cuando Ud. califica que valor le da al proceso operativo ¿ha habido cambios en este criterio a lo largo del ejercicio de su trabajo como**

docente, en especial teniendo en cuenta que éste puede ser realizado por PC o calculadora?

55. Seleccione uno de los temas de la asignatura para evaluarlo con la mediación de TIC, ¿cómo lo haría? Explicar por qué selecciona ese tema.

TIC en los procesos Educativos

Preguntas de cierre

56. En general indicar cuales potencialidades identifica en las TIC para el ejercicio de la docencia (En especial en el curso GVA, qué cosa de las TIC ha sido en particular la más útil para Ud.)

57. En general indicar cuales dificultades identifica en las TIC para el ejercicio de la docencia (En especial en el curso GVA)

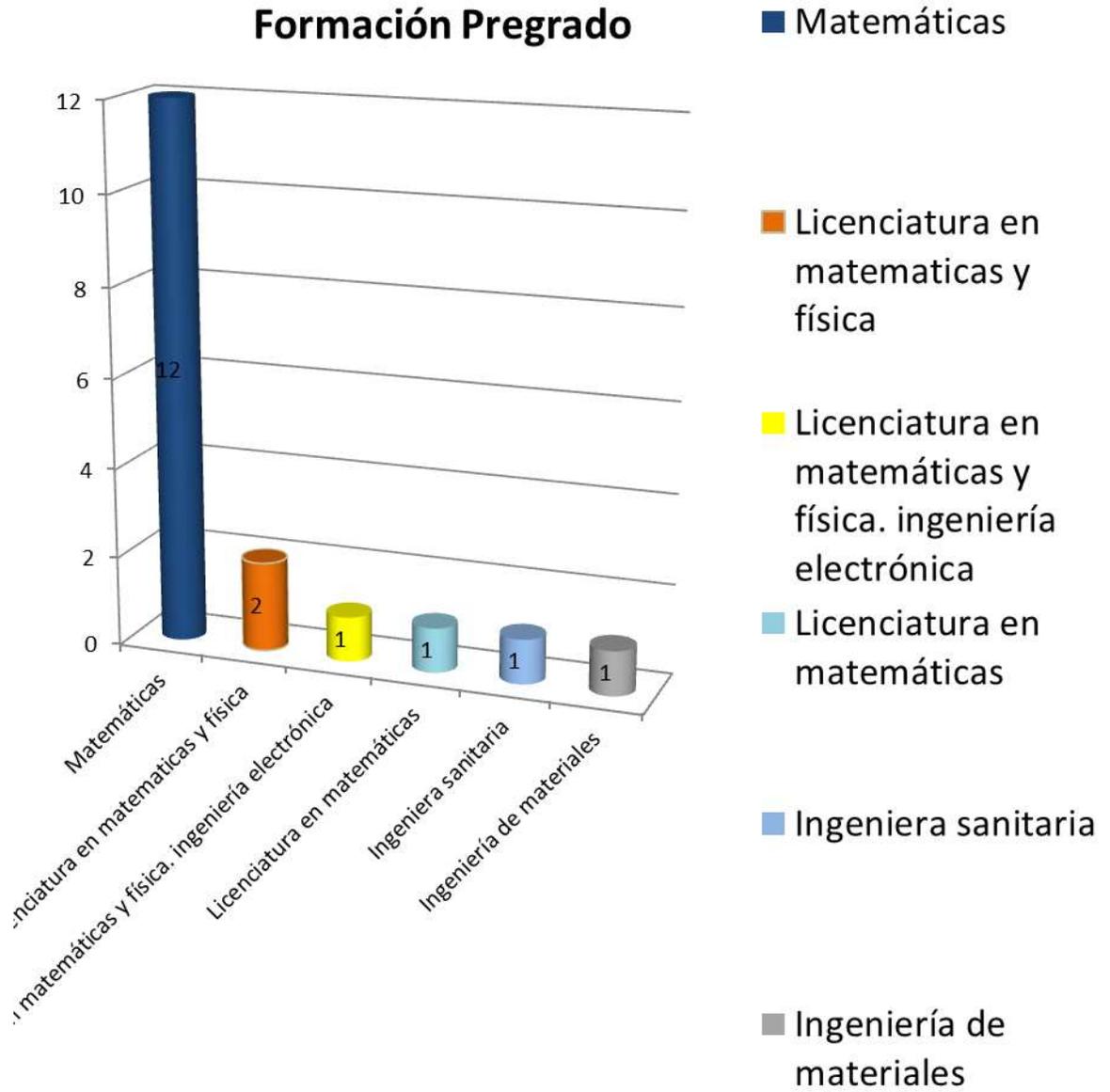
58. ¿Tiene algún comentario adicional para agregar y que considere relevante en relación con el tema de la entrevista?

Agradecimiento y finalización

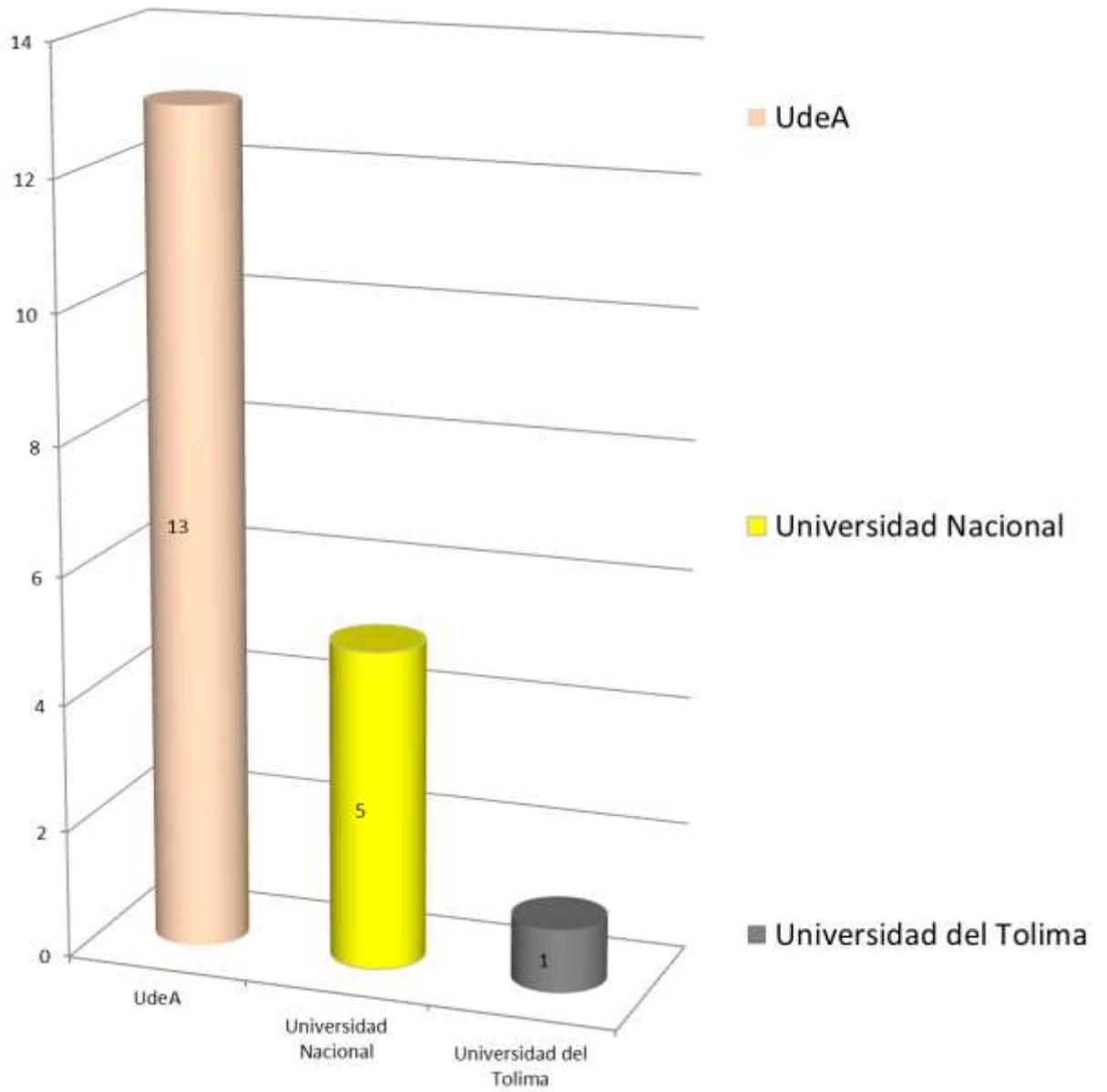
Se agradece al docente por la colaboración al dedicar el tiempo requerido para responder la entrevista.

Se consignan en el audio impresiones relevantes observadas por el entrevistador.

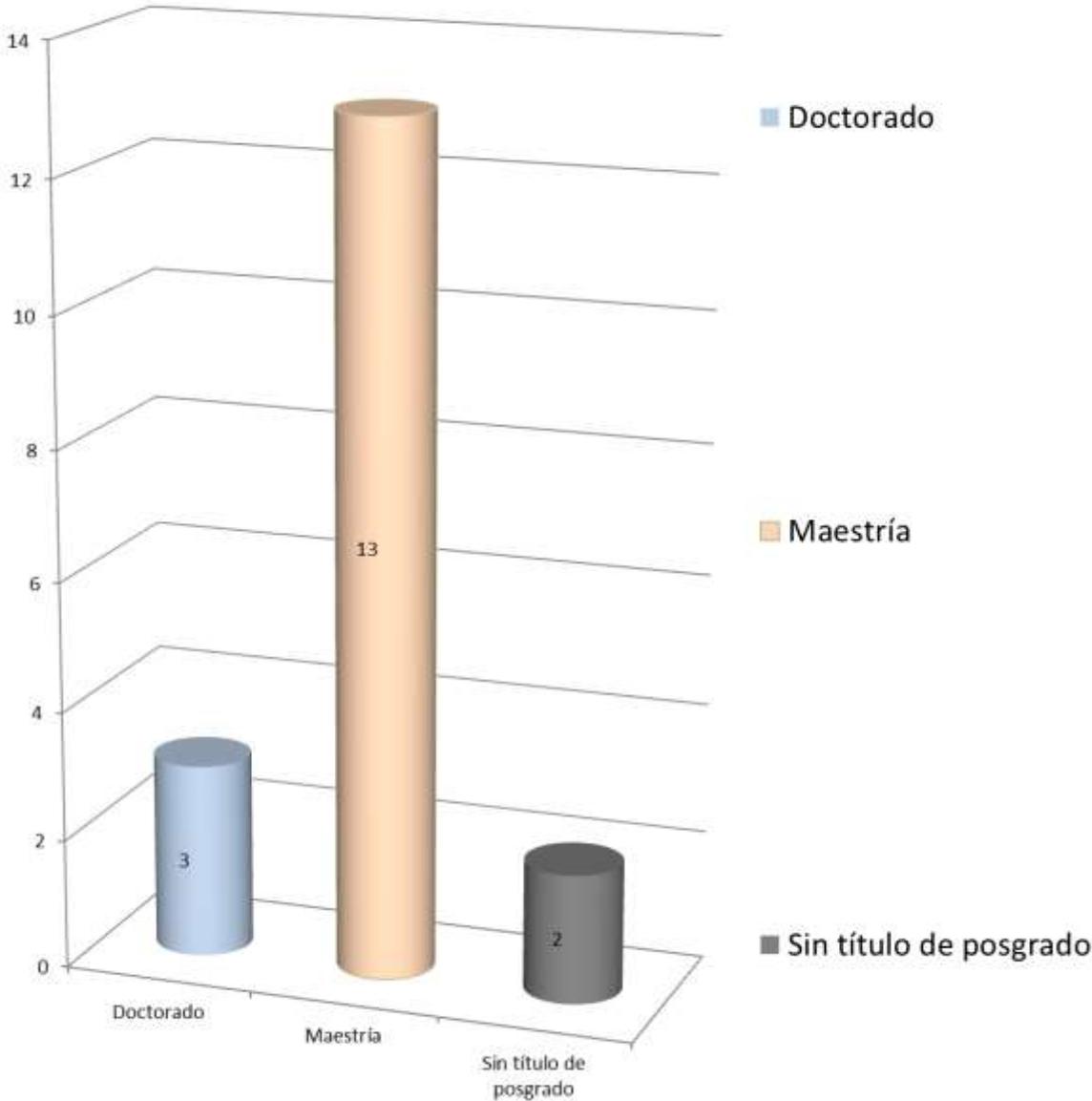
Anexo 4: Gráficos sobre caracterización de la muestra



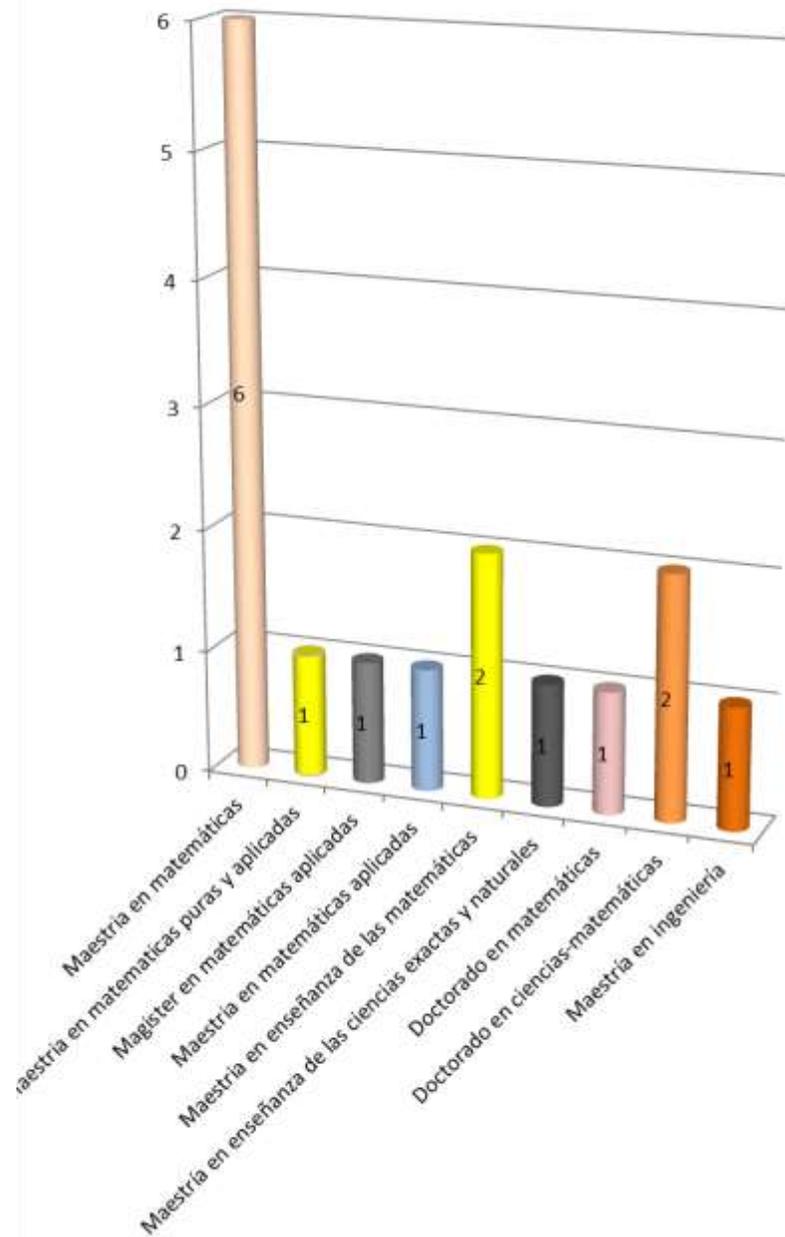
Institución Formación Pregrado



Nivel de Formación



Formación Posgrado



- Maestría en matemáticas
- Maestría en matemáticas puras y aplicadas
- Magister en matemáticas aplicadas
- Maestría en matemáticas aplicadas
- Maestría en enseñanza de las matemáticas
- Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales
- Doctorado en matemáticas
- Doctorado en ciencias-matemáticas
- Maestría en ingeniería

Institución Formación Posgrado

