

Modelación y Simulación de Problemas Sociales Usando Dinámica de Sistemas para el
Aprendizaje Significativo de Funciones Reales por Estudiantes de Noveno Grado

Edwin Alfonso Perdomo Centeno

Trabajo de grado para optar el título de Magister en Informática para la Educación

Director

Juan Sebastián Angarita Zapata

Doctor en Ingeniería

Codirector

Hugo Hernando Andrade Sosa

Magister en Informática

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Maestría en Informática para la Educación

Bucaramanga

2021

Dedicatoria

A Emanuel, por ser el ser la mejor motivación en todos mis proyectos

A mis padres, por enseñarme a perseverar ante los desafíos asumidos

A mi familia, por su comprensión y permanente apoyo durante todo este tiempo

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander por acogerme durante mi permanencia en esta casa de estudios

A mi director de trabajo de grado por su dedicación y apoyo permanente

A los profesores que aportaron sus conocimientos y me hicieron cuestionar sobre mi labor como docente.

Al grupo de investigación SIMON por su apoyo durante el desarrollo de la investigación.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción.....	15
1. Planteamiento y formulación del problema	16
1.1 Análisis y Formulación del Problema	16
1.2 Justificación	20
1.3 Objetivos	22
1.3.1 Objetivo General	22
1.3.2 Objetivos Específicos	23
1.4 Contribuciones y Publicaciones.....	23
1.5 Estructura del informe del proyecto de investigación	24
2 Marco Referencial	25
2.1 Antecedentes de Investigación	25
2.1.1 Antecedentes en el Contexto Local	26
2.1.2 Antecedentes en el Contexto Nacional	29
2.1.3 Antecedentes en el Contexto Internacional	34
2.2 Marco Teórico	40
2.2.1 Funciones Reales y su Orientación en las Instituciones Educativas	41
2.2.2 Aprendizaje Significativo	45
2.2.3 Fenómenos Sociales Considerados en Esta Investigación	46
2.2.4 Las TIC en el Aprendizaje	47
2.2.5 Pensamiento Sistémico (PS).....	49

2.2.6 El Modelado y la Simulación con Dinámica de Sistemas (DS)	50
3 Presentación de la Propuesta para la Educación	53
3.1 Propuesta para la Formulación de Proyectos para la Educación.....	54
3.2 Identificación de un problema en la educación en el aula de clase desde la perspectiva del docente.....	59
3.3 Objetivo de la propuesta	60
3.4 Características y elementos de la propuesta.....	61
3.4.1 Transversalidad de la enseñanza de las matemáticas y el aprendizaje significativo	63
3.4.2 Pensamiento sistémico en la propuesta para la educación	65
3.4.3 El modelado y simulación con dinámica de sistemas en la propuesta para la educación ...	66
3.5 Experiencia para la puesta en marcha de la propuesta para la educación.....	70
3.5.1 Propósito de la experiencia.....	71
3.5.2 Estructura de la experiencia.....	72
4 Metodología para el Diseño, Ejecución y Evaluación de la Propuesta y su Experiencia.....	91
4.1 Diseño metodológico	91
4.2 Escenario y participantes	94
4.2.1 Población	94
4.2.2 Muestra participante	95
4.3 Recolección de la información.....	95
4.3.1 Técnicas de recolección de la información.....	95
4.4 Análisis de la información	97
4.4.1 Recopilación de la información.....	98

4.4.2 Reducción de la información.....	98
4.4.3 Disposición de la información.....	99
4.4.4 Validación de la información.....	100
5 Análisis e Interpretación de Resultados de la Experiencia	100
5.1 Análisis de resultados prueba diagnóstica.....	100
5.2 Análisis de resultados de las actividades	107
5.2.1 Análisis cualitativo	107
5.2.2 Análisis cuantitativo	127
5.3 Fase de cierre y discusión	139
6 Conclusiones	143
6.1 Principales hallazgos.....	144
6.2 Recomendaciones para la propuesta	147
6.3 Recomendaciones para la experiencia	149
6.4 Recomendaciones para los docentes	149
6.5 Recomendaciones para los estudiantes	150
6.6 Recomendaciones para el docente investigador.....	150
6.7 Dificultades encontradas	151
6.8 Trabajo futuro.....	152
Referencia Bibliográfica.....	155

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Representación de conjuntos en diagramas de Venn y en el plano cartesiano	42
Figura 2 Representación de funciones en el plano cartesiano con poca significación	43
Figura 3 Funciones con contexto que fortalecen el pensamiento y promueven la búsqueda de explicaciones	44
Figura 4 Propuesta para la formulación de proyectos educativos fundados en el pensamiento dinámico sistémico	52
Figura 6 La dinámica de sistemas como mediadora entre los problemas sociales en contexto y las matemáticas, mediante la construcción de conocimiento conjunto estudiantes-docentes	62
Figura 7 Propuesta Educativa que permite ver a las matemáticas en variados campos del conocimiento distintos a ella misma.....	62
Figura 8 Modelo poblacional de comportamiento lineal.....	78
Figura 9 Modelo poblacional de comportamiento exponencial	78
Figura 10 Identificación de variables en contexto.....	79
Figura 11 Situación de identificación de variables en contexto	80
Figura 12 Identificación de variables en problemas contextualizados	80
Figura 13 Gráfica que simula el crecimiento lineal de dos poblaciones de peces en dos estanques.....	81
Figura 14 Modelos con diagramas causales	82

Figura 15 Los lenguajes de la dinámica de sistemas como herramienta para comprender la realidad	83
Figura 16 Diagrama causal de tres variables	83
Figura 17 Simulación de sistemas que se representan mediante funciones lineales	84
Figura 18 Diagrama de flujo y nivel.....	85
Figura 19 Simulación que representa la deforestación un bosque.....	86
Figura 20 Diagrama de flujos y niveles y simulación de un modelo que genera una función cuadrática.....	87
Figura 21 Diagrama de flujos y niveles de un modelo de epidemia en una población	88
Figura 22 Simulación del comportamiento dinámico de una población de personas infectadas y sanas	89
Figura 23 Diagrama flujos y nivel para determinar el número de vehículos en el tiempo.....	90
Figura 24 Simulaciones de tipo lineal y cuadrático en contexto	90
Figura 25 Metodología de investigación basada en la propuesta de intervención de sistemas blandos de Peter Checkland.....	93
Figura 26 a) asignatura favorita de los estudiantes, b) palabras que considera prioritarias para lograr un cambio en la enseñanza de las matemáticas.....	102
Figura 27 Funciones en contexto para el análisis del comportamiento dinámico	105
Figura 28 Síntesis de la encuesta diagnóstica.....	105
Figura 29 Red semántica de la categoría Dificultades y Cambios en la Enseñanza de las Matemáticas.....	114

Figura 30 Red semántica de la categoría Pensamiento Dinámico – Sistémico en la Práctica Educativa	117
Figura 31 Red semántica de la categoría Estrategias para el Aprendizaje significativo	120
Figura 32 Uso significativo de las TIC y motivación por el aprendizaje por categorías	123
Figura 33 Dificultades circunstanciales en el proceso de investigación durante la pandemia ...	125
Figura 34 Representación de la tabla y gráfica de respuestas correctas e incorrectas o no respondidas (N/R) en los dos ciclos de investigación	128
Figura 35: Simulación de un modelo que representa el nivel de satisfacción de un producto...	130
Figura 36: Gráficas de funciones exponenciales en contexto.....	132
Figura 37 Diagrama de barras de preguntas en contextos.....	132
Figura 38: Comparación porcentual entre ciclos de investigación y de aportes por parte de los estudiantes en cuanto a la identificación de variables en contexto.....	134
Figura 39: Diagrama de flujos y niveles y simulación del número de vehículos en una ciudad	135
Figura 40: Tabla y gráfica que muestra la competencia propositiva en estudiantes de acuerdo con el ciclo de Investigación	136
Figura 41: Simulación y planteamiento se soluciones a problemas en contexto.....	137
Figura 42: Competencias alcanzadas por parte de los estudiantes respecto a la encuesta diagnóstica	138

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Aportes a la propuesta de investigación del orden local.....	26
Tabla 2 Aportes a la propuesta de investigación del orden nacional	29
Tabla 3 Aportes a la propuesta de investigación del orden internacional.....	34
Tabla 4 Conjunto de actividades desarrolladas durante el proceso de investigación	76
Tabla 5 Matriz categorial resultante del proceso de investigación.....	109

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A: Modelo de consentimiento informado a padres de estudiantes	161
Apéndice B: Encuesta diagnóstica	162
Apéndice C: Actividad 1	164
Apéndice D: Actividad 2	166
Apéndice E: Actividad 3	168
Apéndice F: Actividad 4	169
Apéndice G: Actividad 6	171
Apéndice H: Actividad 7	172
Apéndice I: Actividad 8	175
Apéndice J: Libro de códigos	177

Resumen

Título: Modelación y Simulación de Problemas Sociales Usando Dinámica de Sistemas para el Aprendizaje Significativo de Funciones Reales por Estudiantes de Noveno Grado*

Autor: Edwin Alfonso Perdomo Centeno**

Palabras Clave: Funciones reales, TIC, aprendizaje significativo, dinámica de sistemas, modelado y simulación, pensamiento sistémico.

Descripción: El aprendizaje significativo se entiende como aquel que permite al individuo asociar los conocimientos previos con el nuevo conocimiento, permitiéndole establecer relación directa con aquello que tiene significado, generando así nuevas estructuras cognitivas mucho más elaboradas o de mayor complejidad. Esto se ha convertido en un reto para los educadores en el área de matemáticas, quienes se han enfrentado a la pregunta, por parte de los estudiantes, y “¿esto para qué sirve?”, dejando en evidencia la falta de significados en el aprendizaje de esta área, basada en abstracciones propias de la disciplina.

Con base en lo anterior, y en procura de superar tales dificultades, este trabajo de maestría propone asumir una alternativa que oriente la enseñanza de las funciones reales en el área de matemáticas, centrando los esfuerzos por mejorar su aprendizaje en contexto bajo una visión interdisciplinaria, que promueva el aprendizaje significativo, mediante la modelación y la simulación de fenómenos sociales, utilizando los lenguajes de la Dinámica de Sistemas.

Para tales propósitos se diseñaron y desarrollaron una serie de actividades con estudiantes de noveno grado en una institución educativa urbana en Santa María, Huila, dentro del marco de una propuesta para la educación en el área de matemáticas, cuya base fundamental es el pensamiento dinámico-sistémico. Se inició con una encuesta diagnóstica para conocer el nivel de conocimiento de los estudiantes, y esta orientó la elaboración de los instrumentos y sus actividades asociadas. Luego se realiza el proceso de organización y análisis de la información, donde se establecieron las categorías que dan sustento al proyecto de investigación.

* Trabajo de grado

** Facultades Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Director: Juan Sebastián Angarita Zapata. Doctor en Ingeniería. Codirector: Hugo Hernando Andrade Sosa. Magister en Informática.

Finalmente se realizó un proceso de reflexión para extraer las conclusiones y los principales hallazgos de este trabajo, así como las orientaciones de trabajos futuros en el campo investigado, con el propósito de darle continuidad a los logros alcanzados.

Abstract

Title: Modeling and Simulation of Social Problems Using System Dynamics for Meaningful Learning of Real Functions by Ninth Grade Students *

Author: Edwin Alfonso Perdomo Centeno **

Key Words: Real functions, ICT, meaningful learning, system dynamics, modeling and simulation, systems thinking.

Description: Meaningful learning is understood as that which allows the individual to associate previous knowledge with new knowledge, allowing them to establish direct relationship with that which has meaning, thus generating new cognitive structures much more elaborated or of greater complexity. This has become a challenge for educators in the area of mathematics, who have been faced with the question, on the part of students, "What is this for?", leaving in evidence the lack of meanings in the learning of this area, based on abstractions of the discipline.

Based on the above, and in an attempt to overcome such difficulties, this master's work proposes to assume an alternative to guide the teaching of real functions in the area of mathematics, focusing efforts to improve their learning in context under an interdisciplinary vision, which promotes meaningful learning through modeling and simulation of social phenomena, using the languages of System Dynamics.

For such purposes, a series of activities were designed and developed with ninth grade students in an urban educational institution in Santa Maria, Huila, within the framework of a proposal for education in the area of mathematics, whose fundamental basis is dynamic-systemic thinking. It began with a diagnostic survey to know the level of knowledge of the students, and this guided the elaboration of the instruments and their associated activities. This was followed by the process of organization and analysis of the information, where the categories that support the research project were established.

* Degree Work

** Physical and Mechanical Faculty. School of System Engineering and Computer Science. Thesis Director: Juan Sebastián Angarita Zapata, Doctor Engineering. Co-director: Hugo Hernando Andrade Sosa. Master in Computer Science

Finally, a reflection process was carried out to extract the conclusions and the main findings of this work, as well as the orientations of future work in the investigated field, with the purpose of giving continuity to the achievements reached.

Introducción

La enseñanza de las matemáticas en las aulas ha permanecido inalterable en el tiempo y es pertinente formular estrategias que aporten en la mejora de la práctica por parte de los docentes, quienes actualmente aún motivan el aprendizaje memorístico y operativo de expresiones matemáticas, con un alto nivel de abstracción, dejando de lado la importancia de esta disciplina en otros campos del conocimiento. Lo anterior implica que no se logra con suficiencia convencer al estudiante de su verdadero valor en contextos diferentes al de la propia asignatura, dejando de lado problemas que sean más interesantes y diversos para los estudiantes.

De esta manera, el presente trabajo aporta una estrategia educativa, basada en el Pensamiento Sistémico y la Dinámica de Sistemas, para promover una visión de las matemáticas apoyada en la interdisciplinariedad mediante el abordaje de fenómenos o problemas sociales propios de la cotidianidad de los estudiantes, los cuales a su vez son influenciados por diversos factores que en ocasiones son ignorados. Lo anterior implica ver dichos fenómenos como eventos interdependientes o interconectados que se alteran o afectan mutuamente en el tiempo, complementando así la enseñanza tradicional de las matemáticas. Esto significa evitar la fragmentación de disciplinas, para motivar la integración de estas, mejorando la comprensión de las dinámicas sociales, ambientales o económicas del acontecer diario en el mundo desde la escuela.

Dicho lo anterior, se presenta a continuación la estructura del presente capítulo, iniciando con el análisis y formulación del problema junto con la pregunta de investigación. Luego de esto el lector encontrará la justificación del proyecto de investigación, y posteriormente hallará los objetivos correspondientes a la pregunta de investigación planteada. Seguidamente se presenta la

contribución central de este trabajo y sus publicaciones académicas asociadas, para luego finalizar con un resumen de la estructura del presente informe de maestría.

1. Planteamiento y formulación del problema

1.1 Análisis y Formulación del Problema

Una de las problemáticas más relevantes de la educación en el área de matemáticas es la falta de significación, es decir, una matemática alejada de la realidad y llena de abstracciones con poco significado para el estudiante. Lo anterior, se debe en gran parte a que esta área del conocimiento es orientada mediante formalidades propias de las matemáticas puras, con objetos netamente matemáticos, asumiendo que los estudiantes son “matemáticos en formación”; convirtiéndose así a las matemáticas en una de las áreas donde los estudiantes presentan mayor dificultad.

Generalmente luego de que el estudiante manipula suficiente o medianamente los objetos matemáticos (manejo operacional de fórmulas) se pasa a las aplicaciones, pero esto generalmente se hace de manera apresurada. Además, dichas aplicaciones suelen centrarse la mayoría de las veces sobre problemas de la misma disciplina o con estrecha relación a esta (geometría, física, estadística, etc), incrementando la dificultad de los procesos de aprendizaje dado el alto nivel de abstracción y operatividad con fórmulas matemáticas, que generalmente son mucho más complejas. Esto significa que se induce al estudiante a una construcción matemática (modelado matemático) del problema o fenómeno de estudio, que posteriormente lleva a la solución, quedando parcial o totalmente desarticulado del contexto del aula o la escuela por la limitación de tiempo.

La situación anteriormente mencionada genera en los estudiantes desazón y desconcierto al no lograr relacionar toda una construcción compleja de fórmulas y expresiones matemáticas abstractas con el mundo que observan y con el que interactúan a diario. Para el caso concreto de las funciones reales, a pesar de su importancia y sus aplicaciones, la situación es similar a lo anteriormente mencionado. Actualmente, su orientación consiste en dar a conocer una serie de fórmulas y procesos de tipo operacional, con sus respectivas gráficas y un análisis con poca o inexistente contextualización de las mismas. De esta forma, tal enfoque educativo no garantiza un aprendizaje significativo en los estudiantes, es decir, no se logra por completo un conocimiento que trascienda más allá del aula de clase.

Tal situación puede superarse con un cambio en las estrategias de enseñanza por parte de los educadores, donde se impulse al estudiante a una búsqueda mediante la cual logre relacionar conceptos matemáticos con problemáticas sociales de las cuales hace parte en su día a día. Esto es, fomentar un conocimiento transversal de interés común para todos, que adquiera significación y por tanto se genere un aprendizaje perdurable en el contexto de la realidad social en la cual se encuentra la escuela. Por supuesto esto supone un verdadero desafío que consiste en establecer una reconstrucción de los métodos de enseñanza puesto que “los conceptos matemáticos surgen de un contexto, y el proceso de formalización de la matemática los descontextualiza” (Hitt, 1996, p. 258). En este sentido, el rol del educador en la actualidad es recontextualizar y reorientar la enseñanza de las matemáticas.

La construcción de conocimiento se logra mediante la reflexión detallada del entorno y la formulación de interrogantes con problemas palpables. Es decir, una construcción de conocimiento

que se acerque a la realidad del individuo, que promueva y despierte la curiosidad sobre particularidades muchas veces desapercibidas, pero que a su vez pueda generar respuestas hacia temas de interés común para los estudiantes como miembros activos de la sociedad. Esta idea concibe que el estudiante logre construir sus ideas y no que sea el maestro que le oriente conceptos que fácilmente el joven puede olvidar.

Teniendo en cuenta que el objetivo de este trabajo radica en que los estudiantes adquieran un aprendizaje significativo de las matemáticas mediante Dinámica de Sistemas, se busca tomar como referente para tal propósito el contexto social de los estudiantes en su día a día. De esta forma, se contribuye al desarrollo de un conocimiento en contexto de las matemáticas que trascienda hacia problemáticas sociales, esto es, que supera los límites de la escuela.

Para lograr tal propósito, surge la articulación, entre los contenidos curriculares, el contexto social, ambiental, económico, y el modelado y simulación con Dinámica de Sistemas, como una estrategia que permite a los estudiantes construir conocimiento a partir de situaciones propias del contexto. Tal enfoque permitirá enriquecer el aprendizaje de las funciones reales a la vez que se motiva mediante la indagación continua sobre comportamientos dinámicos de fenómenos sociales que pueden ser explicados mediante modelos; ya que es el mismo estudiante, con la orientación del profesor que logra construir su conocimiento (Andrade-Sosa, H., Navas, X., Maestre, G., & López, G. 2014, p. 23). Esto es, ver las matemáticas en acción; matemáticas que resuelven problemas cotidianos de interés social, que interesen al estudiante, o como diría Niss y Blum (2007, p 5) cuando afirman que la razón por la cual enseñamos matemáticas a estudiantes de primaria y secundaria es que los alumnos deben ser capaces de utilizarlas en diversos contextos y situaciones

fuera del aula. Es allí donde se puede motivar a los estudiantes para que expongan sus ideas y construyan por sí mismos conceptos más elaborados. Estudiantes que pierdan el miedo a equivocarse y que logren construir y reconstruir sus propios métodos de autoaprendizaje, llegando a comprender el mundo que los rodea y la complejidad inherente a él.

Ante lo expuesto anteriormente y desde un ámbito local, se evidencia que la educación colombiana no es ajena a la problemática y tampoco lo es la Institución Educativa Santa Juana de Arco, en el municipio de Santa María-Huila. En este contexto particular, los estudiantes muestran poco interés hacia las matemáticas y cuando se aborda el tema específico de las funciones reales se evidencia la poca contextualización o significación de los conceptos con relación a la complejidad del mundo que los rodea; limitando a su vez la interacción con las dinámicas sociales de las cuales hacen parte.

La dificultad anterior toma más fuerza con el hecho de que el estudio de las funciones reales es fundamental para los estudiantes del ciclo básico y medio en la escuela secundaria, ya que es la base de lo que se conoce como el cálculo, es decir, es la puerta de entrada a las matemáticas superiores y de allí la importancia de que los estudiantes reconozcan su verdadero impacto en diversos campos del conocimiento. Además, por el hecho de que las funciones en matemáticas son útiles en diversos contextos y disciplinas, es necesario concienciar a los jóvenes sobre la necesidad de aprender de manera significativa dicha temática. Esto le permitirá al estudiante construir nociones más complejas y útiles en su formación universitaria y en su propio campo profesional o social, independientemente de la disciplina de su interés.

En procura de superar los obstáculos presentados anteriormente, se propone entonces que, mediante un análisis reflexivo y profundo de la práctica de los docentes del área, detectar las debilidades y lograr proponer una propuesta para la educación respecto a la enseñanza de las funciones reales, que busque apoyar el aprendizaje significativo. Esto se espera lograr implementando las estrategias necesarias y pertinentes, en especial, al uso de la Dinámica de Sistemas y su aplicación en problemas de tipo social, que, mediante diagramas de influencias, el pensamiento complejo y al uso de simuladores dinámicos, pongan en un contexto diverso, enriquecido y mucho más amplio a la matemática.

En el marco anteriormente descrito, se busca resolver problemas que están presentes en el aprendizaje de las matemáticas en general, pero centrando interés en la temática de las funciones reales. Por lo tanto, la pregunta de investigación que orienta este trabajo de maestría es, *¿de qué manera las Tecnologías de la Información, la Comunicación y el Conocimiento, en particular la Dinámica de Sistemas, pueden apoyar el aprendizaje significativo de funciones reales en los estudiantes de grado noveno de la I.E. Santa Juana de Arco?*

1.2 Justificación

La enseñanza de la matemática en las escuelas requiere de una transformación en sus procesos formativos, puesto que actualmente los desafíos para los educadores son más rigurosos en el sentido de que estos deben conocer a quienes están formando y comprender el contexto social en el cual están inmersos; ya que “de nada sirven las teorías matemáticas si no se conoce primero

quienes tienen que aprender y cuáles son sus intereses por conocer” (Real, M. p 3). Hay que tener presente que los intereses pueden variar de acuerdo con el contexto en el cual se desarrolla el proceso educativo, pero existe la convicción de que es necesario que los estudiantes logren relacionar los conceptos matemáticos con el contexto, social y económico del cual hacen parte. Esto permitirá, enriquecer los ejes temáticos y por supuesto lograr una mejora en el proceso formativo. Lo anterior implica concebir una formación matemática significativa e integrada a los procesos de aprendizaje de manera interdisciplinar y no centrada en la operatividad de procesos, que no aportan suficientemente a la comprensión del por qué es importante esta asignatura en los planes de estudio en los centros educativos.

De lo expuesto anteriormente es importante mencionar que el aprendizaje significativo, particularmente de las funciones reales, debe generar apropiación y por supuesto un verdadero conocimiento de los temas. Es decir, lograr un conocimiento que sea perdurable en el tiempo y que permita además al estudiante seguir profundizando en la búsqueda de respuestas a cuestionamientos que en la medida en que se avanza puedan surgir. De esta manera, en este trabajo de maestría se afronta una de las problemáticas de la educación actual, la cual tiene que ver con la descontextualización de los contenidos curriculares, además de la marcada fragmentación entre las asignaturas, evitando así que el estudiante adquiera una visión más sistémica de la realidad.

Por ello es necesario que el docente promueva permanentemente en los estudiantes situaciones que despierten curiosidad y les genere cuestionamientos respecto a sus conocimientos. Esto es, plantear situaciones del contexto social donde se logren controvertir sus ideas o percepciones acerca un problema de su interés, contra nuevos planteamientos con una base teórica

o con un sustento científico. Esto a su vez facilita la asimilación y apropiación del conocimiento, ya que, al tratar temáticas cercanas a estos, hay una significación inmediata y dado que ya se tienen elementos inherentes (presaberes) al fenómeno de estudio en particular, se facilita la asimilación y el aprendizaje.

Lo anterior puede lograrse mediante el uso de herramientas que permitan integrar conocimientos interdisciplinarios, y es allí donde la dinámica de sistemas y el pensamiento dinámico sistémico aporta elementos esenciales. Tales elementos giran en torno al uso de modelos y simulaciones, mediados por software especializado, que facilitan la comprensión de variados fenómenos, mediante representaciones alternativas de los mismos, mejorando de esta manera la construcción de explicaciones científicas en el marco de las funciones reales.

De esta manera, es posible generar un acercamiento mucho más significativo de las funciones reales, permitiendo al estudiante dimensionar su importancia en variados temas presentes en la cotidianidad, y por supuesto comprender los contextos que encontrarán a futuro en su formación profesional, ya que las funciones son base fundamental del cálculo diferencial, que a su vez da paso a campos más avanzados en la formación matemática. Esto es importante, ya que muchas de las profesiones universitarias incluyen en sus planes de estudio varios ciclos o niveles de matemáticas, donde las funciones desempeñan un papel fundamental.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de proyecto formativo para estudiantes de noveno grado dirigida al mejoramiento del aprendizaje significativo sobre las funciones reales mediante el pensamiento sistémico y el modelado y simulación con dinámica de sistemas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar y desarrollar una propuesta de proyecto para la educación que aporte a un aprendizaje significativo sobre las funciones reales mediante el modelado y la simulación, con dinámica de sistemas, de fenómenos sociales propios del contexto de los estudiantes.
- Diseñar y desarrollar una propuesta de experiencia para poner en marcha la propuesta de proyecto en el aula junto con sus herramientas pedagógicas y recursos TIC.
- Ejecutar y evaluar la experiencia y la propuesta para formular orientaciones que permitan su aplicación sostenida en la enseñanza de las matemáticas en el grado noveno.

1.4 Contribuciones y Publicaciones

La contribución central de este trabajo de maestría es una propuesta para mejorar el aprendizaje significativo de las funciones reales en el área de matemáticas mediante el abordaje de fenómenos sociales con situaciones propias del contexto de los estudiantes, utilizando para ello

el pensamiento sistémico y los lenguajes de la dinámica de sistemas. A continuación, se presenta la divulgación científica asociada a la contribución anteriormente mencionada:

- **Título:** Dinámica de Sistemas para el Aprendizaje Significativo de las Funciones Reales en Estudiantes de Media Vocacional.

Autores: Edwin A. Perdomo, Juan S. Angarita-Zapata, Hugo Hernando Andrade Sosa

Estado: Artículo aceptado y presentado como ponencia oral en el XVIII Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas – 2020.

- **Título:** Una Propuesta Educativa Basada En Dinámica De Sistemas Para El Aprendizaje Significativo De Funciones En Grado Noveno.

Autores: Edwin A. Perdomo, Juan S. Angarita-Zapata, Hugo Hernando Andrade Sosa

Estado: Artículo de revista en elaboración.

1.5 Estructura del informe del proyecto de investigación

A continuación, se presenta la estructura y contenido de este trabajo de investigación:

En el **capítulo dos** se introduce el marco referencial. Específicamente, se presenta el marco teórico y los antecedentes de investigación relacionados con el propósito central de este trabajo de maestría.

En el **capítulo tres** se presenta la propuesta para la educación planteada en el marco de esta investigación. Además de ello, se presenta una propuesta de experiencia educativa que permite llevar a cabo la propuesta planteada en el aula de clase.

En el **capítulo cuatro** se introduce el diseño metodológico y el paso a paso de la implementación de la propuesta educativa, la población a la que va dirigida. De igual manera se explican las técnicas utilizadas para la recolección de la información, así como la manera en que es analizada.

En el **capítulo cinco** se exponen los resultados de tipo cualitativo y cuantitativo del proceso de investigación y su impacto sobre la población objetivo. Se hace un análisis categorial sobre las variables más representativas del proyecto, así como un contraste de los ciclos de investigación y la prueba diagnóstica inicial.

En el **capítulo seis** se muestran las conclusiones del trabajo de investigación, resaltando los resultados más relevantes del proceso, no solo mostrando los aportes hechos, sino de las dificultades encontradas, tanto de las actividades propias, como de la metodología empleada en la implementación. El capítulo cierra con el trabajo futuro, que abre la puerta a nuevas investigaciones que profundicen en los resultados alcanzados en esta investigación.

2 Marco Referencial

Las estrategias educativas en las aulas deben propiciar ambientes formativos que aporten notablemente en lograr un aprendizaje significativo en el total de asignaturas, particularmente en el área de matemáticas. Por ello es importante conocer trabajos previos que guardan estrecha

relación con la propuesta presentada, conociendo así otras posturas, enfoques y herramientas tecnológicas. En el presente capítulo se encontrarán los antecedentes de investigación desde un contexto regional, nacional e internacional. Posteriormente se presentará el marco teórico que fundamenta conceptualmente la propuesta educativa, desde la definición formal de función real, el aprendizaje significativo, el uso de las TIC en el aprendizaje, el pensamiento sistémico, hasta el modelado y simulación con Dinámica de Sistemas.

2.1 Antecedentes de Investigación

Con el propósito de conocer el estado del arte sobre la enseñanza de las funciones reales y su aprendizaje significativo mediante las TIC, se hace una búsqueda de documentos especializados para poner en contexto nuestra investigación con respecto a los diferentes trabajos que se han realizado a nivel regional, nacional e internacional. Los criterios de búsqueda obedecen a las siguientes palabras clave: Funciones reales, TIC, Aprendizaje significativo, Integración de las TIC en el aula, Dinámica de Sistemas (DS), Pensamiento Sistémico. Y las bases de datos consultadas para la búsqueda fueron: Google Académico, Dialnet, Redalyc, SciElo, BASE, Base de datos Biblioteca UIS, MIT Open Course Ware, Creative Learning Exchange.

Dado que la enseñanza apoyada en herramientas tecnológicas es un tema en auge y en permanente evolución, se consultaron artículos o trabajos de maestría que guardan directa relación con la propuesta presentada, y que en lo posible fueran actualizadas, sin que ello evite la consulta

de trabajos menos recientes, pero que por su calidad fueron tenidas en cuenta aportando valiosa información. A continuación, se presenta una síntesis de los principales hallazgos.

2.1.1 Antecedentes en el Contexto Local

Los siguientes referentes corresponden a investigaciones o trabajos de grado de pregrado o maestría realizados en la Universidad Industrial de Santander (UIS).

Tabla 1

Aportes a la propuesta de investigación del orden local

Referencia	Título	Objetivo	Conclusiones	Aportes a este proyecto de maestría
Giovanni Rodríguez Santamaría, & Édinson Díaz Manjarrez, (2008)	El uso de Geogebra como herramienta dinámica para el análisis de funciones cuadráticas en estudiantes de grado undécimo.	El trabajo se orientó al manejo del software y algunas herramientas que dinamizan el proceso de aprendizaje de la función cuadrática, con gráficas interactivas.	El software contribuyó a la mejora en la comprensión de las funciones cuadráticas e identificar los elementos que las componen, como raíces, vértices, concavidad, etc.	•Uso de simulador en el aula de clase. •Permitió el análisis de comportamiento de funciones mediante herramientas TIC. •Mejora la motivación en los estudiantes.

Rolando Augusto Mejía Ballesteros, (2018)	Geogebra como método de enseñanza y aprendizaje de las funciones de variable real a estudiantes del grado 10-2 del colegio San Carlos del municipio de San Gil.	El trabajo se desarrolló mediante la creación de una secuencia didáctica que centró esfuerzos en dinamizar la enseñanza de las funciones reales mediante las TIC, donde estas dan paso a procesos interpretativos y no mecánicos o calculistas.	La implementación del software permitió mejorar la receptividad de los estudiantes y su actitud frente a la asignatura, ya que se centró en el análisis y contextualización de los resultados obtenidos	•Evitar una matemática apoyada en la operatividad y centrarla en el análisis de la misma. •Las TIC mejoran la atención de los estudiantes y aporta a su motivación.
Luis Jesús Álvarez (2013)	Ambiente virtual de aprendizaje para la formación de profesores para la integración de las TIC en la educación básica y media.	Promover la integración de las TIC en el proceso de aprendizaje, apoyando su sostenibilidad.	Se logran constituir ambientes de aprendizaje en la plataforma Moodle como una propuesta que aporta al aprendizaje colaborativo y autónomo	•El desarrollo de objetos virtuales como modelos con dinámica de sistemas, que pueden ser usados por los docentes en sus contextos.
Claudia Patricia Angarita Cárdenas, (2018)	Geogebra: Herramienta interactiva para el desarrollo del	Se busca establecer el efecto que causa el uso del software y el razonamiento	Luego de realizada la propuesta, se logró evidenciar	•Nuevas formas de ilustrar y mostrar dinámicas

razonamiento	matemático, mediante	que la gran	geométricas.
matemático en	solución de problemas	mayoría de los	•El simulador
estudiantes de	geométricos	estudiantes	mejora la
grado sexto del		mejoró	motivación.
colegio San		significativamente	
Carlos municipio		e en el	
de San Gil		razonamiento de	
		representaciones	
		matemáticas.	

De los trabajos consultados es evidente que en su gran mayoría se apoyan en el software Geogebra como herramienta para simular las funciones reales en clase. Los trabajos tienen como característica el hecho de que el interés se centra en el análisis de los elementos propios de las funciones en su lenguaje matemático, como raíces, concavidad, vértices, etc. Esto significa que se ocupan de problemas netamente matemáticos o geométricos, sin salir de las notaciones o del lenguaje de la matemática.

Estos trabajos tienen como característica común el hecho de que se apoyan en las TIC para fortalecer los procesos educativos, mediante la implementación de actividades interactivas en el aula sacando provecho al software Geogebra. Sin embargo, este software limita al estudiante a seguir trabajando sobre objetos matemáticos, dejando de lado el contexto y por ende el aprendizaje significativo no se explota suficientemente. Además, la motivación por parte de los estudiantes es una constante en los trabajos consultados, permitiendo inferir que las clases integradas con TIC mejora la disposición por parte de los estudiantes y dinamiza los procesos formativos, que es uno de los propósitos de la presente propuesta.

Por otra parte, se destacan los aportes del grupo de investigación SIMON de la Universidad Industrial de Santander, quienes han promovido durante varios años la integración de la dinámica de sistemas en las instituciones educativas, desde las escuelas hasta la educación básica y media. Dicha integración ha estado mediada mediante la construcción de herramientas o modelos con software especializado en modelado y simulación con el abordaje de problemas contextualizados en distintos campos del conocimiento, tales como la agricultura, la dinámica de poblaciones, propagación de virus, problemas económicos, etc. Este enfoque con Dinámica de Sistemas y Pensamiento Sistémico del grupo SIMON asume las nociones matemáticas con una visión integracionista de diversas disciplinas, esto es, con una orientación sistémica y holista, que aporta fuertemente a la construcción de explicaciones científicas mediante la construcción de modelos, que difícilmente pueden hacerse con el software Geogebra.

2.1.2 Antecedentes en el Contexto Nacional

En el contexto nacional se encuentran investigaciones que tienen como propósito fundamental la enseñanza de las funciones reales a través de herramientas TIC. Lo anterior ofrece un importante apoyo pedagógico, desde lo metodológico y procedimental en el aprendizaje.

Tabla 2

Aportes a la propuesta de investigación del orden nacional

Referencia	Título	Objetivo	Conclusiones	Aportes a este proyecto de maestría
Sebastián Valencia	Trabajo de Maestría:	Contribuir a la enseñanza de las	El aprendizaje de las funciones mediante	• Favoreció el análisis del comportamiento de

Carmona, (2018)	Proyecto de aula que contribuya a la enseñanza de las funciones reales a partir de situaciones problema y el uso de TIC	funciones reales, mediante la relación de conceptos matemáticos con situaciones propias del contexto del estudiante, apoyado en el uso de software y aplicaciones para dispositivos móviles.	problemas en contexto favoreció la comprensión de la temática, y el uso de las herramientas TIC mejoró la motivación. Las herramientas usadas fueron: Microsoft Excel: construcción de hojas de respuestas, tablas de valores y representación gráfica. Geogebra: graficación de funciones matemáticas. TrackerID: permite analizar movimientos en una o dos dimensiones. Video Tracker: análisis de videos grabados desde el móvil que permite identificar datos de tres variables.	variables, asociándolas con situaciones reales. • Facilitan la comprensión de conceptos como raíces, puntos máximos, intervalos de crecimiento, permitiendo además analizar situaciones del contexto, como generar funciones por medio de objetos físicos como balones que al ser lanzado generan trayectorias que simulan la función de estudio.
Alexis Gil Suárez, (2014).	Trabajo de Maestría: Diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza de las funciones trigonométricas	El trabajo consiste en la implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza de las razones trigonométricas	La modelación matemática a partir de situaciones problema y los laboratorios mediante software, crearon expectativa en los estudiantes, permitiendo mejorar su desempeño en el aprendizaje de las	• Tiene como base la modelación de funciones trigonométricas a partir de objetos físicos como la rueda de Chicago y el uso de software de percibe ondas sonoras que son simuladas por

	en los números reales para grado décimo mediante la modelación matemática y las TIC: Estudio de caso en el grupo 10°B de la Institución Educativa Montecarlo-Guillermo Gaviria Correa, Del municipio de Medellín.	haciendo uso de las nuevas tecnologías y la modelación matemática enfocada en el aprendizaje significativo.	funciones trigonométricas. Se utilizaron en este proyecto la Rueda de Chicago (elemento concreto): consta de un disco y un transportador para medir los ángulos. Geogebra y PhysicsSensor: se utilizaron como laboratorios virtuales para facilitar el análisis de funciones. Moodle: se usó como sistema de gestión de aprendizaje. Thatquiz: permitió medir el avance de en los desempeños de los estudiantes.	estas funciones. •La motivación juega un papel central, ya que con actividades alternativas a la clase tradicional los estudiantes se sienten más a gusto en las clases.
Oscar Mauricio Mora Arroyo, & Boris Alejandro Villamil Ramírez, (2012).	Artículo: Diseño y validación de objetos de aprendizaje realizados en Geogebra para el aprendizaje de funciones reales en matemáticas.	Facilitar el aprendizaje de las funciones reales y sus particularidades, especialmente las funciones logarítmicas, exponencial, raíz cuadrada,	Los objetos de aprendizaje potencializan el aprendizaje de las funciones reales, haciendo especial énfasis en el análisis de gráficas en el plano cartesiano, generando apropiación de conceptos propios de las funciones. El software	•Integración de TIC con el fin de motivar y dinamizar procesos en las aulas. Esto se hace mediante el uso de la herramienta de deslizadores que permite manipular funciones y analizar sus diversos

		cuadrática y valor absoluto, mediante el análisis de sus gráficas.	Geogebra se utilizó principalmente para el análisis de funciones con el apoyo de la herramienta de deslizadores, que permite la variación de parámetros.	comportamientos.
Aura Lucía Quintero Poveda, & José Javier Moreno Corredor, & Jioni Augusto Neira Timote (2013).	Tesis de especialización: Diseño e implementación de un ambiente virtual de aprendizaje que fomente la aplicación de funciones reales en la solución de situaciones problema en estudiante de grado once del colegio centro integral José María Cordoba.	Se diseña e implementa un ambiente virtual de aprendizaje enfocado específicamente al aprendizaje de las funciones reales donde se aplican a situaciones problema en estudiantes de grado once.	Se evidenció que la implementación de un Ambiente Virtual de Aprendizaje mejoró la integración de los conceptos inherentes a las funciones reales, mostrando habilidad para analizarlas de forma reflexiva y crítica, consolidando así un aprendizaje significativo. Las herramientas interactivas utilizadas fueron Clic, Clic Hootpotatoes, Dlim, y para la creación de mapas conceptuales y mentales Cmaptools y Fridman.	•El uso de las TIC en la creación de ambientes virtuales de aprendizaje. •Mayor acercamiento de los estudiantes a las matemáticas con el uso de recursos interactivos que facilitan los procesos pedagógicos en las aulas.
Carlos Alberto Guevara	Tesis de Maestría: Propuesta	Analizar el concepto de función con	La integración de las áreas o interdisciplinariedad	•La modelación y simulación que logran consolidar aprendizajes

Sánchez, (2012).	didáctica para lograr aprendizaje significativo del concepto de función mediante la modelación y la simulación	base al aprendizaje significativo con sistemas de representación que llevan a la modelación, para luego ser simuladas mediante software.	permite la significación de conceptos que apoyan a la construcción de función, sus aplicaciones mediante el modelado y la simulación de tipo caja negra. Las herramientas usadas fueron Geogebra y Graph 4.3 donde se analizaron modelos y simulaciones relacionadas con problemas de áreas, volumen y optimización.	perdurables en los estudiantes. •Aprendizaje significativo, dado que se tiene en cuenta objetos del contexto de los estudiantes utilizando para ello problemas de volumen de una piscina o sumas de algunas áreas.
---------------------	---	--	--	--

En los documentos consultados se aprecia la preocupación de los investigadores por mejorar la enseñanza con base a situaciones problema que en su gran mayoría corresponden a las matemáticas propias o ciencias físicas en sí, ya que al analizar sus actividades de aplicación es notoria la preocupación por conocer gráficos, dominios y rangos de funciones reales, así como algunos problemas de naturaleza geométrica o trigonométrica. La mayoría de estos trabajos utilizan como herramienta de simulación el software de geometría dinámica Geogebra. Los trabajos consultados son en su mayoría tesis de maestrías.

Como aportes relevantes al presente trabajo de maestría se destacan el uso de software especializado en el análisis de funciones y el registro de datos, que son tomados de procesos de experimentación con objetos físicos. Esas actividades permiten que los estudiantes asocien los

conceptos matemáticos abstractos con situaciones de la realidad, motivando así su aprendizaje. Como resultado de estas estrategias, se mejora la motivación hacia la asignatura, dado que la integración de simuladores en la enseñanza de las funciones reales permite que el estudiante analice de manera más sencilla el comportamiento de estas.

2.1.3 Antecedentes en el Contexto Internacional

Los siguientes trabajos referenciados corresponden a la búsqueda del orden internacional que permite dar una mirada de lo que se está haciendo en dicho contexto sobre la enseñanza de las funciones reales y las estrategias tecnológicas utilizadas para mejorar su comprensión.

Tabla 3

Aportes a la propuesta de investigación del orden internacional

Referencia	Título	Objetivo	Conclusiones	Aportes a este proyecto de maestría
Susana Marta Roumieu, (2014).	Artículo: La importancia de las funciones en la formulación de modelos matemáticos utilizando tecnología: implementación	El artículo enfatiza en la importancia de resolver problemas reales, ya que hacen parte de la cotidianidad de los estudiantes, lo que aumenta su motivación por el	El autor resalta la importancia de crear nuevos espacios de aprendizaje que motiven al estudiante y convierta la experiencia en	Se trabaja la Modelación matemática con actividades experimentales para luego pasar a la fase de simulación con

del modelo 1 a 1.	aprendizaje, y con el apoyo de un software graficador se fortalece el análisis del problema en cuestión.	aprendizaje significativo. Las actividades mostraron un importante avance en el aprendizaje del concepto de función y otros conceptos involucrados al mismo. Las herramientas utilizadas fueron Interpolación de Lagrange 2.0 y Excel para la elaboración de tablas. Se analizaron problemas de temperatura en las escalas Fahrenheit, Celcius. De igual manera se analizó el diámetro de una gota y la relación entre la altura de caída y la variación de la concentración de	apoyo de software especializado.
-------------------	--	---	----------------------------------

			alcohol en la sangre.	
Lucía GarijoAlonso, L. (2014).	Tesis de Maestría: Enseñanza de funciones y gráficas en 1º bachillerato basado en el uso de Geogebra.	Se plantea una metodología didáctica para el grado primero de bachillerato con la herramienta Geogebra, en particular la visualización de funciones.	Con base en la bibliografía la autora expresa la importancia de la visualización de gráficos apoyados por el software dinámico Geogebra en los estudiantes de grado 1º bachillerato, debido a su fácil uso e interactividad lo que facilita el aprendizaje.	•Uso de simuladores para representar funciones y comprensión de conceptos matemáticos.
Diana M. Fisher, (2000).	Artículo: System Dynamics Models Created by High School Students	Se muestran una serie de modelos que fueron realizados por estudiantes en centros educativos que implementaron la enseñanza de creación de modelos con dinámica de sistemas. El tipo de modelos creados	Los modelos presentados muestran un importante aporte a la construcción de explicaciones sobre fenómenos de estudio en variados contextos, y que además aporta a la	•Construcción de modelos con dinámica de sistemas. •Formulación de explicaciones científicas. •Uso de software especializado en modelado y simulación.

		responde a diversos contextos como el económico, social, biológico, etc.	motivación e innovación en la enseñanza. Estos modelos al ser simulados abren la posibilidad de ser analizados desde las matemáticas, especialmente desde las funciones reales.	• Modelos que pueden aportar en el aprendizaje de funciones reales en el área de matemáticas.
Regulo Bolivar Viscarra León, & Miguel Angel Angulo Luna, 2012.	Tesis de Maestría Diseño e implementación de una propuesta pedagógica para la enseñanza de las funciones exponenciales y logarítmicas.	Se propone la enseñanza a partir del constructivismo donde se ponen en contexto problemas propios de los estudiantes, concretando un aprendizaje práctico con apoyo de las TIC como un elemento motivacional, facilitando el análisis gráfico.	Es notorio que los estudiantes tienen dificultades en la escritura al pasar de un problema de la vida real al lenguaje de las matemáticas. El uso del software Graph permitió facilitar el análisis de las gráficas, permitiendo que los estudiantes se sintieran más motivados por este tipo de visualizaciones.	• Simulación de funciones reales mediante el uso de software. • Se logra generar la motivación y participación de los estudiantes mediante análisis gráfico.
Anne LaVigne &	Libro: Model	El libro muestra los	El objetivo del	• Construcción de

Lees Stuntz, 2016	Mysteries an exploration of vampires, zombies and other fantastic scenarios to make the world a better place	enseña la construcción de modelos en diversos contextos mediante actividades. El libro además permite la indagación sobre los modelos presentados y contiene trabajos donde el estudiante aporta o muestra sus conocimientos.	libro es mostrar los diversos lenguajes de la dinámica de sistemas como son los diagramas causales, diagramas de flujo y nivel, así como las simulaciones de los modelos. Además, enseña el paso a paso que permite la construcción de los modelos de manera ilustrativa.	modelos y simulación. • Explicación de fenómenos sociales mediante el estudio de funciones reales. • Aporta modelos en contextos como la medicina, nutrición, entre otras. Estos se presentan en los lenguajes de la Dinámica de Sistemas que pueden ser ajustados o modificados para la enseñanza de las funciones reales en el área de matemáticas.
-------------------	--	---	---	---

Se destaca el proyecto denominado K-12 donde se promueve el aprendizaje significativo mediante la modelación y simulación de sistemas complejos e interdisciplinarios fuertemente interconectado (Mills J & Zounar. E, 2001, p 2.) en situaciones del contexto o problemáticas sociales. De esta manera, se pretende representar el mundo como un sistema dinámico (Forrester 1992, p. 6). K-12 es uno de los proyectos que más aporta a nuestro proyecto de investigación, ya

que por medio de los lenguajes de la dinámica de sistemas se pueden abordar problemáticas interdisciplinarias en campos como las ciencias sociales, la ingeniería, los negocios, la biología y la física (J. Chem. Educ, 2019). Respecto al proyecto K-12, nuestro trabajo de maestría se diferencia en el que hecho que aquí pretendemos enfatizar en una problemática en particular, relacionada con las funciones reales en grado noveno sin profundizar en procesamiento de fórmulas o conceptos matemáticos. Por el contrario, se busca tomar fenómenos del contexto de los estudiantes y crear representaciones de ellos a través de modelos con dinámica de sistemas, los cuales puedan ser asociados con funciones reales para analizar e indagar sobre su comportamiento.

Respecto a los otros trabajos consultados, se evidencia una importante preocupación por mejorar el aprendizaje de las funciones reales, utilizando para ello herramientas tecnológicas y digitales disponibles actualmente, tales como Geogebra, Interpolación Lagrange, Excel. Además de los anteriores y con relación al presente trabajo de maestría se destaca el uso del software Stella, que utiliza los lenguajes de la dinámica de sistemas.

Como aportes a la presente propuesta se destaca el uso de simuladores para abordar la temática de las funciones reales en variados contextos, particularmente del entorno de los estudiantes, lo que se convierte en aprendizaje significativo. De igual manera, se aprecia un notable esfuerzo por implementar variados objetos de aprendizaje en las aulas con el ánimo de que se conviertan en facilitadores de conocimiento como graficadoras, hojas de cálculo y modelos con DS. Lo anterior muestra que existen posibilidades tecnológicas y didácticas diversas que aportan en la mejora de los procesos formativos, coincidiendo en buena parte con los propósitos de nuestra propuesta.

Conclusión general de la revisión de antecedentes internacionales, nacionales y locales:

Los problemas de investigación de los trabajos encontrados en las distintas fuentes muestran la constante preocupación por el aprendizaje de las funciones reales mediante situaciones problema propios en su gran mayoría de las ciencias matemáticas o físicas. De esta forma, una parte considerable de los trabajos consultados centran su atención en problemas de la geometría, como los son áreas, volúmenes etc. De igual manera, consideran problemas trigonométricos donde enfatizan en las gráficas y determinar dominios y rangos. Por mencionar uno más, una de las propuestas se orienta con base a actividades lúdicas para encontrar gráficos similares a las funciones elementales que se estudian en bachillerato, como funciones lineales, cuadráticas o cúbicas, entre otras.

Los proyectos consultados hacen en el mayor de los casos uso de simuladores de tipo no estructural (que no explican completamente el proceso o contexto del problema) para representar situaciones modeladas a partir de algunos experimentos, como lanzamiento de objetos que describen movimientos parabólicos; o el uso de la fotografía para encontrar comportamientos similares a las funciones; o el uso de hojas de cálculo para registrar información que luego será presentada gráficamente para su análisis permitiendo comprender conceptos propios de las funciones. Es decir, son simuladores de lo observable, mas no de la explicación de lo observado.

Por otra parte, en las investigaciones consultadas, son pocas las que usan la dinámica de sistemas como elemento integrador del conocimiento (Proyecto K-12, Grupo SIMON), y el abordaje de problemáticas sociales no sobresale en la mayoría de los casos. De igual manera los trabajos desarrollados por el proyecto K-12 y el grupo de investigación SIMON abordan este tipo

de problemas, pero su enfoque no hace referencia de manera explícita al manejo de las funciones reales elementales desarrolladas en los planes de estudio en la educación básica y media. Así este trabajo de maestría se enfoca en mejorar el aprendizaje de dicha temática abordando diversos fenómenos sociales, permitiendo fortalecer los conocimientos bajo una visión integracionista, promoviendo de esta manera en los centros educativos la interdisciplinariedad entre las diversas asignaturas.

2.2 Marco Teórico

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos básicos que dan sustento al presente proyecto de investigación. Estos son funciones reales y su orientación en las instituciones educativas, el aprendizaje significativo, fenómenos sociales considerados en esta investigación, las TIC en el aprendizaje, pensamiento sistémico y el modelado y la simulación con dinámica de sistemas.

2.2.1 Funciones Reales y su Orientación en las Instituciones Educativas

La orientación por parte de los docentes en el área de matemáticas en las instituciones educativas se basa generalmente en actividades de tipo memorístico tanto de conceptos y procesos formales que son propios de la disciplina. Estos conceptos recaen en la mayoría de las veces en nuevos conceptos de mayor complejidad, y generalmente carecen de significado, haciendo difícil su comprensión.

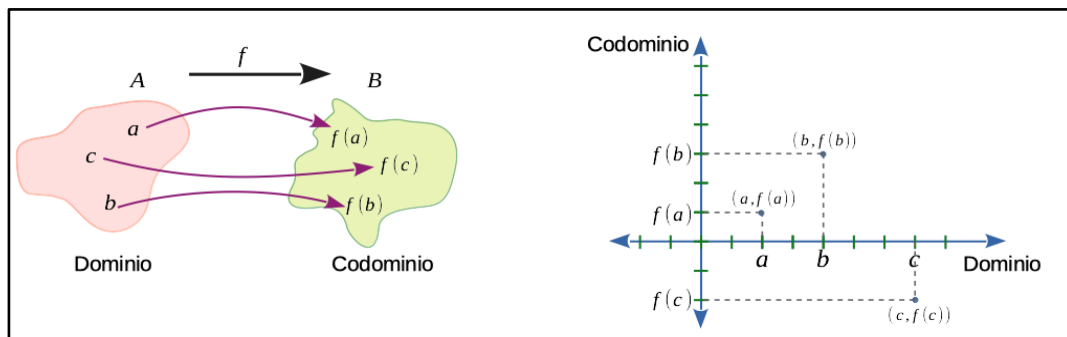
Uno de estos ejemplos está relacionado con la definición formal de función real, que demuestra un nivel de abstracción elevado que dificulta la comprensión de estas. Veamos una de

las definiciones utilizada en uno de los libros más utilizados por estudiantes de matemáticas en educación superior en cálculo diferencial: “Una función es una regla que asigna a cada elemento de un cierto conjunto de números reales otro número real” (Spivak, 2014, p 39). Estos conjuntos se conocen como dominio y ámbito (el segundo también es conocido como codominio o rango), los cuales formalmente pueden expresarse de la siguiente forma: Para cada x en el dominio de R , existe un único real y tal que $(x, y) \in R$. Tal definición, aunque bastante abstracta significa que a cada elemento del dominio x le corresponde un único elemento $f(x)$ en el codominio.

La definición de una función puede resultar bastante abstracta o artificial para la mayoría o la totalidad de los estudiantes, y para mejorar un poco su comprensión se recurre a esquemas gráficos. Se ilustra a continuación un diagrama sagital y un plano cartesiano (figura 1).

Figura 1

Representación de conjuntos en diagramas de Venn y en el plano cartesiano



El plano cartesiano permite visualizar de manera muy asertiva el comportamiento de una función real, la cual puede ser analizada para inferir información de esta, identificando variables y

diversidad de comportamientos que aportan a la explicación de ciertos fenómenos de estudio, incluso para indagar sobre los mismos. Generalmente los docentes enseñan a graficar mediante una tabla de valores o parejas ordenadas y luego se procede a la ubicación de numerosos puntos en el plano, que al ser unidos generan una gráfica que puede ser analizada, generalmente en contextos teóricos o abstractos, ya que las magnitudes son x y $y = f(x)$ y evidentemente para un estudiante no tienen mucha relevancia (ver figura 2). En estos casos se trabajan conceptos poco significativos, más allá de la formalidad matemática, como intervalos de crecimiento, máximo o mínimos, raíces, entre otros temas que el estudiante fácilmente olvida, puesto que no logra asociar a profundidad esto con sus conocimientos de la realidad o de sus experiencias.

Figura 2

Representación de funciones en el plano cartesiano con poca significación

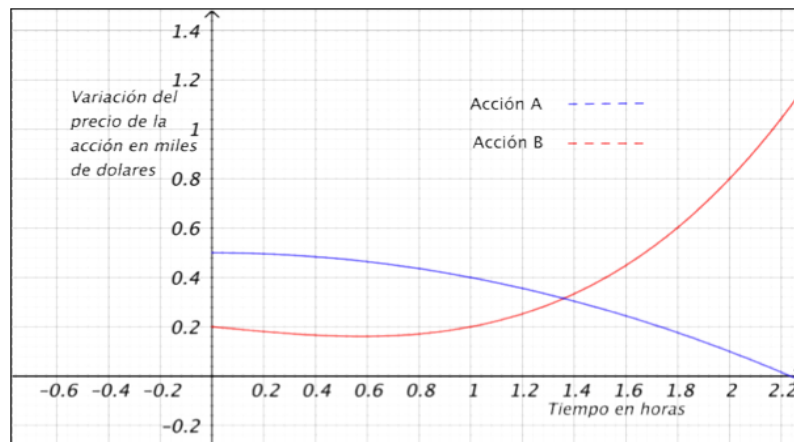


Según Claudia Acuña (2001, p 206) en el aprendizaje de la graficación la apariencia juega un papel fundamental debido a que es la base de la aprehensión perceptiva, es decir, un gráfico permite identificar patrones de comportamiento que pueden ser aprovechados significativamente

si se entiende que un plano x, y es una simplificación de magnitudes con un contexto real, esto es *tiempo-velocidad*, *tiempo-ingresos* por citar algunos ejemplos. En el ejemplo de la figura 3 las magnitudes representadas en las gráficas son tiempo y variación de precio en las acciones *A* y *B*.

Figura 3

Funciones con contexto que fortalecen el pensamiento y promueven la búsqueda de explicaciones



Este último gráfico logra poner en contexto una situación interesante de análisis y discusión, que puede ser aprovechada por el docente para motivar el aprendizaje de las funciones formulando interrogantes acerca su comportamiento. De esta forma, se hace un análisis de crecimiento, decrecimiento, causas y efectos u otros comportamientos, pero con un contexto más enriquecido en términos de la construcción de significados, logrando relacionar variedad de disciplinas que puedan incidir en el comportamiento de la función, esto es, aprendizaje significativo.

Lo anterior aporta fundamentalmente en superar el abordaje tradicional por parte de los docentes, que basan sus clases casi que exclusivamente en la repetición de conceptos y “recetas

matemáticas” que se aprenden de memoria, sin analizar con mayor rigor el contexto social de los problemas, las causas que los originan o las implicaciones que puedan generar cuando se producen alteraciones en sus variables. Es allí donde sobresalen oportunidades de mejora, respecto a la situación expuesta anteriormente, que hagan de las clases de matemáticas espacios que faciliten la comprensión y la complejidad del mundo; matemáticas que trasciendan de las aulas y que hagan parte de la conciencia colectiva, resaltando su importancia y por supuesto que permita comprender por qué deben ser estudiadas en los niveles de formación básica y media, así como en la educación superior.

2.2.2 Aprendizaje Significativo

Hablar de aprendizaje significativo es tener claridad y certeza de que el estudiante posee un conocimiento previo ya sea por experiencia propia o por sus deducciones a priori. Esto permite identificar puntos de anclaje sobre los que el estudiante puede construir nuevo conocimiento, de tal manera que reconstruya sus esquemas o estructuras mentales que faciliten la asimilación de nuevos conocimientos de mayor complejidad. De acuerdo con la visión de Ausubel (1983), *“un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe”*. Por relación sustancial y no arbitraria, el autor citado hace referencia a aquello a lo que se pueda considerar como relevante y que haga parte de la “estructura cognoscitiva del alumno”, lo que permite establecer relaciones concretas con los nuevos aprendizajes.

Este conocimiento previo fue llamado por Ausubel *subsuntores* o *ideas-ancla*. En esencia, “*un subsuntor es el nombre que se da a un conocimiento específico, existente en la estructura de conocimientos del individuo, que permite darle significado a un nuevo conocimiento que le es presentado*” (Moreira, M. 2012, p 2). Esto significa que un individuo tiene gran cantidad de *subsuntores* que hacen parte de su estructura cognitiva y pueden ser utilizados eficientemente en la construcción de nuevo conocimiento. Por ello, es deber del maestro identificar y promover o potenciar dichos conocimientos con el diseño de estrategias pertinentes, eficaces y fundamentadas, que logren consolidar un aprendizaje perdurable.

En contraste con lo anterior, el presente proyecto pretende consolidar una propuesta que promueva un aprendizaje significativo de las funciones reales mediante la contextualización de problemas que hagan parte de la cotidianidad de los estudiantes, analizando la dinámica o el comportamiento de estas, motivando la indagación y la reflexión de manera amplia y diversa, donde el conocimiento de los estudiantes sea puesto a consideración para su cuestionamiento y desde luego esto promueva reformulaciones y aprendizaje significativo.

2.2.3 Fenómenos Sociales Considerados en Esta Investigación

Hablar de fenómenos sociales es hablar de aquellas dinámicas del contexto que afectan o inciden en una sociedad, modificando su comportamiento de forma masiva, y promoviendo cambios significativos para superar o adaptarse al fenómeno. Según Suárez M (1889, p 1) haciendo referencia a los problemas sociales considera que son una condición que afecta a un número

significativo de personas, esto es, son situaciones que son perceptibles no solamente por una persona, sino que son de conciencia colectiva.

Lo anterior da lugar a innumerables situaciones problémicas del contexto social de la escuela, y que pueden aportar en la construcción de conocimiento, ya que los fenómenos sociales están inmersos en el diario vivir de los estudiantes. Por tanto, ello implica que pueden aportar de manera significativa en el proceso educativo haciendo del aprendizaje una experiencia mucho más vivencial, abordando por citar algunos ejemplos, problemas de poblaciones (demografía), congestión en sistemas de transporte, posicionamiento de marcas en el mercado, etc. Esto a su vez permite que la escuela, además de ser un espacio donde se aprenden técnicas, se convierta en un lugar donde se discuta de forma argumentada de problemas, ideas y las acciones de sociedades organizadas (Pages J, 2007, p 211), esto es, lograr una explicación mucho más completa del fenómeno de estudio.

De esta manera se construye un aprendizaje significativo desde la escuela, promoviendo en el aula la reflexión del contexto social del estudiante, conociendo sus dinámicas y por supuesto construyendo y reconstruyendo permanentemente estrategias para que la integración a los contenidos curriculares logre una verdadera significación del conocimiento.

2.2.4 Las TIC en el Aprendizaje

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se definen como “*un conjunto de avances tecnológicos que nos proporciona la informática y las telecomunicaciones por lo que facilitan el desarrollo de habilidades que están relacionadas con el manejo y procesamiento de información, permitiendo presentarla de diferentes maneras*” (Martínez, M & Gritti, A. 2013, p 2). Por otra parte, Sánchez (2000) las define como aquellas herramientas computacionales e informáticas que procesan, almacenan, sintetizan, recuperan y presentan información representada de la más variada forma, de acuerdo con las necesidades de los usuarios. Lo anterior establece claramente una característica fundamental, que consiste en presentar información de una forma tal que facilite su comprensión.

Las TIC han desencadenado una serie de transformaciones radicales respecto a cómo los aprendizajes en la actualidad están sujetos al buen uso y aprovechamiento de las herramientas disponibles en la actualidad y su integración en la enseñanza. Romero M (2014, p 104) asegura que “*existen numerosas herramientas tecnológicas que han permitido agilizar los procesos de adquisición de información, automatizando tediosas rutinas mecánicas de cuestionable valor didáctico*”, es decir, centrar el aprendizaje en el análisis de la información, aprovechándola para adquirir nuevos niveles de comprensión y no en cálculos o procesos que pueden hacer las máquinas.

Quizá una de las características más importantes del uso de las TIC en los procesos de construcción de conocimiento es su capacidad facilitadora en la creación de nuevos escenarios que posibiliten el aprendizaje. De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional:

“La integración de las TIC en la educación ha generado nuevas didácticas y potenciado ideales pedagógicos formulados por docentes, psicólogos y epistemólogos tales como: (a) ofrecer ambientes de aprendizaje ricos en materiales y experiencias que cautiven su interés; (b) otorgarle mayor libertad para explorar, observar, analizar y construir conocimiento; (c) estimular su imaginación, creatividad y sentido crítico, (d) ofrecerle múltiples fuentes de información más ricas y actualizadas, (e) facilitarle una comprensión científica de los fenómenos sociales y naturales y (f) permitirle realizar experiencias de aprendizaje multisensorial.”

Finalmente hay que resaltar el aporte de las TIC a la enseñanza y su papel dinamizador que cambió notablemente la forma en que se enseña o aprende en la actualidad, motivando la innovación, mediante la creación de estrategias didácticas, abordando temas específicos en una disciplina con un enfoque diferenciado e integracionista.

En consonancia con lo anterior hay que agregar que los autores citados anteriormente hacen un enfoque de las TIC como medios o herramientas facilitadoras del proceso enseñanza – aprendizaje. Sumado a lo anterior, en el presente proyecto de maestría las TIC se asumen además como contexto, dado que actualmente son fundamentales para abordar problemas complejos que

sin estas resultaría difícil o tedioso su estudio, dado el tiempo limitado que implicaría. Por ejemplo, la interpretación y análisis de dinámicas poblacionales o de algunos fenómenos económicos con modelos y simulaciones no sería igual de impactante sin las TIC, dado el alto nivel de contextualización que estas aportan, enriqueciendo los espacios de discusión. Esto permite tener una visión reflexiva y crítica de la práctica educativa, para reorientar procesos, y de qué manera estos pueden aportar en mayor medida a la mejora de los escenarios educativos que aún se resisten al cambio.

2.2.5 Pensamiento Sistémico (PS)

El pensamiento sistémico consiste en tener una visión integracionista del mundo, es decir, pensar los fenómenos de todo tipo en términos de sistemas (Andrade et al, 2014, p 34), donde las partes que lo conforman son interdependientes y hacen ver dicho sistema como una unidad por sí misma. De esta manera se pueden asumir problemas de la vida real analizando las partes que pueden afectarlo y estableciendo de manera más clara (aunque no es tarea fácil) la relación existente entre estas, permitiendo así un acercamiento a la comprensión de la dinámica del problema en cuestión.

Es por ello, que en el campo de la educación es importante lograr esta articulación entre la dinámica de sistemas y los contenidos curriculares, dado que mejoran la comprensión del mundo y a tener una visión mucho más clara del porque ocurren ciertas dinámicas en los mercados, las poblaciones, el clima, entre un sin fin de posibilidades, logrando llevar el conocimiento de diversos campos a las aulas de clase motivando el aprendizaje de las mismas. Además, hay que decir que

la visión de los problemas como sistemas aporta en la visión dinámica real del mundo y no en una forma estática, como actualmente lo hace ver la educación (Forrester 1992, p 6), y así la escuela provee un aprendizaje más centrado en la comprensión de los problemas de su contexto.

Por esto es importante mencionar el aporte que el pensamiento sistémico ofrece a la enseñanza de las funciones reales, puesto que permite pensar y cuestionar las causas que motivan o inducen los comportamientos observados en las gráficas. Esto es, poder identificar las funciones reales como comportamientos de fenómenos mucho más complejos, que van más allá de los comúnmente llamados “eje x y eje y”, ampliando notablemente su contexto mientras se aprende, más allá de los formalismos matemáticos y por supuesto más allá del aula de clase de matemáticas.

2.2.6 El Modelado y la Simulación con Dinámica de Sistemas (DS)

“La DS se encarga de analizar como las cosas cambian a través del tiempo. Involucra la interpretación de los sistemas de la vida real en modelos de simulación computacionales, que permiten ver como la estructura y las políticas de la toma de decisiones en un sistema crean su comportamiento” (Andrade, H., Gómez, L., 2009, p 185). El mismo autor señala que “el modelado y la simulación con DS une la educación y la matemática, y se constituye en un útil natural para el estudio de todos los fenómenos” (Andrade, H. et al. (2014), p 43). Lo anterior significa que el pensamiento sistémico permite identificar el fenómeno global, y la dinámica de sistemas llevarlo a un escenario de simulación permitiendo interactuar con el fenómeno. Por lo anterior, es posible dar un contexto amplio y sistémico a los contenidos desarrollados en el área de matemáticas. Dichos contenidos normalmente se orientan sobre objetos abstractos, pero que mediante la modelación y la simulación es posible tener un acercamiento y una mirada diferente sobre un

entorno fuertemente interrelacionado en lo social, ambiental y económico en que viven las personas.

En particular, un modelo matemático según Roumieu (2014, p 4) “*puede definirse como un conjunto de relaciones funcionales que permiten describir las características de un sistema o proceso real en términos matemáticos*”. De esto puede inferirse que la modelación trata de acercarse lo más posible al fenómeno de estudio, teniendo en cuenta las conexiones existentes entre los distintos elementos que lo componen, es decir, consiste en estudiar los fenómenos y representarlos como sistemas para explicarlos, y así responder a preguntas de interés. Así el modelo es el sistema que recrea una explicación de un fenómeno.

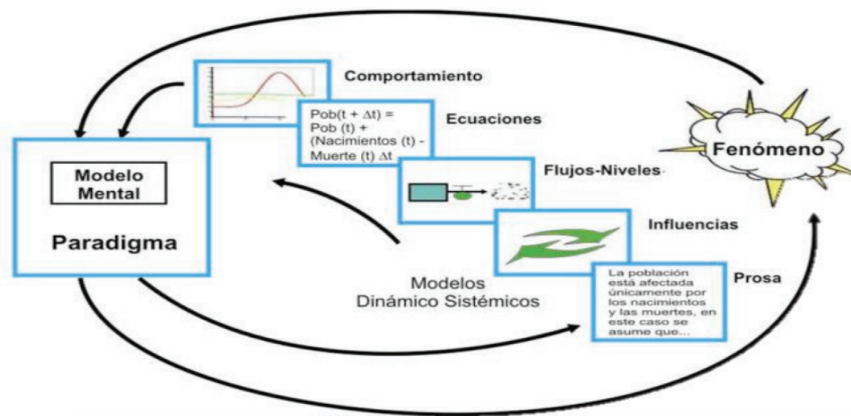
Luego de construido el modelo, es posible mediante un gráfico u otra representación mostrar el resultado de una simulación que ilustra el posible comportamiento del fenómeno, atendiendo a las variables de estudio y los parámetros. Una de las características de los simuladores es que permiten idealizar escenarios que en la vida real no resultarían apropiados o factibles, pero que pueden ilustrar en la toma de decisiones. El modelado y la simulación permite centrarse más en la reflexión sobre el fenómeno, mas no en el operar matemático (Andrade, H. et al., 2014, p 117).

Con base en lo anterior, el modelado y simulación con DS parte del análisis de los modelos o esquemas mentales (no visuales) para construir modelos que son visibles. Lo anterior se hace mediante herramientas metodológicas que permiten formular o reformular el modelo mental para

una mejor comprensión dinámico-sistémico del fenómeno (Andrade, Dyner, Espinosa, López, Sotaquirá, 2007).

Figura 4

Propuesta para la formulación de proyectos educativos fundados en el pensamiento dinámico sistémico



Para ello la DS aporta un sistema de lenguajes mediante los cuales se escriben los modelos que permiten construir explicaciones científicas sobre diversos fenómenos (Figura 4). Estos lenguajes son el lenguaje en prosa, el lenguaje de los diagramas causales, el lenguaje de los diagramas de flujos y niveles, el lenguaje de las ecuaciones, y el lenguaje de los resultados simulados (Andrade et al, 2007).

En primer lugar, el lenguaje en prosa permite comunicar fácilmente o de manera natural las interpretaciones o el conocimiento de los fenómenos. Posteriormente, los lenguajes de los diagramas causales y de flujos y niveles permiten tener un acercamiento del modelo de forma

visual, de tal manera que es posible identificar patrones o ciclos de realimentación o de balance. A su vez, el lenguaje de las ecuaciones representa una estructura de cómo se relacionan las variables, pero facilitadas por un software especializado haciendo más sencilla las complejas fórmulas o expresiones matemáticas. Finalmente, se encuentra el lenguaje de los resultados simulados, derivados de las ecuaciones, que permiten tener una imagen visual del fenómeno estudiado, y donde se pueden analizar comportamientos simultáneamente, idealizando diversas situaciones reales o incluso hipotéticas.

3 Presentación de la Propuesta para la Educación

Los procesos educativos requieren de manera apremiante nuevas propuestas transformadoras e innovadoras en la enseñanza que apoyen o promuevan cambios sustanciales en la educación. Dichos cambios pueden hacer más participativos o amigables los ambientes de aprendizaje en las aulas de clase, generando impacto positivo tanto en estudiantes como docentes. Además, y por supuesto aún más importante, estas propuestas deben propender por mejorar la visión que tienen los estudiantes de su entorno social, dada la escasa contextualización que actualmente los contenidos curriculares de las asignaturas aportan en dicho propósito.

De lo anterior, es pertinente que estas propuestas puedan ser puestas a consideración por equipos académicos interdisciplinarios, para que posteriormente sean aceptadas y replicadas, con

sus respectivas adaptaciones a los diversos contextos que inciden sobre las escuelas. Y por supuesto teniendo en cuenta particularmente los desafíos que impone el rápido avance de las tecnologías de la información y comunicación para explorar las oportunidades que estas ofrecen.

En dicho contexto, a continuación, se presentan los elementos que hacen parte de la propuesta para la educación y sus características que se plantean en este trabajo de maestría. Tal propuesta busca aportar dinamismo y cambios en la escuela como alternativas para la orientación de contenidos en el área de matemáticas u otras disciplinas. Seguidamente se conocerá el objetivo de la propuesta, para luego dar paso a las características de esta y finalmente brindar las orientaciones para el diseño de experiencias que presentan el medio y forma para poner en marcha la propuesta planteada dentro de un contexto escolar particular.

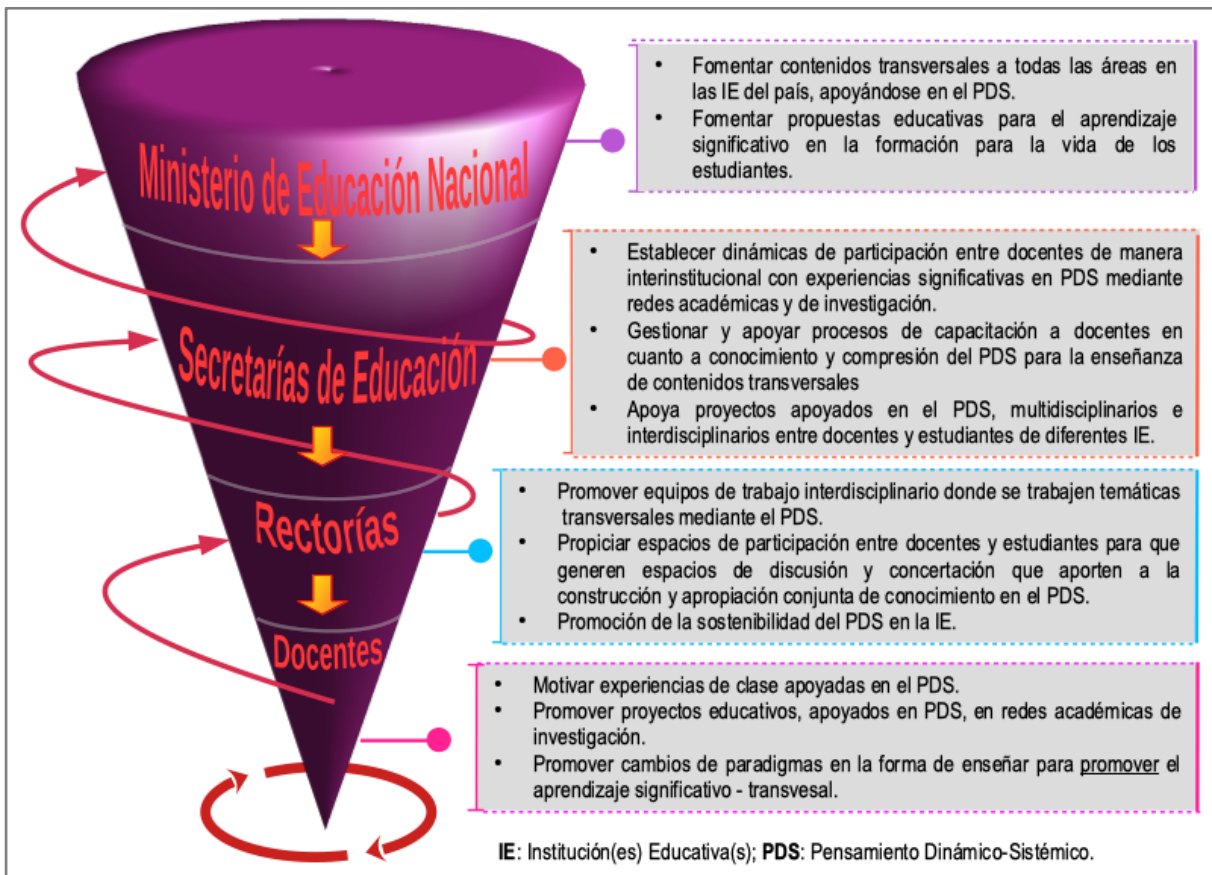
3.1 Propuesta para la Formulación de Proyectos para la Educación

Para lograr el propósito planteado anteriormente mencionado, se diseña una hoja de ruta basa en la noción de *Sistemismo* planteada por Mario Bunge (2014, p 836 - 837) que puede aportar en la puesta en marcha del proceso de transformación como se muestra en el siguiente esquema (ver figura 5). Dichas transformaciones o cambios en la educación pueden ser formulados y orientados en dos direcciones concretas interdependientes: de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba, es decir, desde el todo a sus partes y desde sus partes al todo, o en palabras del autor anteriormente mencionado “*el atomismo (o individualismo) es el dual del holismo, y cada uno dice su parte de la verdad. La verdad completa es contada por el sistemismo*”. Allí cada uno de

los actores principales del contexto escolar pueden aportar desde sus propias convicciones y conocimiento y así gestionar la puesta en marcha de la propuesta basada en DS y PS como se observa en la siguiente figura 5. A continuación se presenta el papel que cada actor juega en la propuesta planteada.

Figura 5

Propuesta para la formulación de proyectos educativos fundados en el pensamiento dinámico sistémico



Docentes: son ellos que desde su experiencia y conocimiento generan estrategias de cambio y transformación en las aulas, ya que son quienes de primera mano identifican las dificultades de los estudiantes, y pueden mediante un proceso de reflexión y autocrítica generar la continua transformación de su práctica en los espacios académicos. Deben convertirse en actores investigadores de su entorno, experimentando permanentemente y diversificando estrategias que apoyen su trabajo, utilizando para ello el contexto y los conocimientos que tienen los estudiantes de este, así como el uso de los recursos tecnológicos, particularmente de las TIC que apoyen el proceso educativo. Lo anterior para lograr que las TIC además de ser vistas como un medio para realizar cosas que antes no era posible en las aulas, se conviertan en un referente permanente del contexto.

De esta manera los docentes pueden integrar la DS como una forma de mejorar las prácticas en las aulas de clase, ampliando los conocimientos e integrando más campos o disciplinas que motiven el aprendizaje significativo, es decir, la DS como medio y contexto para poner en marcha diferentes proyectos que involucren diferentes asignaturas. Además de ello, es necesario por parte del docente dar a conocer sus experiencias por medio de la autogestión de redes académicas que fomente el PDS en comunidades de práctica, inicialmente en su región, para luego darse a conocer en espacios más amplios como seminarios o congresos, donde se muestren los avances o resultados en diversos procesos de investigación.

Rectores: los directivos docentes, en cabeza de los rectores y con el apoyo de los coordinadores pueden promover en los docentes el uso de la DS en las instituciones educativas

mediante la creación de equipos interdisciplinarios. Tales equipos deben contar con participación de estudiantes que logren una “verdadera integración” de conocimiento, donde las clases impartidas sean realmente significativas y promuevan en los estudiantes el PDS.

Lo anterior es posible con un cambio de paradigma por parte de estos directivos, dado que muchas veces se limitan a seguir pautas establecidas o quizá a replicar herramientas hechas en otras latitudes (ej. A nivel del ministerio de educación) evitando dar paso a la creación de conocimiento dentro de las instituciones educativas. Por lo anterior, se pretende que los directivos pasen de tener una visión reduccionista a tener una visión más abierta a procesos de transformación, y por supuesto en el contexto de las TIC.

Además de lo anterior, los directivos docentes deben gestionar los espacios necesarios y suficientes para crear y mantener proyectos educativos basados en DS vigentes, fortalecidos y consolidados con docentes líderes que permita la sostenibilidad de la integración del PDS en las aulas, de la mano del contexto social de los estudiantes.

Secretarías de educación: las secretarías de educación con iniciativas institucionales nacidas dentro de las sedes educativas pueden aportar en la promoción del PDS y de las oportunidades que este tipo de estrategias aportan en la mejora de la educación. Esto se puede lograr por un lado mediante la organización de jornadas académicas como conversatorios, foros educativos o congresos, y por otro lado mediante la creación de redes de escuelas articuladas e interconectadas por redes de profesores, que aporten en la divulgación y creación de redes académicas y de investigación de tipo interinstitucional e interdisciplinario que pongan en primer plano la transversalidad o integración de las áreas, evitando así la frecuente fragmentación de estas.

De lo anterior es claro que el apoyo de las secretarías de educación es fundamental, ya que es el órgano rector en los departamentos o municipios certificados que tienen el capital humano (docentes investigadores) y de recursos físicos que pueden aportar a las instituciones educativas en la implementación de la propuesta educativa.

Ministerio de Educación Nacional: es la máxima entidad gubernamental encargada de los temas educativos en el país, y es el emisor de las políticas y normativas en este sector a nivel nacional. Es el garante en temas de calidad educativa y de la actualización y pertinencia de contenidos propios de las áreas del conocimiento y por ello es un pilar de gran importancia en la implementación de la propuesta educativa.

Para lograr dicho propósito, es importante que desde este ministerio se hagan visibles y pongan en consideración para su aplicación proyectos de investigación que promuevan el aprendizaje significativo en las aulas de clase y que hagan pertinentes los contenidos de las asignaturas propuestas en los planes de estudio. Estas iniciativas deben ser promovidas a través de políticas educativas de transformación, cuyo eje central sea la transversalización de las áreas del conocimiento, pero con un componente fundamental que es la dinámica de sistemas como un mediador entre los problemas del contexto y las disciplinas, o entre las mismas disciplinas. Esto significa traer al aula situaciones o fenómenos externos a la escuela que sean de interés común en gran medida, promoviendo así un aprendizaje significativo, puesto que se da el proceso de

asociación o contraste entre el contexto del cual hace parte el estudiante y los conocimientos que puede construir a partir de los nuevos conceptos.

Lo anterior permitirá que se integren los lenguajes de la DS en los planes de estudio a nivel normativo, para que de esta manera se puedan establecer puentes o canales de información interdisciplinario que hagan de la escuela un espacio donde los docentes y estudiantes puedan abordar o indagar sobre diversos fenómenos en todas las asignaturas. Esto requeriría participación activa de los educandos, potenciando en estos el PDS y por supuesto profundizar en el análisis crítico de su contexto local, regional y global, con capacidad de proponer soluciones factibles a diversas problemáticas de su interés.

Finalmente hay que decir que la propuesta mostrada en la Figura 5 pretende mostrar una manera de fomentar el aprendizaje significativo en la escuela con el apoyo de docentes, directivos, secretarías y ministerios. De tal manera que haya una comunicación asertiva desde las escuelas hasta los ministerios, es decir, desde lo que se hace en las aulas de clase hasta los órganos encargados de la emisión de políticas educativas que deben propender por la mejora continua en cuanto a calidad. Así, se pretende la búsqueda de procesos de transformación que actualmente requiere urgentemente el sistema educativo en Colombia.

Teniendo en cuenta los planteamientos anteriormente descritos, el presente trabajo de maestría, abordado desde la perspectiva del educador o docente (ver figura 5) propende por presentar una propuesta para la educación centrada en las matemáticas, específicamente en el marco de la problemática que se explica con más detalle a continuación.

3.2 Identificación de un problema en la educación en el aula de clase desde la perspectiva del docente

Una de las dificultades más preponderantes en la educación radica en el hecho de que el abordaje de las asignaturas se hace generalmente mediante definiciones abstractas y con poca relación con el contexto. Además, se proponen problemas que en la mayoría de los casos no salen de las ciencias directamente relacionadas con las mismas, y esto fundamentalmente hace que dicho abordaje sea demasiado hermético o separado de las demás asignaturas. De hecho, los contenidos se hacen basados en conceptos y desarrollos generalmente desligados de la realidad, y la preocupación del docente es que el estudiante memorice dichos conceptos, o en el caso de las ciencias exactas complicados cálculos, sin que se dinamicen procesos de comprensión o explicación de variados fenómenos.

Lo anterior se sustenta por el hecho de que no todos los estudiantes van a ser ingenieros, matemáticos o economistas, sino que, por el contrario, son estudiantes que al terminar el ciclo de educación básica o media optarán por carreras o profesiones en variados campos del conocimiento en institutos o universidades. Así, es necesario que el conocimiento aportado en las instituciones educativas sea el más apropiado y pertinente para la formación de los futuros estudiantes universitarios indistintamente de la profesión que cada uno elija en el futuro.

Con esta problemática del aula de clase, a continuación, proponemos una propuesta para la educación que busca transformar la manera en que se enseñan las matemáticas, específicamente en la forma en que se orientan las funciones reales utilizando para ello la dinámica de sistemas y

el pensamiento dinámico sistémico que promueva el aprendizaje significativo en los estudiantes. Para ello se hace un planteamiento hipotético inicial para el diseño de la propuesta, y posteriormente dicho planteamiento de validación de la experiencia realizada con estudiantes, cuyos resultados darán luces de como esta propuesta se puede mejorar en trabajos futuros.

3.3 Objetivo de la propuesta

Proponer una propuesta alternativa de la enseñanza de las funciones reales en el área de matemáticas que promueva la interdisciplinariedad y soporte el aprendizaje significativo.

3.4 Características y elementos de la propuesta

La propuesta para la educación que se observa en la figura 6 tiene como aliados por un lado el contexto y las particularidades de los presaberes del estudiante y por el otro lado los lenguajes de la DS para apoyar procesos de aprendizaje interdisciplinario, en particular vistas desde el área de matemáticas. La propuesta además permite que docentes y estudiantes sean de manera conjunta constructores de conocimiento mediante el intercambio de saberes, haciendo de las clases espacios de indagación y cuestionamiento sobre variados fenómenos de interés para los educandos. Así es posible construir modelos mediante los lenguajes de la DS que describan dichos fenómenos y que faciliten la identificación de variables que los generan y afectan, y que generalmente en las clases habituales de matemáticas no se tienen en cuenta. Esto es, promover el PS en los jóvenes para que los ayude a comprender la complejidad del mundo en el que vivimos, y por tanto sean conscientes

de que las matemáticas no son tan abstractas como la escuela en la mayoría de las veces lo ha mostrado.

Figura 6:

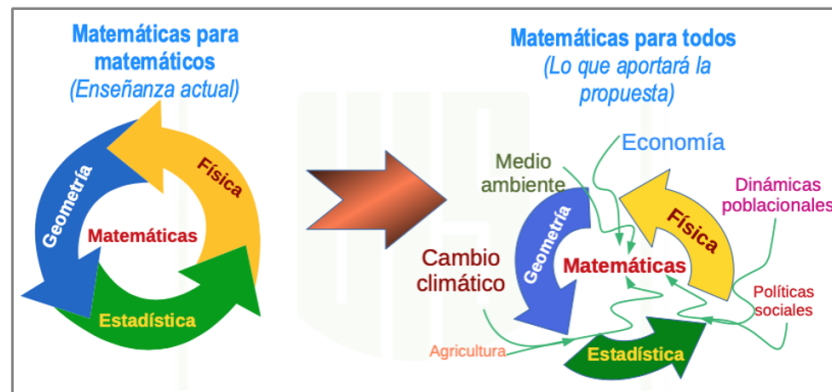
La dinámica de sistemas como mediadora entre los problemas sociales en contexto y las matemáticas, mediante la construcción de conocimiento conjunto estudiantes-docentes



Este esfuerzo investigativo pretende mejorar el aprendizaje de las funciones reales mediante el uso de DS para contextualizar o problematizar situaciones cotidianas, las cuales generen en los educandos significación por el aprendizaje de las matemáticas. De esta manera, la propuesta pretende ser un referente que promueva un cambio y fortalezca el aprendizaje interdisciplinario desde el área de matemáticas, explorando nuevos campos del conocimiento diferentes a ella y que puedan tener un abordaje mucho más significativo; esto es, que pueda explicar problemas reales integrando conceptos matemáticos.

Figura 7

Propuesta Educativa que permite ver a las matemáticas en variados campos del conocimiento distintos a ella misma.



Como se aprecia en la figura 7, esta propuesta pretende propiciar el aprendizaje en áreas como medio ambiente, cambio climático, dinámica de poblaciones, etc. Lo anterior diverge notablemente de las áreas comúnmente usadas para la enseñanza de las funciones reales, como es el caso de la física, la geometría o la estadística. En otras palabras, se pretende orientar matemáticas que propicien espacios de integración e intercambio de conocimiento, es decir, que sean transversales en diversos campos o disciplinas, que motive en las clases la participación, y, ante todo, que sea incluyente con aquellos estudiantes que no poseen las habilidades del cálculo de expresiones matemáticas con extensos y complejos procesos. Esto es, hacer unas matemáticas más democráticas para un grupo de estudiantes que no solo van a ser matemáticos o ingenieros en formación, sino que sean para futuros ciudadanos que las van a abordar en distintos niveles de

complejidad y desde luego en muchos y variados problemas en diversos campos del conocimiento. Allí radica la importancia de promover la transversalidad desde la escuela.

3.4.1 Transversalidad de la enseñanza de las matemáticas y el aprendizaje significativo

Con el fin de establecer importantes mejoras en la educación y generar un espacio de reflexión crítica sobre el impacto de las disciplinas y sus planes de estudio orientadas en las instituciones educativas del país, se presenta la estrategia denominada transversalidad de la propuesta para la educación. Esta estrategia consiste en lograr integrar diversos campos o disciplinas que prepare a los futuros ciudadanos para que se adapten eficazmente a lo que variados autores llaman *sociedad del conocimiento*.

Es de resaltar que actualmente las áreas orientadas y los textos escolares utilizados por los docentes en las instituciones educativas preparan a los estudiantes para que memoricen conceptos y procesos, centrando sus esfuerzos en problemas propios de las disciplinas, cuando en la realidad existen conexiones entre estas. De allí la importancia de lograr una integración entre las mismas.

Uno de los ejemplos más claros y cercanos está relacionado con el abordaje fuertemente teórico de las matemáticas donde interesan más procesos memorísticos y “recetas” para resolver ecuaciones que poco tienen que ver con la realidad o el contexto de los estudiantes. Esto es, matemáticas totales o parcialmente desconectadas de los problemas que enfrentan las personas diariamente, olvidando el verdadero surgimiento de las ciencias que tiene que ver con la comprensión y la solución a problemas reales en variados campos del conocimiento, no solo en

los mismos problemas de las matemáticas o de las ciencias exactas (física, geometría, química, etc.) como actualmente se presentan en las aulas de clase.

Es por ello, que lograr una verdadera transversalidad entre las disciplinas es preparar a los estudiantes a entender y reflexionar sobre su entorno para resolver problemas con una visión más holista y por supuesto con una comprensión mucho más profunda y sólida sobre los elementos inherentes al fenómeno de estudio. Esto significa que la escuela formará una sociedad mucho más consciente y crítica de su realidad, que lo ayude en la toma acertada de decisiones y por supuesto que le permita comprender las dinámicas que inciden diariamente en las personas.

De esta forma, la presente propuesta busca apoyar el aprendizaje de funciones reales mediante el estudio de fenómenos que se ubican fuera del aula de clase, tales como dinámicas poblacionales, flujo de personas en sistemas de transporte, posicionamiento de la imagen de una marca, etc. Aunque estas áreas son diversas y en ocasiones muy amplias de abordar en una clase de matemáticas, nos apoyamos en el PS para su estudio, proporcionando así explicaciones científicas sobre fenómenos que puedan surgir en dichas áreas.

3.4.2 Pensamiento sistémico en la propuesta para la educación

Lograr una visión integracionista de las áreas desde la escuela es uno de los propósitos por los que debe propender actualmente la educación, ya que es la manera en que se puede establecer la conexión entre disciplinas y el contexto. Esto significa que se puede pensar de manera tal que cualquier situación o fenómeno está inmerso en un contexto que puede afectar su comportamiento, esto es, que incide sobre las partes o elementos que componen dicho sistema y por tanto lo afectan

o modifican. Como afirma Andrade et al (2007) *“el pensamiento sistémico es un pensamiento impulsado continuamente por un afán holista”*, es decir, pensar los fenómenos como partes interconectadas de una totalidad, que interactúan permanentemente en el tiempo; en consonancia con el planteamiento de Forrester J (1971), cuando asegura que una acción en un sector del sistema puede producir consecuencias en otro sector.

Ver los fenómenos como sistemas permite hacer una reflexión sobre cómo se encuentran relacionadas sus partes, haciendo que funcione como una unidad, y como esta se ve afectada por el entorno y por supuesto como dicho sistema afecta o transforma su contexto. De esta manera el pensamiento sistémico integrado a la educación aporta en el mejoramiento del abordaje en las clases sobre temas diversos fuera del aula, es decir facilitando la transversalidad. Por supuesto lo anterior consiste en pensar de manera distinta los problemas planteados en la escuela, haciéndola participativa y mucho más activa, con aportes de estudiantes y docentes, explorando diversos campos del conocimiento. Clases donde se puede indagar y presentar temas de matemáticas mientras se analiza un problema social o ambiental, comprendiendo el cómo se dan las dinámicas del sistema, o por qué se da el comportamiento, para finalmente proponer o imaginar escenarios que aporten en construcciones mucho más complejas, tal cual como es el mundo real.

El estudio de tales dinámicas y comportamientos de fenómenos usados en esta propuesta educativa se hace utilizando DS para construir explicaciones científicas, generar preguntas asociadas de mayor trascendencia, identificar variables que afectan el sistema, imaginar escenarios hipotéticos; es decir, entender más íntegramente los fenómenos abordados.

3.4.3 El modelado y simulación con dinámica de sistemas en la propuesta para la educación

La construcción de modelos permite que se comprenda de manera más sencilla mediante esquemas o representaciones el comportamiento de un fenómeno de estudio, para el cual se desea establecer un mecanismo de comprensión o asimilación para tomar en algunos casos decisiones. De allí la importancia del modelado y la simulación con DS, que mediante sus lenguajes (lenguaje en prosa, lenguajes de diagramas causales, los diagramas de flujos y nivel, el lenguaje de las ecuaciones y el lenguaje de las simulaciones) permiten presentar el conocimiento de manera más completa, logrando generar explicaciones científicas acerca de los fenómenos estudiados, es decir, logra reproducirlos o simula la dinámica de su comportamiento.

De lo anterior es necesario establecer mecanismos de relacionamiento entre las partes que componen el sistema para lograr de esta manera identificar las relaciones matemáticas presentes y finalmente simular el fenómeno. La simulación es fase en la cual mediante una representación o en un lenguaje distinto se puede visualizar el comportamiento de la dinámica del fenómeno en particular, logrando establecer un mejor acercamiento al problema, generando de esta manera construcción de conocimiento. Lo anterior permite además procesar información en diversos escenarios que pueden ser presentados, logrando así una comprensión mucho más completa y por supuesto más cercana a la situación real.

De lo anterior, es necesario comprender el por qué la Dinámica de Sistemas aporta en la construcción de conocimiento mediante el modelado y simulación, y de qué manera esto se hace.

Esto es, cuáles son sus aportes para la comprensión de fenómenos, y como estos pueden ser representados para su estudio y comprensión. Dichos aportes se presentan a continuación.

Representación del conocimiento. Hablar de los lenguajes de la DS para representar problemas reales y cercanos a los estudiantes es hablar de un proceso facilitador que permita la comprensión de estos, centrando el análisis y niveles de complejidad en las partes que conforman o afectan el fenómeno. Esto significa que mediante representaciones artificiales o creaciones del ser humano es posible adquirir conocimiento sobre el mundo real, permitiendo que se realicen procesos de comprensión, asimilación y elaboración de constructos mentales que dan paso a la representación del problema.

Estas representaciones permiten que el conocimiento de diversos fenómenos sea plasmado en esquemas mentales posibilitando la comprensión del funcionamiento de sistemas complejos en campos de las ciencias exactas o las ciencias sociales. Dichas representaciones logran una construcción sujeta a cambios o mejoras en la medida en que haya una inmersión muchos más detallada de las partes que componen el sistema, para que de esta manera pueda ser explicado, no solo desde la percepción, sino desde un fundamento mucho más experimental con la ayuda de software especializado; el cual apoya dichos procesos de asimilación y comprensión de fenómenos de la vida.

Lo anterior es posible gracias los 5 lenguajes de la dinámica de sistemas, presentados en el marco teórico, permitiendo explicar de manera más rigurosa y con un mayor fundamento los fenómenos. Detallando un poco más el funcionamiento de los 5 lenguajes, en primer lugar, está la explicación del fenómeno mediante un lenguaje natural (lenguaje en prosa), para luego poder ser

representado mediante esquemas visuales que emergen de los modelos mentales (diagramas causales, y de flujos y niveles) permitiendo establecer un mapa de relaciones causales entre variables además de los ciclos de refuerzo o de balance que pueden presentarse; luego de ello se pasa al establecimiento de las relaciones matemáticas entre la variables (lenguaje de las ecuaciones), expresadas mediante software, que facilita dicho proceso. Finalmente se pasa al lenguaje de la simulación, mediante una representación visual del fenómeno, es decir, se recrea la situación para su explicación.

La representación del conocimiento, mediada por los lenguajes anteriormente descritos, permite comprender más fácil e íntegramente los fenómenos de estudio, generando de esta manera conocimiento con mayores niveles de complejidad, es decir, se construye una estructura cognitiva más elaborada que puede explicar fenómenos de manera más rigurosa, esto es, se promueve la construcción de explicaciones científicas.

Construcción de explicaciones científicas. Construir explicaciones científicas acerca de fenómenos del contexto es una de las características de la presente propuesta, que busca promover la pregunta del porqué de las cosas. Según Maturana (1997, p 19) una situación o fenómeno es explicado cuando lo que se propone es una reformulación del mismo fenómeno con otros elementos, y además que quien escuche la explicación la acepte, y la haga parte de su praxis. Además, citando al mismo autor, esta explicación es científica cuando se satisfacen coherentemente las siguientes cuatro condiciones: 1) descripción de la experiencia, 2) proposición de un mecanismo generativo, que dé como resultado la experiencia, 3) deducción de todas las coherencias experienciales implícitas del punto 2 y de otras experiencias posibles y 4)

realización de lo inducido en el punto 3, y si pasa entonces el punto 2 es una explicación científica. (Maturana, 2002, p 85).

Por otra parte, y en contraste con lo planteado anteriormente, Mario Bunge (2004, p 471) considera que:

“una explicación científica de una fórmula q es una respuesta a un problema científico bien planteado de la forma por-qué, y consiste en una argumentación que muestra que q se sigue lógicamente de una teoría científica (o un fragmento de teoría científica, o conjunto de fragmentos de teorías científicas), hipótesis científicas auxiliares y datos científicos, ninguno de los cuales contiene a q ”.

De esta manera, la comprensión de situaciones reales y el poder dar explicaciones razonables, basadas en fundamentación teórica y científica, permite aproximar a los estudiantes a tales situaciones haciendo que estos cuestionen e indaguen. Además, permiten que los estudiantes puedan generar hipótesis, no solamente mediante sus conocimientos o percepciones, sino basada en la experimentación (con apoyo de software) dar una respuesta mucho más cercana a la realidad, o a “realidades hipotéticas”, siempre en mente con las preguntas “por-qué” y “que pasaría si”. De esta manera los estudiantes basados en sus experiencias ponen a prueba sus hipótesis y generan nuevo conocimiento, construyendo explicaciones científicas de los fenómenos tratados.

Además de lo anterior, la generación de dichas explicaciones se constituyen en el marco central de la propuesta, dado que no se busca la memorización de conceptos abstractos de matemáticas, sino que exista una construcción permanente utilizando para ello el lenguaje natural

del estudiante, sus presaberes mediante la inducción o deducción y puesta a prueba de las indagaciones o cuestionamientos que resultan del análisis de los fenómenos de estudio, es decir, hace el aprendizaje mucho más significativo. Cabe resaltar además la importancia de poder explicar de manera contextualizada problemas del entorno de los estudiantes, utilizando la DS como un mediador para luego dar una explicación mucho más enriquecida y desde luego con mayor rigor, para que pueda darse luego de esto un abordaje más específico desde las áreas, en este caso desde las matemáticas.

3.5 Experiencia para la puesta en marcha de la propuesta para la educación

En los apartados anteriores, nos hemos enfocado a presentar las características globales de la propuesta para la educación en matemáticas. El diseño de tal propuesta y sus características se ha hecho mediante un supuesto hipotético inicial, el cual debe ahora ponerse en marcha y materializarse en el aula de clase para evaluarse. Esto a su vez nos permitirá en trabajo futuro reformular dicha propuesta inicial. De esta forma, esta sección presenta orientaciones para el diseño de experiencias con estudiantes que permiten poner en marcha los planteamientos de la propuesta dentro del aula de clase.

Para el diseño de las experiencias se tuvieron en cuenta problemáticas en las cuales los estudiantes están inmersos o en permanente contacto. Esto es, situaciones que hagan parte de su acontecer diario y sobre los cuales se pudiera establecer un diálogo entre el docente y el estudiante, con planteamientos y posiciones respecto a las dinámicas analizadas, o sobre variados escenarios que permitan hacer un acercamiento de tipo descriptivo de la situación. Además de ello, la

participación es una característica de la propuesta y sus experiencias, dado que, de esta manera los estudiantes se sienten identificados y aportan desde sus conocimientos o percepciones, lo cual es muy valioso, dado que se tiene un debate con argumentos entre docente y estudiante.

Este diálogo entre docentes y estudiantes dinamiza el aula de clase y se establecen espacios para la construcción posterior de modelos con dinámica de sistemas apoyado con software para luego simular y analizar diversos escenarios, y de esta manera apoyar procesos educativos en las aulas de clase. A continuación, se presentará el propósito de la experiencia, así como la manera en que estas fueron estructuradas para lograr los objetivos de la propuesta.

3.5.1 Propósito de la experiencia

Mejorar la comprensión de fenómenos sociales mediante la DS y lograr su integración con el área de matemáticas, especialmente con el tema de funciones reales.

3.5.2 Estructura de la experiencia

Las experiencias diseñadas y desarrolladas están estructuradas de tal manera que logran conectar los presaberes de los estudiantes con situaciones o fenómenos sociales que hacen parte del acontecer diario de estos, contrastándolos con los nuevos contenidos, es decir, hacerlos significativos. La experiencia se distribuye en varias sesiones (actividades), con sus respectivos instrumentos, y se ejecuta de manera progresiva. Además, en la medida en que avanza en la experiencia, a los estudiantes se le presenta uno o varios de los cinco lenguajes de la dinámica de sistemas con los siguientes propósitos.

Planteamiento de un problema de interés: En un inicio se proponen problemas diversos, como, por ejemplo, problemas ambientales, económicos, entre otros, donde se generaban diversas posiciones u opiniones respecto a los cambios que podían afectar los comportamientos. De hecho, muchos de los aportes por parte de los estudiantes eran en su gran mayoría relacionados con problemas económicos y sociales donde podían describir la situación problema, algunas implicaciones o consecuencias y por supuesto presentado posibles soluciones.

Identificación de variables del sistema: en esta fase el estudiante identifica los elementos que componen el fenómeno de estudio, indagando sobre las posibles afectaciones que pueden modificar el comportamiento cuando existen cambios en las variables identificadas. Esto promueve el pensamiento dinámico sistémico, haciendo ver el problema como un sistema un poco más complejo, donde intervienen gran cantidad de elementos que muchas veces no se tienen en cuenta desde un inicio, pero que intervienen en el comportamiento resultante del mismo. De esta manera es posible indagar o establecer un diálogo entre los estudiantes y el docente sentando posiciones y por supuesto dinamizando la clase.

Creación de modelos: luego de esto se procede a la construcción de modelos de flujos y niveles, utilizando para ello los lenguajes de la DS y programas computacionales que apoyan dicha construcción. Los softwares utilizados en la presente propuesta fueron Evolución, desarrollado por el grupo de investigación SIMON de la Universidad Industrial de Santander y VensimPLE, con los cuales se “dibujaron” los modelos y se establecieron sus relaciones.

Relación matemática entre variables: luego de realizar los modelos o de “dibujar” los elementos que lo conforman se procede a establecer el relacionamiento matemático, el cual en la mayoría de los modelos eran bastantes simples, pero que permitían la construcción de la situación o problema, y logrando acercar dichos modelos al problema planteado.

Simulación del problema o sistema: en este paso muestra uno de los lenguajes de la DS que tiene que ver con la representación gráfica o simulación del fenómeno planteado, donde visualmente se puede observar de una manera mucho más sencilla el comportamiento del sistema. Esta representación gráfica logra establecer una fuerte conexión entre el estudiante frente al problema de estudio, dado que la representación visual hace que se comprenda de manera clara la dinámica del mismo, y de hecho poder inferir tendencias de crecimiento o decrecimiento, así como equilibrios, entre otros.

Relacionamiento del comportamiento dinámico con funciones reales: luego del proceso de simulación se procede al establecimiento de relaciones con las funciones reales trabajadas, introduciendo conceptos como “comportamiento lineal” haciendo referencia a las funciones lineales; “comportamiento parabólico”, haciendo referencia a las funciones cuadráticas; y el “comportamiento exponencial” para las funciones exponenciales. De esta manera se analizaron dominio de definición, imágenes, crecimiento y decrecimiento, entre otros elementos propios de las funciones. Aunque el interés de la propuesta no consistía en establecer o determinar explícitamente formulas o expresiones matemáticas, si se hacían análisis de puntos en el plano,

relacionando las variables dependientes o independientes, incluso con variables implícitas que aportaban al análisis de las simulaciones.

Variación de parámetros y creación de escenarios: es quizá una de las partes que más despierta el interés, dado que es donde se empieza a “jugar” mientras se aprende con un sistema que puede presentar infinidad de posibilidades y que genera un ambiente de constantes cuestionamientos cuando se cambian valores en los parámetros, y se comparan los comportamientos de manera simultánea. Esto enriquece el aprendizaje y facilita la asimilación del problema, creando ambientes hipotéticos que en la realidad muchas veces no es posible, pero que nutren formidablemente el entendimiento de la situación o situaciones planteadas.

Habiendo presentado de forma general la experiencia y como los lenguajes de dinámica de sistemas juegan un papel en ella, a continuación, se presentan las actividades que constituyen la experiencia para la puesta en marcha de la propuesta planteada.

Fase diagnóstica. Esta fase logra identificar las principales dificultades en conceptos propios de la asignatura de matemáticas, sobre la enseñanza y la interpretación de gráficos generados por funciones (ver anexo 2). Esta primera parte de la fase diagnóstica permite establecer puntos de anclaje entre la forma en que se orientan las clases tradicionalmente y la forma en que nuestra propuesta debía abordar las sesiones, buscando marcar diferencias importantes de tipo metodológico y pedagógico con apoyo de las TIC.

Se procede luego de esto a la indagación sobre fenómenos sociales mediante un cuestionario donde se verifica el estado de las competencias relacionadas con la interpretación de

gráficos, la identificación de variables en el contexto y la competencia propositiva en el grupo de estudiantes. Esta importante fase orienta la construcción de los instrumentos posteriores al proceso de aplicación y por supuesto a la pertinencia de los mismos.

La fase diagnóstica permite además conocer temas de interés sobre los cuales los estudiantes deseaban conocer un poco más, es decir se logró establecer canales de comunicación sobre temas de interés comunes entre el docente y los educandos.

Conjunto de actividades que componen la experiencia. A continuación, se muestran las actividades que constituyen la experiencia con sus respectivas temáticas y los lenguajes de la dinámica de sistemas utilizados para su abordaje. Estas actividades se realizan posteriormente a la fase diagnóstica.

Tabla 4

Conjunto de actividades desarrolladas durante el proceso de investigación

Actividades	Temas asociados a las funciones reales	Lenguaje de la DS utilizado
Actividad 1	Análisis de gráficas de funciones reales.	Gráficas x, y de simulación.
Actividad 2	Identificación de variables en funciones reales	Gráficas x, y de simulación, identificación de variables del sistema
Actividad 3		Diagramas de influencias

Actividad 4	Relación entre variables.	Diagramas causales
Actividad 5	Identificación de variables en contexto.	Gráficas x, y de simulación
Actividad 6	Evaluación sobre el trabajo desarrollado e impresiones sobre las primeras 5 actividades	
Actividad 7	Modelos en el lenguaje de la dinámica de sistemas y análisis de gráficas.	Diagramas de flujos y nivel, Gráficas x, y de simulación
Actividad 8 (Fase de cierre)	Análisis de gráficas de funciones reales.	Gráficas x, y de simulación

A continuación, se presenta la descripción de cada una de las actividades y sus respectivos propósitos, utilizando los lenguajes de la dinámica de sistemas y el pensamiento dinámico sistémico para la mejora de procesos educativos en las aulas de clase. Para la recolección de datos de cada actividad se usan diferentes instrumentos a como cuestionarios, entrevistas y encuestas.

Descripción de las actividades

Es de aclarar que en el marco de la pandemia se deben realizar las sesiones virtuales mediante la aplicación de videoconferencia (ej. ZOOM). Además de ello se utilizan los softwares

Evolución y VensimPLE para el proceso de modelado y simulación. Respecto a la edición de los instrumentos en PDF que se enviaron a través de la aplicación WhatsApp, se utiliza la aplicación Adobe Acrobat.

Actividad 1 (ver anexo 3): La primera sesión se empieza explicando a los estudiantes en que consiste el trabajo a desarrollar, y sobre la importancia de comprender comportamientos de gráficas asociados a funciones reales. Las funciones que se van a trabajar corresponden a funciones polinómicas que se desarrollan normalmente en grado noveno como las funciones lineales y cuadráticas. Además de ello se trabajarán con funciones exponenciales.

Luego de esto se presenta la encuesta diagnóstica que los estudiantes previamente habían realizado para hacer algunas precisiones y explicar algunas de las preguntas que había allí. De esta manera se orienta dicho trabajo, tomando como base algunos de los aportes hechos por los estudiantes y lograr extraer información relevante que orientara la elaboración de los instrumentos a futuros.

Actividad 2 (ver anexo 4): La sesión inicia retomando algunos conceptos de la reunión anterior, donde se explican algunos gráficos y realizando algunas preguntas propias de simulaciones ya realizadas para estas clases. Los modelos presentados se muestran a continuación.

Figura 8

Modelo poblacional de comportamiento lineal

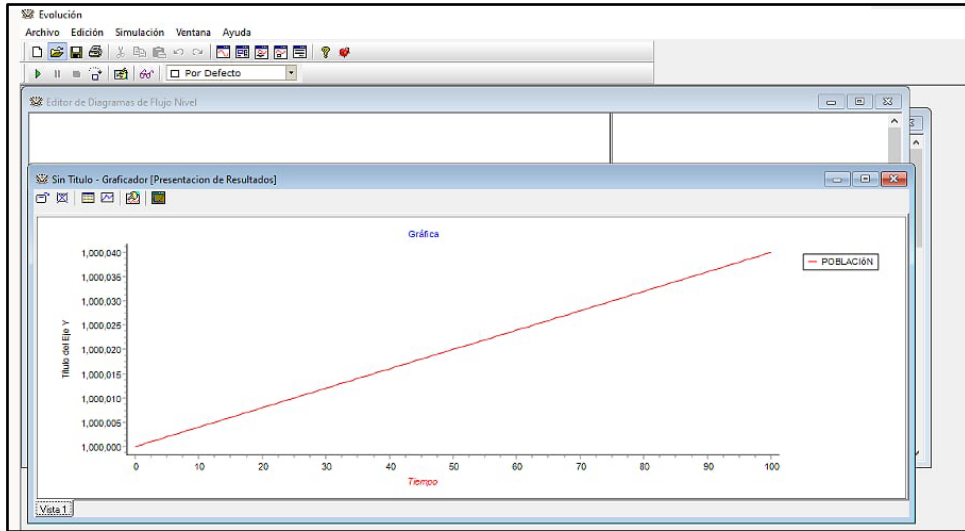
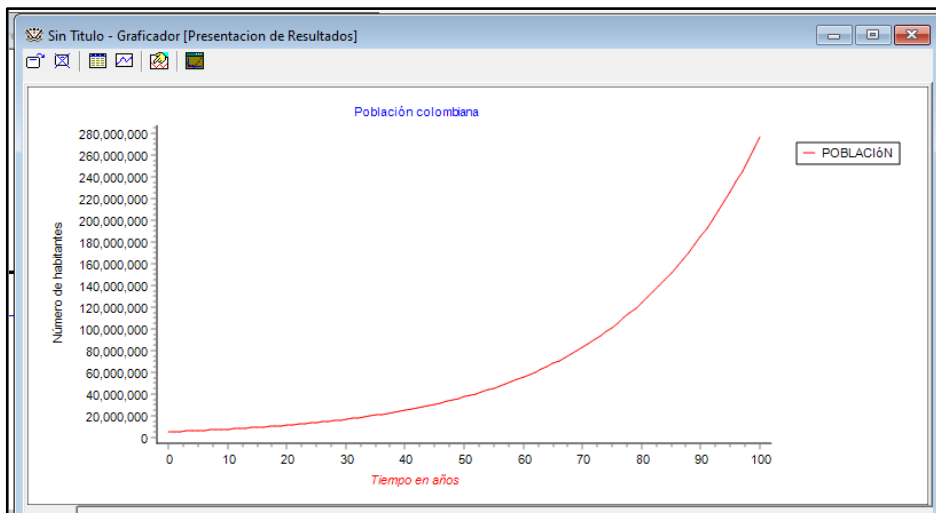


Figura 9

Modelo poblacional de comportamiento exponencial

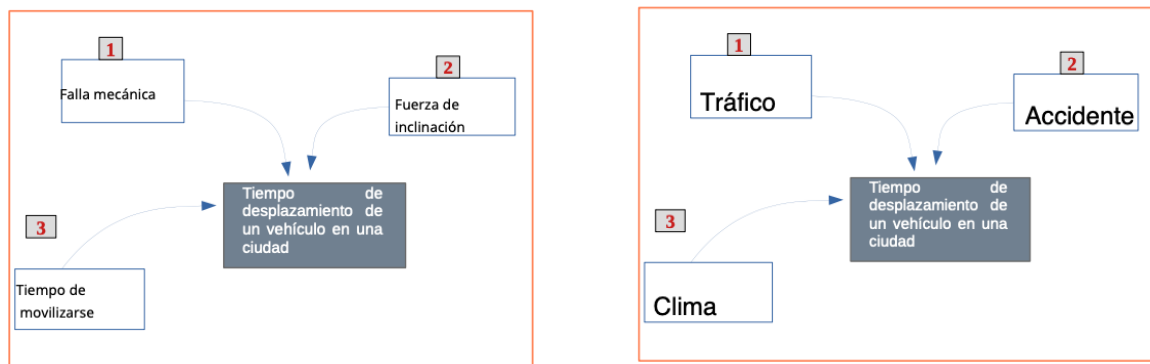


Luego de esto se muestra la actividad 2 explicando los contenidos y las preguntas, así como las situaciones planteadas.

Actividad 3 (ver anexo 5): en esta sesión se trabaja un instrumento que busca que los estudiantes identifiquen variables que pueden afectar el tiempo de desplazamiento de un vehículo en una ciudad. Estos fueron algunos de los aportes por parte de los estudiantes.

Figura 10

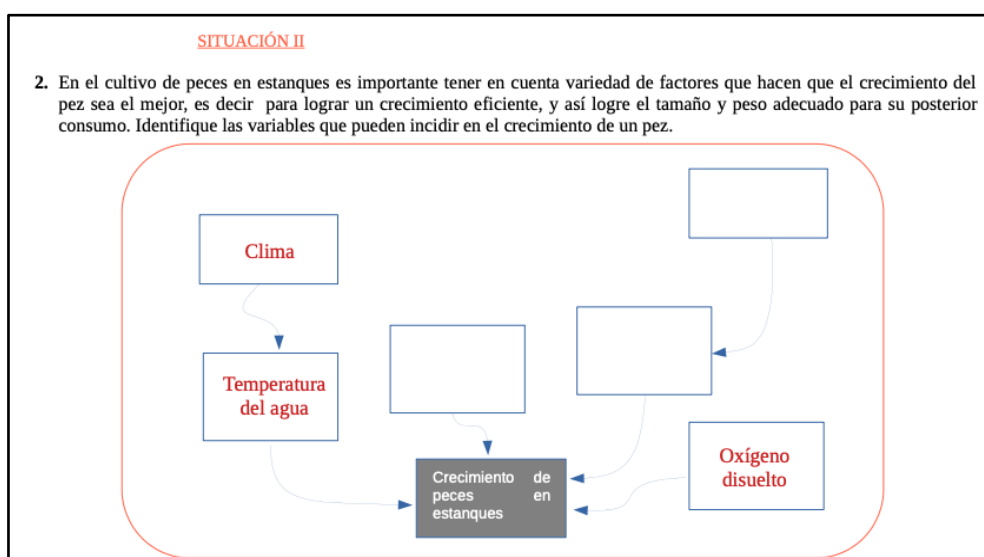
Identificación de variables en contexto



Además del ejemplo anterior, se plantea una situación relacionada con el crecimiento de peces en un cultivo en estanques. El estudiante debe aportar con base a sus conocimientos o percepciones como se observa en el siguiente esquema

Figura 11

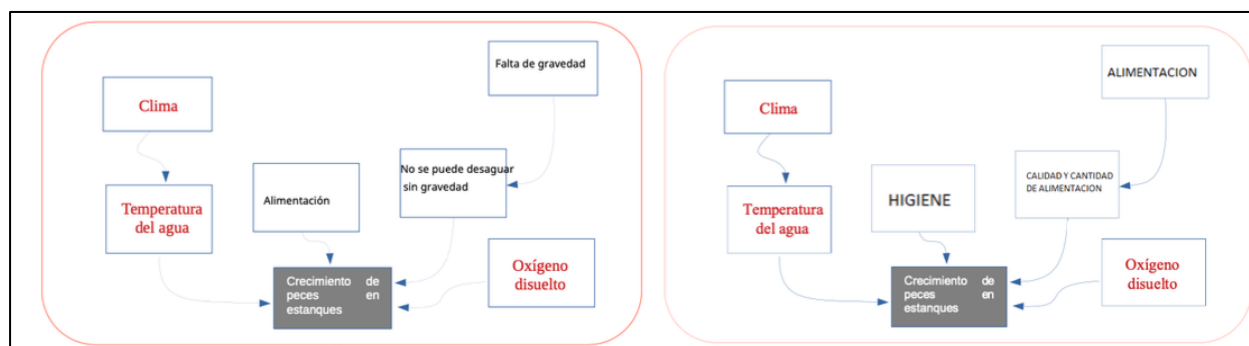
Situación de identificación de variables en contexto



Estos fueron algunos de los aportes de los estudiantes

Figura 12

Identificación de variables en problemas contextualizados

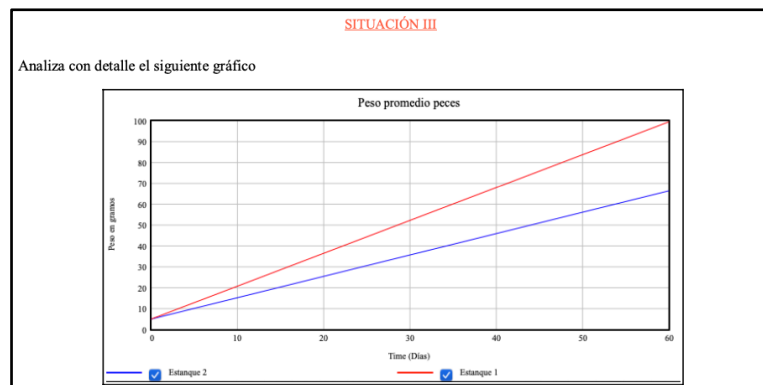


Como puede apreciarse, los aportes de los estudiantes son bastante interesantes, dado que su visión acerca del problema tiene una relación válida con la situación planteada, lo cual es bastante valioso y que puede ser tenido en cuenta en las clases.

Finalmente se propone la siguiente situación para que los estudiantes logren analizar el comportamiento dinámico de dos poblaciones de peces que crecen a un ritmo lineal pero distinto, lo que supone la generación de interrogantes que pueden aportar en la solución del problema planteado.

Figura 13

Gráfica que simula el crecimiento lineal de dos poblaciones de peces en dos estanques.



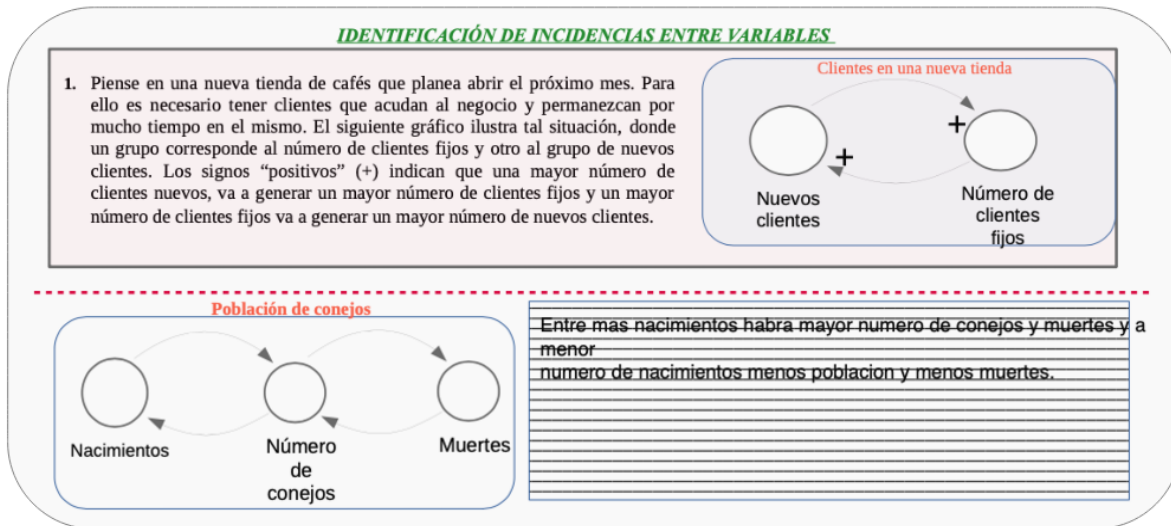
Actividad 4 (ver anexo 6): Se inicia la sesión con una explicación breve de lo que son los diagramas causales, dando así inicio al conocimiento de los lenguajes de la dinámica de sistemas. Para ello se muestra la actividad 4, donde se plantean algunas situaciones concretas con variables y algunas relaciones, además de la identificación de polaridad. El objetivo es que el estudiante

pueda comprender el tipo de relación (directa o inversa), estableciendo así los ciclos de refuerzo o de balance.

Con este instrumento los estudiantes se adentran en uno de los lenguajes de la dinámica de sistemas que tiene que ver con los diagramas causales, los cuales apoyan la construcción de explicaciones de fenómenos del contexto. La figura 14 muestra un ejemplo y una de las respuestas que un estudiante da al diagrama.

Figura 14

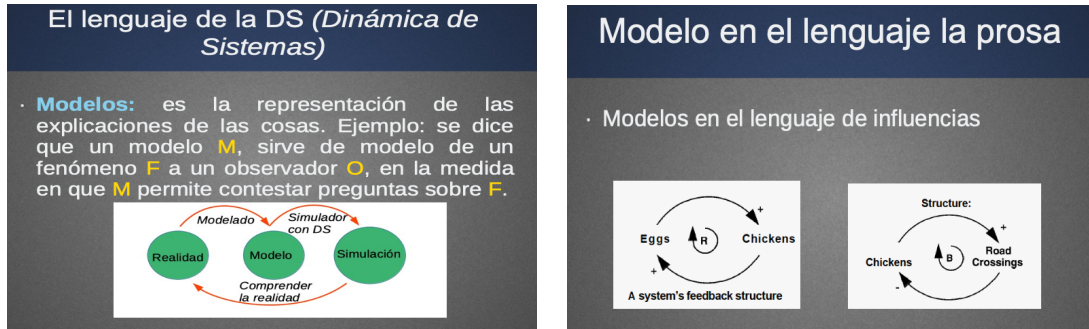
Modelos con diagramas causales



Actividad 5 (ver anexo 7): Se inicia la sesión presentando a los estudiantes uno de los lenguajes de la DS que tiene que ver con los diagramas causales (similares a los desarrollados en la sesión anterior). De igual manera se presenta en el siguiente esquema (figura 15) el objetivo de la simulación del comportamiento de un sistema, el cual describe situaciones de la vida real para la toma de decisiones.

Figura 15

Los lenguajes de la dinámica de sistemas como herramienta para comprender la realidad



Los estudiantes evidentemente mostraron interés en el conjunto de modelos presentados, y cómo estos se relacionaban entre sí. El docente explicó el significado de la polaridad y por supuesto se hizo claridad en lo referente a los ciclos de refuerzo y de balance.

Figura 16

Diagrama causal de tres variables

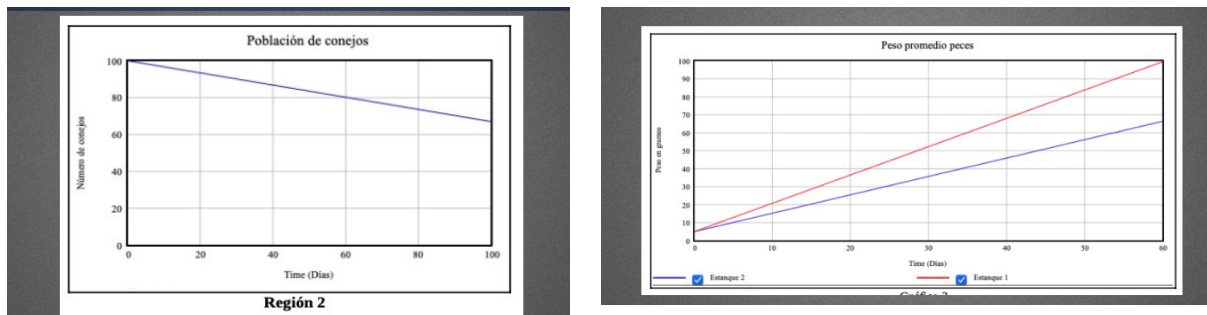


Por otra parte, se explicó un modelo con diagramas causales un poco más complejo (figura 16), pero que los estudiantes lograron comprender dada la facilidad que ofrecen este tipo de diagramas, puesto que este lenguaje se presenta de una forma natural y por supuesto es mucho más accesible para un grupo de estudiantes mucho mayor.

Luego, se muestran las siguientes simulaciones (figura 17) que corresponden a dos situaciones planteadas en uno de los instrumentos desarrollados anteriormente por los estudiantes.

Figura 17

Simulación de sistemas que se representan mediante funciones lineales



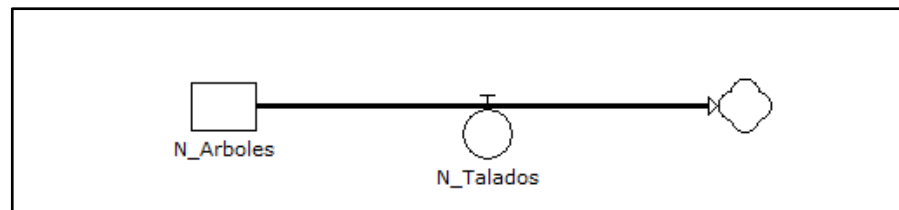
Posteriormente se explica el trabajo a desarrollar con el software, y de qué manera podemos asociar estas gráficas como funciones que tienen contenido y contextos amplios sobre los que se puede construir conocimiento de interés más general y evitar así caer en “conceptualismos” o abstracciones, muy comunes en la enseñanza de las matemáticas.

Se procede entonces a la instalación del software Evolución, que se encuentra alojado en el siguiente enlace: <http://simon.uis.edu.co/software/evolucion/>

Los estudiantes realizan las búsquedas correspondientes y proceden a su instalación en sus equipos de cómputo. Luego de esto se explican algunas de las funciones y herramientas del programa, y posteriormente dar inicio a la construcción de modelos sencillos. Se inicia entonces con la construcción de modelos lineales los cuales se trabajan en Evolución, y que se analizarán luego de su construcción. El primer modelo presentado está relacionado con la deforestación de un bosque como el mostrado en la figura 18.

Figura 18

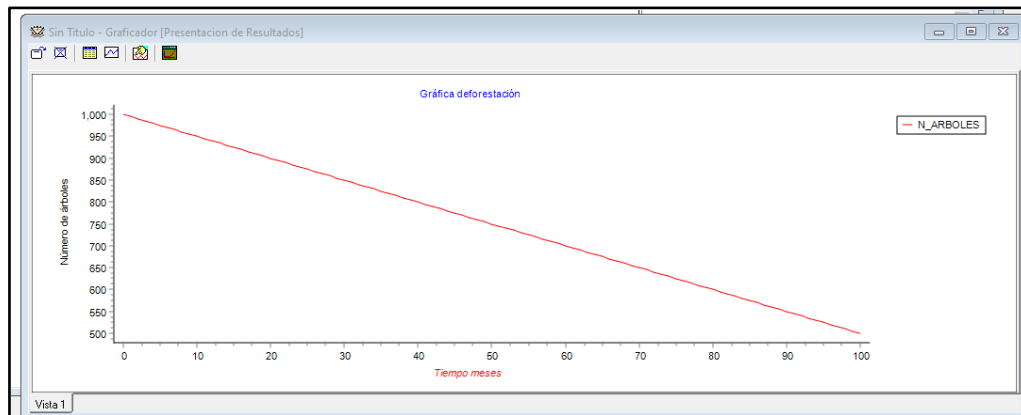
Diagrama de flujo y nivel



Luego de construido el primer modelo se analiza su comportamiento haciendo variar el ritmo de unidades deforestadas estableciendo así una serie de funciones y gráficas que se relacionan con la misma. A continuación, se muestra una de las simulaciones de los modelos analizados (ver figura 19).

Figura 19

Simulación que representa la deforestación un bosque



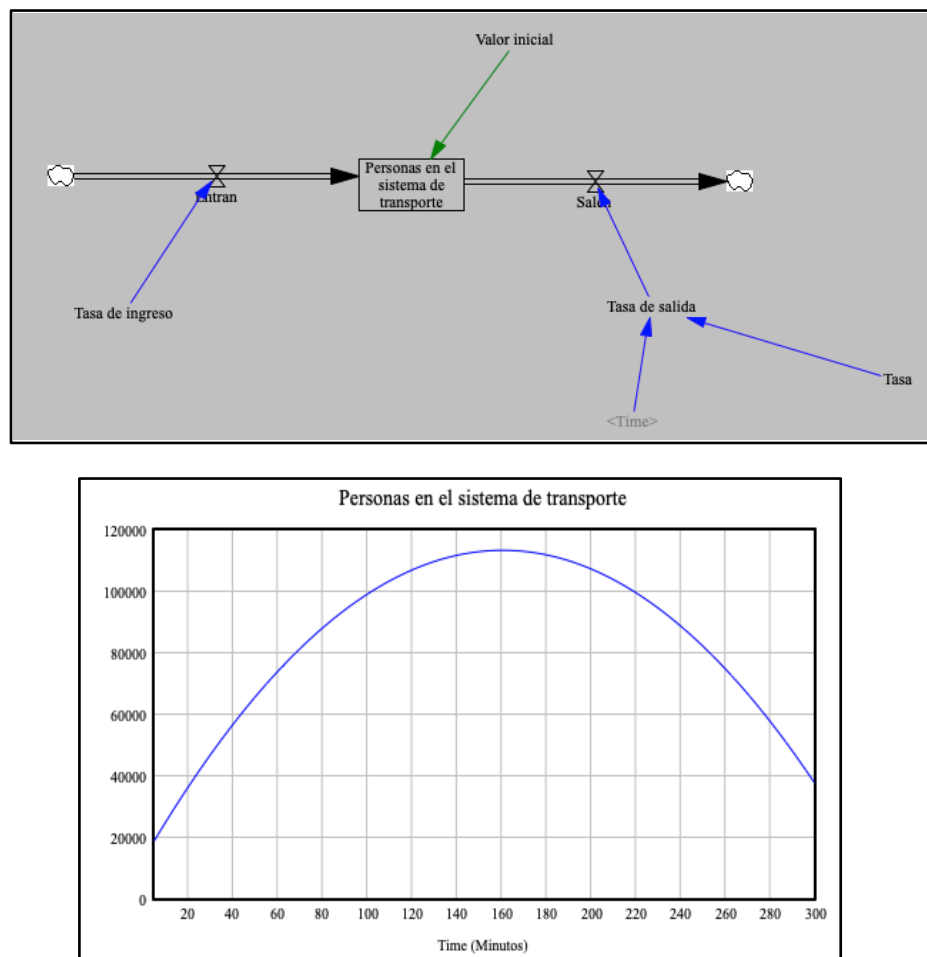
Este instrumento estaba dirigido a fortalecer la interpretación gráfica con Dinámica de Sistemas, es decir, estableciendo relaciones entre variables e indagando sobre posibles escenarios que puedan generarse a partir de diversas situaciones de la vida real. Estos temas fueron tomados con base en los aportes de los estudiantes.

Actividad 6 (ver anexo 7): en esta actividad se realiza una segunda encuesta donde se deseaba conocer las impresiones que tenían los estudiantes acerca de las actividades desarrolladas, sus dificultades, además de su opinión acerca de poder integrar la DS en las clases de matemáticas. Esta encuesta permitió conocer de primera mano la opinión de los estudiantes, y orientó básicamente en los instrumentos finales del proceso de intervención.

Actividad 7 (ver anexo 8): En esta sesión se construyen algunos modelos lineales de poblaciones, y un modelo relacionado con basura electrónica. Se muestran a continuación los modelos trabajados con los estudiantes. Luego de esto se muestra una gráfica generada por una función cuadrática generada en el software VensimPLE como se muestra en la figura 20.

Figura 20

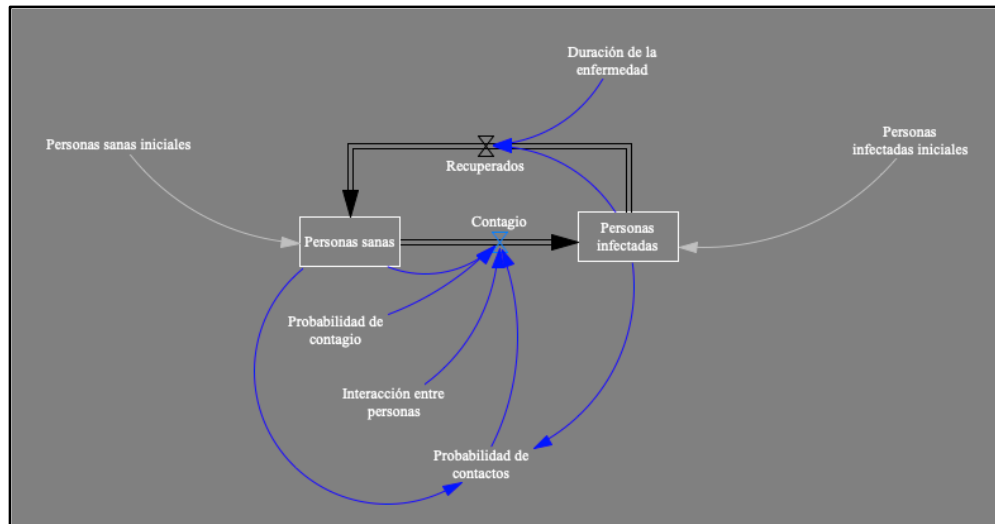
Diagrama de flujos y niveles y simulación de un modelo que genera una función cuadrática



La actividad continúa con el desarrollo de un modelo de flujos y nivel en el software VensimPLE, donde se analiza el comportamiento de una epidemia tal y como se muestra en la figura 21

Figura 21

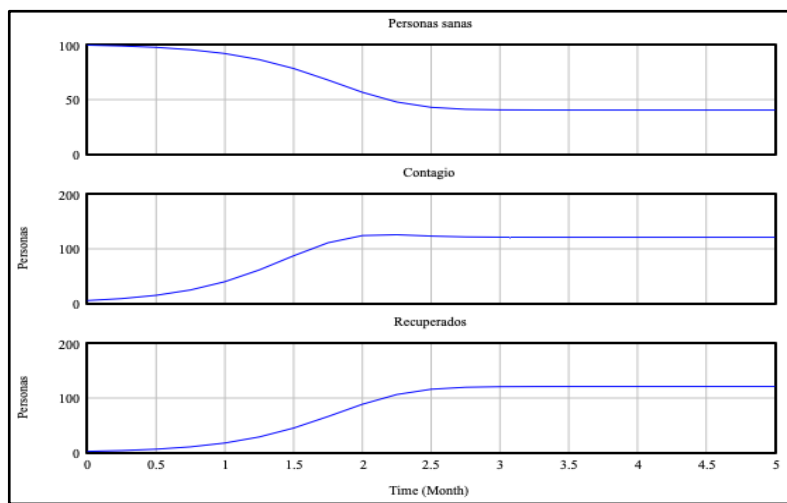
Diagrama de flujos y niveles de un modelo de epidemia en una población



El objetivo es analizar los efectos que surten sobre la población de personas sanas y la población infectada. El comportamiento dinámico se logra ver en la siguiente simulación (figura 22), donde los estudiantes hicieron sus respectivos análisis y participaron activamente respondiendo a las preguntas formuladas por el docente.

Figura 22

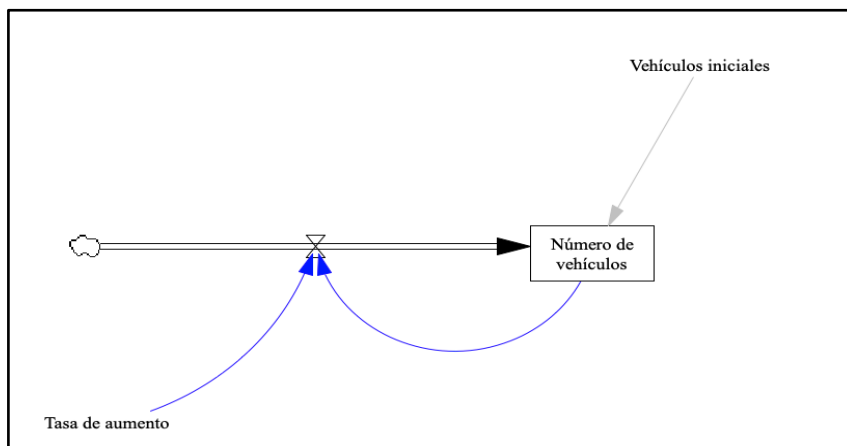
Simulación del comportamiento dinámico de una población de personas infectadas y sanas



Se explican posteriormente los conceptos necesarios para la construcción de diagramas de flujos y niveles (figura 23). Así, se pretende que los estudiantes logren construir dichos diagramas utilizando software de simulación.

Figura 23

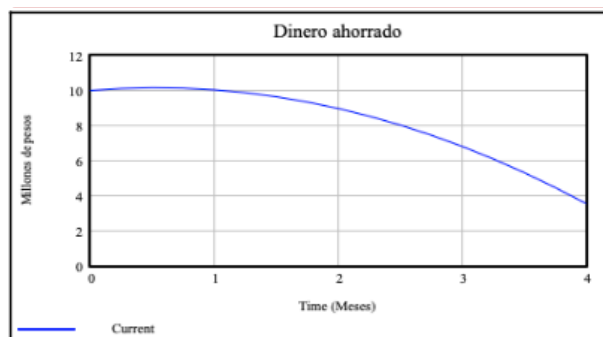
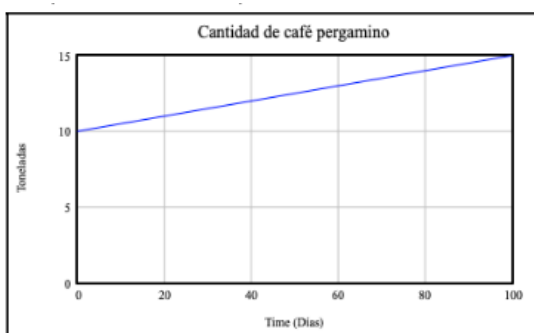
Diagrama flujos y nivel para determinar el número de vehículos en el tiempo



Actividad 8 (ver anexo 9): En esta sesión como actividad de cierre se presenta el instrumento a los estudiantes que consiste en un condensado que incluyó análisis gráfico con funciones lineales, cuadráticas y exponenciales. De esta forma, se buscó establecer un comparativo entre el trabajo inicial y los logros alcanzados durante el proceso de investigación.

Figura 24

Simulaciones de tipo lineal y cuadrático en contexto



El objetivo es que los estudiantes indaguen sobre los gráficos, comprendan comportamientos de crecimiento, e identifiquen variables como se observa en la figura 24.

De igual manera el instrumento contiene un componente de indagación donde deben proponer soluciones a problemas en contexto, que a su vez promuevan el pensamiento sistémico relacionando diversas variables que pudieran estar incidiendo en el fenómeno presentado. Se realiza además una encuesta que permite conocer de primera mano la opinión de los estudiantes acerca del trabajo desarrollado, sus impresiones o dificultades que pudieron presentarse en el proceso. Posterior al trabajo anterior, se realiza una entrevista a estudiantes seleccionados al azar para que expresen de forma verbal su percepción del trabajo realizado.

4 Metodología para el Diseño, Ejecución y Evaluación de la Propuesta y su Experiencia

En el presente capítulo se expondrá el diseño metodológico para la puesta en marcha de la propuesta a través de la experiencia, para luego dar a conocer el lugar donde se lleva a cabo el proceso de intervención y la población objetivo a quienes va dirigida la propuesta. Posteriormente se expondrán las técnicas metodológicas referentes a la recolección de la información y finalmente se mostrará en detalle la manera en que esta fue dispuesta y analizada de cara a realizar una evaluación y reflexión de la propuesta y su experiencia asociada.

4.1 Diseño metodológico

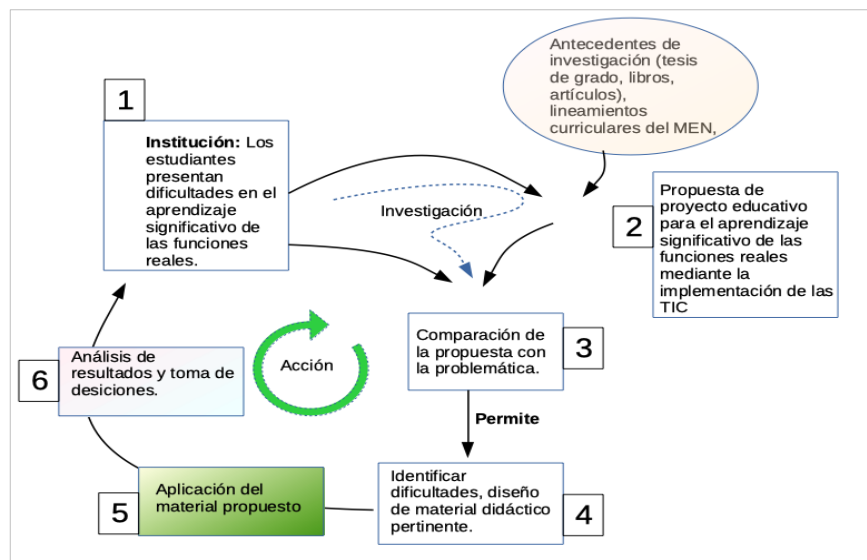
El proyecto de investigación que se desarrolló es de tipo cualitativo, particularmente con un enfoque de investigación-acción, pero recurriendo a su vez a métodos cuantitativos para el análisis de datos estadísticos. Además, hay que resaltar que las investigaciones cualitativas se caracterizan según Taylor y Bogdan (1992) por ser inductivas, holistas, interactivas y reflexivas, naturalistas; no impone visiones previas, es abierta, humanista y rigurosa. Lo anterior significa que este tipo de investigaciones se basan en el descubrimiento o el hallazgo de las características contextuales o particulares propias de los investigados, en otras palabras, es intersubjetiva.

Con base en esta visión, se propende por la integración de distintas disciplinas o campos del conocimiento en el marco de las funciones reales y el análisis de fenómenos sociales, mediante el paradigma del Pensamiento Dinámico Sistémico, como ente unificador de los sujetos y objetos de estudio y su interrelación. De lo anterior es posible concluir que esta metodología se ajusta al desarrollo del trabajo de maestría, puesto que interesa conocer situaciones de tipo social y humano, donde las soluciones no son ideales, puesto que existe la subjetividad en lo que se aprende o simplemente la variedad de ritmos de aprendizaje. Se resaltan además los conocimientos adquiridos por los estudiantes a partir de los contextos particulares de tipo social, económico, político, etc. que inciden en la formación de esto, y que puedan orientar las estrategias que posibiliten la mejora a la problemática, en este caso el aprendizaje significativo de las funciones reales.

Presentada la metodología, a continuación, se muestra el paso a paso de carácter cíclico que refleja la integración del enfoque metodológico que proponemos. De igual forma, se describen cada una de las etapas descritas en la figura 25.

Figura 25

Metodología de investigación basada en la propuesta de intervención de sistemas blandos de Peter Checkland



- 1) Observación de la problemática de los estudiantes de grado noveno en la institución educativa objetivo, y puesta en marcha de encuesta diagnóstica, donde se evidencie la significación de las funciones reales, la orientación del área de matemáticas y el conocimiento previo de los estudiantes.
- 2) Se plantea la propuesta de proyecto educativo que permita el diseño de actividades integrando los lenguajes de la dinámica de sistemas y el pensamiento dinámico sistémico

que promueva en los estudiantes el aprendizaje significativo de las funciones reales, que aborde problemáticas sociales del contexto de los estudiantes.

- 3) Se contrastan la propuesta de proyecto educativo con las dificultades encontradas en la encuesta diagnóstica para el diseño de actividades pertinentes que promuevan la superación y mejora en el proceso educativo
- 4) Con base en la identificación de las dificultades encontradas en la población objetivo, así como en las deficiencias propias en la enseñanza de las matemáticas y su aprendizaje, se proponen actividades de intervención, como talleres diagnósticos, simulaciones con apoyo de software especializado o encuestas, que permitan obtener un registro del progreso para su posterior análisis y evaluación de la propuesta del presente proyecto.
- 5) Esta fase consiste se ejecutaron las actividades propuestas en el paso anterior.
- 6) Luego de recolectada la información se procedió a su organización y análisis, detallando resultados parciales que permitieron orientar el proceso para las actividades a futuro para un nuevo ciclo en la investigación.

4.2 Escenario y participantes

4.2.1 Población

El proyecto se desarrolló con estudiantes de grado noveno (9º) jornada tarde de una institución educativa de carácter oficial del departamento del Huila, Colombia, la cual cuenta con una población estudiantil de 1236 estudiantes divididos en dos jornadas, mañana y tarde. La institución cuenta con estudiantes provenientes de la zona rural y urbana y sus familias son de estratos socioeconómicos 1 y 2 en su gran mayoría. El grado fue seleccionado teniendo como base los estándares educativos y planes de estudio de la institución educativa (**IE**), así como los derechos básicos de aprendizaje del Ministerio de Educación Nacional, puesto que es en este grado que se desarrolla la temática correspondiente a las funciones reales como lo son *funciones polinómicas y exponenciales*.

4.2.2 Muestra participante

El proyecto estaba planteado para ser desarrollarlo con un grupo de 22 estudiantes, pero por motivo de la crisis de la pandemia generada por el COVID - 19, y dada la dificultad de la conectividad de la mayoría de los estudiantes, se logró focalizar en un grupo de 9 estudiantes permanentes quienes hicieron parte del proceso de desarrollo de la experiencia y sus actividades asociadas. Este grupo de estudiantes estaba conformado por 5 mujeres y 4 hombres, cuyas edades están entre los 12 y 16 años.

4.3 Recolección de la información

4.3.1 Técnicas de recolección de la información

La recolección de la información es fundamental a la hora investigar algún tipo de fenómeno y de la calidad de esta depende el grado de aproximación a la respuesta planteada en el proyecto. Según Sampieri (2010) el investigador “*debe minimizar la influencia que sobre los participantes y el ambiente pudieran ejercer sus creencias*”; es decir, obtener una información muy natural y sin perturbaciones que muestre la opinión de los investigados sin degradaciones. Esto significa evitar inducir a respuestas que el participante no ha consentido o por lo menos carece de un proceso de interiorización.

Para el caso particular de la presente investigación, la recolección de la información y dada la contingencia de la pandemia, se desarrolló a través de cuestionarios estructurados de selección y otros de completado. Lo anterior permitió el abordaje diversas temáticas relacionadas con la enseñanza de las matemáticas, así como temas específicos relacionado con las funciones reales fundamentado con los lenguajes de la Dinámica de Sistemas. Sobre el final de las sesiones se realizaron algunas encuestas y entrevistas para conocer la opinión de los estudiantes acerca de sus impresiones respecto al trabajo desarrollado.

A continuación, se muestran el tipo de herramientas utilizadas para la recolección de la información en el presente proyecto.

Cuestionarios: los cuestionarios son herramientas muy utilizados en investigación cuantitativa, ya que permite evidenciar los resultados de diversas variables, además de permitir

hacer comparaciones durante las etapas de la investigación. Este tipo de recolección de información consiste en un conjunto de preguntas respecto a las variables de interés (Sampieri, 2010) mediante preguntas abiertas o cerradas. Entiéndase por pregunta cerrada aquella que tiene una única respuesta, y por tanto puede ser seleccionada de un grupo de posibles candidatas. Por otra parte, las preguntas abiertas permiten un aporte único y más libre por parte de los participantes, haciendo de este tipo de preguntas más enriquecedor para los objetivos del presente proyecto. Esta técnica puede apreciarse en el conjunto de actividades presentadas en la sección 3.5, donde en algunos casos se pedía a los estudiantes dar una respuesta concreta o específica, mientras que en otras se le permitía al estudiante construir explicaciones sobre su experiencia o conocimiento, además de indagar sobre diversas situaciones planteadas en el contexto de un fenómeno en particular.

Entrevistas: para el proceso de evaluación de las actividades planteadas a los estudiantes se realizó una entrevista estructurada para conocer de primera mano las impresiones y algunas dificultades que pudieron presentarse durante el proceso de investigación. Según Sampieri (2010) *“en las entrevistas estructuradas, el investigador realiza su labor con base en una guía de preguntas específicas y se sujeta exclusivamente a esta”*, es decir, no salen a relucir otro tipo de preguntas diferentes a las establecidas en un inicio.

De esta manera se realiza la entrevista a un grupo seleccionado al azar para que realicen sus aportes desde el punto de vista personal de los mismos sobre las actividades desarrolladas durante el proceso de intervención mencionadas en el apartado 3.5. Esta entrevista permite comprender el impacto de la propuesta desde la percepción de los estudiantes, y por supuesto

pueden aportar elementos a tener en cuenta para el desarrollo de nuevas experiencias en el aula de clase.

4.4 Análisis de la información

Luego de la recolección de la información y su organización se procede a su análisis para lograr comprender el comportamiento de los datos y extraer aquellos resultados que sean de importancia para el proyecto. Por ello es importante que la organización se realice en cuadros comparativos o tablas de categorías que permitan extraer unidades de análisis sobre las cuales sea posible establecer detalladamente el impacto del proyecto. Es de resaltar que este proceso es permanente debido al enfoque de la investigación (cualitativo), ya que de ello depende la construcción de instrumentos que se aplicaban durante el periodo de intervención.

4.4.1 Recopilación de la información

Para la recolección de la información se utilizó como medio más efectivo la aplicación WhatsApp, donde los estudiantes recibían los instrumentos y los diligenciaban directamente en su celular o computadora. De igual forma, los estudiantes se conectaron por medio de la aplicación ZOOM para celular o computadora para recibir las asesorías sincrónicas o asincrónicas en algunos casos. Por otra parte, las entrevistas se realizaron vía telefónica con el propósito de conocer de primera mano la opinión de los estudiantes respecto al trabajo desarrollado.

4.4.2 Reducción de la información

La información recolectada, que en un inicio es bastante extensa debe ser organizada y dispuesta de forma clara que facilite su posterior análisis. Para ello se recurrió al software ATLAS.TI como herramienta facilitadora en este proceso. Respecto a los datos cualitativos se establecieron procesos de codificación, extrayendo de los instrumentos fragmentos de interés para nuestro estudio; citas textuales que aportaron los estudiantes y permitieron establecer mejoras durante el proceso de intervención. Luego de esto se establecieron las categorías correspondientes que permitieron condensar en ideas más generales, construyendo así elementos de juicio que dieron una perspectiva más clara y elaborada sobre los resultados encontrados. Respecto a los datos cuantitativos, estos se organizaron en tablas de frecuencias, gráficas circulares o de barras que resumieron la información aportada por los estudiantes.

4.4.3 Disposición de la información

La forma en que se presenta la información de los resultados de una investigación permite mostrar de manera clara y pertinente elementos que resaltan o subyacen y que logran trascender dentro de los objetivos o metas propuestas para dicho estudio. Por ello la importancia de presentar información clara, objetiva y accesible es uno de los derroteros en esta fase.

Respecto a los datos cualitativos, estos se presentan mediante una matriz categorial que representará segmentos o unidades hermenéuticas aportadas directamente por los estudiantes. Estas categorías serán objeto de análisis y validación teórica (triangulación) y posteriormente

aportarán elementos más fundamentados que permitan comprender de manera clara los objetivos buscados.

En primer lugar, respecto a los datos cualitativos y con el fin de que la información tenga la claridad suficiente para su análisis, se hace uso de tablas de codificación y categorización. Además de ello se hace uso de diagramas de redes para clarificar la relación entre algunas de las categorías o códigos de interés. Respecto a los datos cuantitativos se establecen diagramas de barras que permitan extraer información relevante respecto a este tipo de datos.

4.4.4 Validación de la información

Mediante un proceso de triangulación, se analizaron los datos recolectados, y se establecieron unidades de análisis, que permitieron corroborar información o establecer contrastes de las fuentes directas con los referentes teóricos, enriqueciendo dichas unidades, y validando la información obtenida durante del desarrollo del proceso investigativo. Por otra parte, algunos datos cuantitativos fueron objeto de análisis mediante un proceso comparativo, que permitió contrastar el impacto del proyecto respecto a las competencias a mejorar. Esto puede ser representado mediante un diagrama de doble entrada (pretest-posttest) donde se puede contrastar el proceso de progreso desde la encuesta diagnóstica y los ciclos de investigación.

5 Análisis e Interpretación de Resultados de la Experiencia

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos en el proceso de investigación, iniciando con el análisis de la prueba diagnóstica. Luego de esto se presenta el análisis de

resultados de tipo cualitativo y sus respectivas categorías derivadas del conjunto de datos extraídos del total de actividades. Posteriormente se muestra el análisis cuantitativo, donde se hace un contraste entre los datos obtenidos en la prueba diagnóstica, con los resultados de las actividades desarrolladas durante el proceso de intervención.

5.1 Análisis de resultados prueba diagnóstica

La prueba diagnóstica (ver anexo 2) permitió conocer el estado previo de los estudiantes en cuanto al conocimiento del área de matemáticas. Además, permitió identificar su percepción acerca de la forma en que los docentes orientan la misma y su nivel de conocimiento acerca de la interpretación de gráficos. A continuación, se presentan los principales hallazgos respecto a esta fase en la investigación.

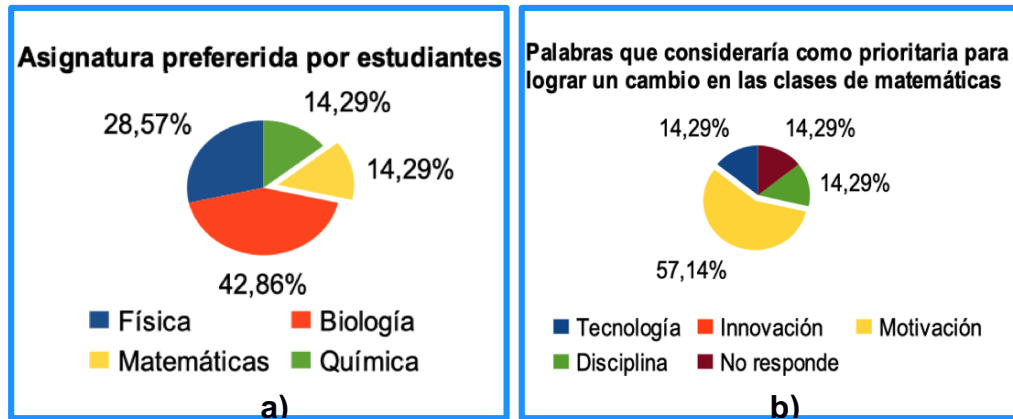
En esa actividad participaron un total de nueve (9) estudiantes, donde se logró identificar información relevante sobre la concepción que tienen los estudiantes del área de matemáticas y su enseñanza bajo un enfoque tradicional. Como se aprecia en la figura 26-a, las asignaturas de menor preferencia son las matemáticas junto al área de física. Cuando se pregunta a los estudiantes lo que consideran prioritario para cambiar en las clases de matemáticas (figura 26-b), el 57,14% respondió que hace falta motivación por parte de los docentes. Dentro de las respuestas obtenidas, los estudiantes afirman:

“falta que las clases sean más interesantes y lúdicas”,

“Pues para mi los profes deberían motivar más de formas mas recreativas y hacer cambios en las clases no lo mismo de siempre”

Figura 26

a) asignatura favorita de los estudiantes, b) palabras que considera prioritarias para lograr un cambio en la enseñanza de las matemáticas



Dado que la motivación es uno de los elementos a tener en cuenta por parte de los docentes para orientar de esta manera sus clases, se pregunta a los estudiantes sobre algunos temas de interés, o que le gustaría abordar en el área de matemáticas. Los resultados arrojaron que el 81,79% les gustaría abordar temas de mercadeo y ventas de artículos de consumo. Esta información es relevante, puesto que refleja el interés de los estudiantes por un tema en particular, y el abordaje de un área desde este campo puede hacer significativo o motivante su aprendizaje.

Luego de esto se presentó una situación que permitiera al estudiante identificar las implicaciones que pueden darse cuando ciertas acciones o incidentes alteran el resultado de un fenómeno que puede ser cotidiano para un ciudadano. Por ejemplo, el hecho de ir al trabajo en vehículo y los posibles escenarios que pueden darse en el camino, como una reparación en la vía. Los estudiantes identificaron algunos posibles efectos ante esta situación. Estas fueron algunas de sus apreciaciones:

“llegara tarde”

“lo pueden despedir”

“pues que se va a demorar mucho mas”

“le costara un mayor tiempo al llegar a su destino”

“implica que es persona esta en riesgo de perder su trabajo”

Respecto a la misma situación anterior acerca del conductor en una vía congestionada, se preguntó a los estudiantes sobre los niveles de estrés. Esto respondieron algunos de ellos

“puede gritar, o en caso cuando ya no haya el trancón puede acelerar mucho y sufrir un accidente”

“le puede generar mal humor ya que le preocupa no llegar a tiempo”

“se va a alterar porque puede perder su trabajo”

Estas respuestas permiten mostrar la capacidad de los estudiantes de ir más allá de lo planteado, y que además pueden imaginar la situación, e indagar sobre la misma. Es decir, se

promueve en estos el pensamiento complejo de un fenómeno que es muy común en las grandes ciudades como son los “trancones”.

Por otra parte, al momento de abordar temas propios de las matemáticas, se pregunta a los estudiantes en primer lugar si tienen algún tipo de dificultad en el área y sorprende que la gran mayoría responde afirmativamente, como muestran algunos de los siguientes fragmentos:

“Últimamente se me dificultan”

“Últimamente esta materia se me ha dificultado bastante”

“En matemáticas me gusta, pero siempre se me dificulta”

De esta manera puede apreciarse que existen dificultades presentes en el área de matemáticas y la manera en que esta se están abordando, generando una inconformidad o poco gusto por la signatura, como se mencionó en un apartado anterior.

Luego de esto se pregunta a los estudiantes sobre el concepto de función real, y lo que entienden acerca de esta temática que tiene un fuerte desarrollo en el grado que cursan actualmente (grado 9º). En este caso los estudiantes asocian el concepto de función real con las palabras “Dominio”, “Codominio” y “Número real”; términos poco significativos, puesto que es una respuesta basada en un concepto totalmente abstracto que corresponden con una definición muy usual en área de matemáticas. Estas formalidades evitan que se vaya un poco más allá de las definiciones propias de la disciplina, obstaculizando así la construcción de ideas más elaboradas con un contexto mucho más palpable o cercano al estudiante.

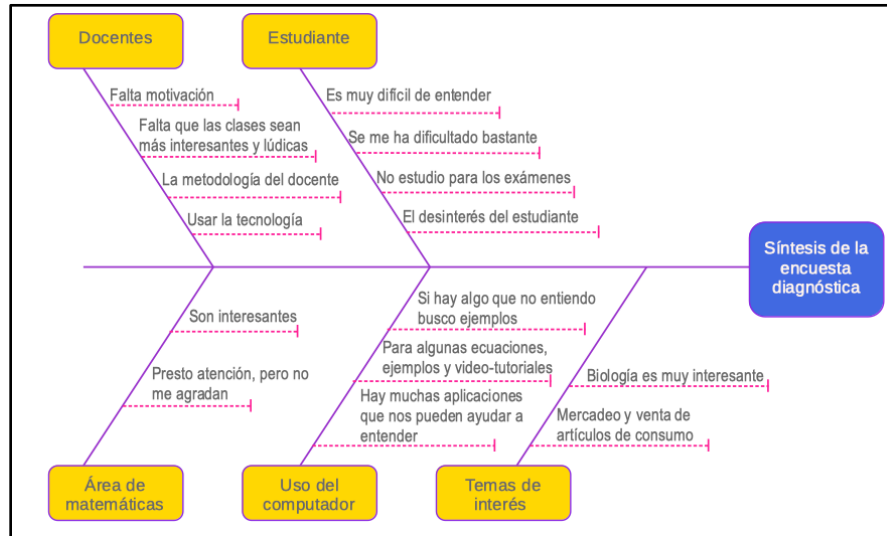
Finalmente se presentan algunos gráficos para que el estudiante analice su comportamiento e indague sobre algunas situaciones planteadas allí (ver figura 27). Sorprende que el 57,14% no logra asociar o comprender la información contenida en el primero de los gráficos, mientras que el 42,86% no lo logró en el segundo. Por último, el 28,57% no lo logró en el tercer gráfico. Como dato adicional, se evidencia que uno de los estudiantes no diligenció esta parte de la encuesta diagnóstica.

Figura 27

Funciones en contexto para el análisis del comportamiento dinámico



Para finalizar hay que decir que se evidencia un alto grado de dificultad en el área de matemáticas, en particular de las funciones reales y su enseñanza. Además, el análisis gráfico demuestra que esta competencia es muy débil y esto evita que el estudiante pueda indagar acerca del fenómeno o situación planteada en dichos gráficos. A continuación, en la figura 28 se resumen los elementos encontrados que más afectan el aprendizaje de las matemáticas.

Figura 28
Síntesis de la encuesta diagnóstica


En figura 28 pueden apreciarse elementos sobresalientes, como es el caso de la escasa motivación promovida por parte de los docentes en el área de matemáticas que hagan más interesantes las clases. Respecto a los estudiantes se evidencian las dificultades encontradas, incluso reconociendo el desinterés por el aprendizaje de la asignatura.

Respecto al área de matemáticas los estudiantes prestan atención, más no sienten agrado por el aprendizaje, y como es normal, solo unos pocos la consideran interesante. Con relación al uso del computador, se evidencia su uso para reforzar buscando más ejemplos en internet como lo son el contenido de videotutoriales, o al uso de aplicaciones (software) para afianzar contenidos. Finalmente, respecto a los temas de intereses, los estudiantes desean conocer temas de biología,

por un lado, así como el mercadeo y ventas de artículos de consumo. Este resultado orienta la construcción o elaboración de las actividades propuestas en el proyecto de investigación.

5.2 Análisis de resultados de las actividades

Con base en los hallazgos de la encuesta diagnóstica y el desarrollo posterior del conjunto de actividades de la experiencia (ver apartado 3.5), se procedió con el análisis de la información encontrada a través de dichas actividades. Lo anterior con el fin de lograr destacar los resultados más relevantes que aportan a los objetivos de este proyecto de maestría.

De igual manera, hay que resaltar que las actividades desarrolladas eran progresivas, esto es, cada vez que se avanzaba en el proceso de intervención, los problemas propuestos tenían un nivel de dificultad mayor que las actividades previas. Esto con el propósito de promover un mayor dominio de los contenidos abordados.

A continuación, se muestran los procesos de análisis cualitativo de los datos, y se dispone de manera explícita la matriz categorial como síntesis de los aportes directos de los estudiantes. Además de lo anterior, posteriormente se introduce al análisis cuantitativo de los datos, permitiendo así hacer una comparación de tipo estadístico que abarca desde el inicio hasta el final del proceso de intervención. Finalmente, este apartado finaliza con una sección de resultados de la fase de cierre, como reflexión del proceso investigativo.

5.2.1 Análisis cualitativo

El análisis de los datos recolectados mediante los instrumentos de las actividades de la experiencia permitió recabar información relevante sobre los impactos que ha tenido la investigación sobre el grupo o población objetivo, y comprender la dinámica en este. Es de recordar que, en la investigación cualitativa, el análisis de datos y la recolección se hacen simultáneamente (Sampieri 2010, p 439), puesto que los resultados parciales de un instrumento orientan la construcción de otros dada su naturaleza cíclica y de reformulación constante.

Hay que recordar que la investigación cualitativa se enfoca en conocer o profundizar en los fenómenos, explorando desde el punto de vista de los participantes y en un ambiente natural (Sampieri, 2010, p 364). Esto significa que el análisis de los datos debe aportar su sentir o sus impresiones y con base a los resultados analizados se orientan las mejoras para resolver el problema de la investigación.

A continuación, se explican los análisis correspondientes al enfoque cualitativo y el proceso de categorización que facilitó el análisis de los datos desde esta perspectiva.

Análisis categorial. Para el procesamiento de las encuestas, fue necesario editarlas en un procesador de texto para su uso optimo con el programa de análisis de datos Atlas Ti 8, dado que los estudiantes enviaban documentos que no era posible fragmentar, haciendo difícil dicha labor. Posterior a esto, se comienza entonces el proceso de codificación y saturación, tomando como

referencia la opinión directa de los estudiantes, y que dieron origen a tres categorías centrales que permiten tener una idea más clara y rigurosa acerca de la implementación y desarrollo del proyecto de investigación, sus impresiones acerca del trabajo desarrollado, o de las herramientas utilizadas durante el proceso, y por supuesto, la identificación de dificultades tanto de la enseñanza de las matemáticas como de los problemas relacionados con la conectividad debido a la metodología de trabajo.

A continuación, se presenta la matriz categorial (ver tabla 5), donde se muestran las tres categorías centrales, y las subcategorías que dan origen a estas. Allí además se define cada una de las subcategorías con base a los aportes directos de los estudiantes o descriptores, que son el insumo principal para la construcción de las categorías centrales, identificando patrones o características comunes en los datos aportados por los educandos. Las tres categorías centrales que emergieron corresponden en primer lugar a la categoría *dificultades y cambios en la enseñanza de las matemáticas*; en segundo lugar, la categoría *el pensamiento dinámico sistémico en la práctica educativa*", y en tercer lugar la categoría *estrategias para el aprendizaje significativo*.

Tabla 5

Matriz categorial resultante del proceso de investigación

Categoría central	Subcategorías	Definición	Descriptores
Dificultades y cambios en	Estrategias de cambio en la	Es la manera en que se abordan y	• “los profesores pueden enseñar así en todas las

la enseñanza de las matemáticas	enseñanza	transmiten los conocimientos, de tal manera que pueda convertir la escuela y por supuesto las clases en espacios agradables para el estudiante que lo motive a aprender	materias, y entenderíamos más” • “en matemáticas no es lo mismo porque uno tiene que aprender formulas” • “en una clase normal no recibo este tipo de conocimiento.”
	Problemas en la enseñanza	Son las diversas situaciones o estrategias pedagógicas, o de contenido que dificultan que el proceso educativo se de en óptimas condiciones.	• “Ser más dinámico” • “Es complicado y soy muy mala memorizando formulas, tablas de multiplicar y demás formulas” • “Para mí una función real es una función matemática en el que el dominio y condominio están en un conjunto de números reales”
El	Aprendizaje	Es el	• “Me gustaron, ya que

pensamiento dinámico- sistémico en la práctica educativa	con dinámica de conocimiento adquirido	me oriento en áreas
	sistemas	desconocidas o de muy poco conocimiento”
	mediante la concepción del pensamiento dinámico sistémico, que permite dar explicaciones científicas sobre fenómenos del contexto.	• “tiene conocimiento en otras áreas y pues nos ayuda en matemáticas” • “sí es distinta porque uno piensa más porque nos ponen temas que nos gustan”
Interpretación de gráficas	Es la capacidad de comprender el comportamiento dinámico de un gráfico en el plano cartesiano, así como la identificación de variables explícitas e implícitas y establecer su relación.	• “me gusto ver como se hacían las gráficas con el programa y nos explicaba como analizarlas con proyecciones y era más facial así” • “me gusto ver como se hacían las gráficas con el programa”
	Modelos	Es la
		• “Si es mejor porque

Estrategias para el aprendizaje significativo	para el aprendizaje y construcción de representaciones de fenómenos reales mediado por software que permite comprender su comportamiento, establecer relaciones causales y formular hipótesis ante diversas situaciones.	de aprendemos varias cosas con los modelos”
		• “me gusto ver como se hacían las gráficas con el programa” • “la aplicación Evolución ya que gracias pudimos aprender y elaborar varias funciones.” • “podemos jugar con las matemáticas y con las funciones.”
	Participación en clase	Es lo que caracteriza al grupo de estudiantes que • “era ejemplos que lo ponían a una pensar y hacer preguntas me gusto.”
	Aprendizaje en contexto	Es la base del aprendizaje significativo que pretende evitar los • “Comparar los datos obtenidos como predicciones con datos

	conceptos abstractos y reales,” descontextualizados en el proceso de aprendizaje, y por el contrario fomenta la interdisciplinariedad y conexión de nuevos saberes con el contexto y el conocimiento preexistente.	• “sí es distinta porque uno piensa más porque nos ponen temas que nos gustan” • “los temas que vimos eran interesantes”
--	--	---

Habiendo presentado la matriz categorial, se procede a continuación al desarrollo de cada una de estas categorías centrales.

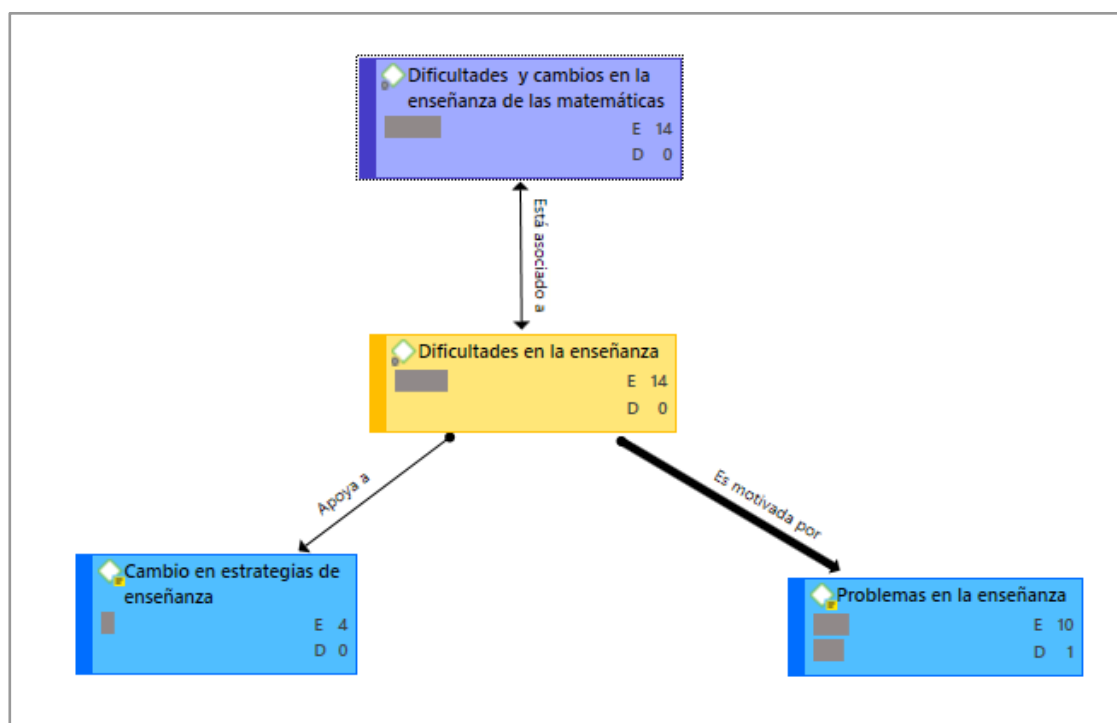
• Dificultades y cambios en la enseñanza de las matemáticas

La opinión de los estudiantes frente a la forma en que se abordan los temas en el área de matemáticas da cuenta de que existen falencias en las estrategias utilizadas por los docentes para su enseñanza. Ejemplo de ello lo plantea una de las estudiantes cuando asegura “*es complicado, y soy muy mala memorizando formulas*”. Esta afirmación refleja que los estudiantes asocian el área de matemáticas como un campo donde se tiene que ejercitar la memoria, aplicando fórmulas y complicados procesos repetitivos que en últimas se convierte en un aprendizaje mecánico y poco reflexivo, lo cual no debería ocurrir, pero que en muchas ocasiones los docentes lo hacen ver así.

Otro de los estudiantes refuerza lo dicho por su compañera anteriormente cuando sugiere de manera similar que “*en matemáticas uno tiene que aprender fórmulas*” lo que hace pensar que se están abordando en este campo del conocimiento un manejo de procesos netamente abstractos, y que muchas veces para los estudiantes no les resulta interesante, es decir, no es de su agrado.

Figura 29

Red semántica de la categoría Dificultades y Cambios en la Enseñanza de las Matemáticas



Sumado a lo anterior otro de los estudiantes propone literalmente que “*se debe ser más dinámico*” y de allí la categoría asociada a los cambios en las estrategias de enseñanza en las aulas,

puesto que en el marco del desarrollo de la investigación proponen como lo hace el siguiente estudiante *“Yo pienso que los profesores pueden enseñar así en todas las materias, y entenderíamos más”* aludiendo a la forma en que se está integrando la dinámica de sistemas en la práctica educativa, dejando en evidencia una postura a favor, y que puede ser aprovechada para hacer una reflexión acerca de la labor, que promueva cambios sustanciales en pro de la mejora en la calidad educativa. Esto puede ser asociado cuando un estudiante afirma *“los profes pueden enseñar así en todas las materias, y entenderíamos más”* es decir, una disposición a hacer las cosas distintas que mejoren los procesos en las aulas.

Finalmente, en la red semántica *“Dificultades y cambios en la enseñanza de las matemáticas”* (Figura 29) se observa un fuerte componente relacionado con problemas asociados a la forma en que se están enseñando estas. Ante esto los estudiantes proponen algunos cambios que pueden contribuir en mejorar las estrategias didácticas utilizadas por los profesores, ya que son ellos quienes de primera mano pueden aportar desde sus impresiones en establecer cambios que merecen ser tenidos en cuenta.

- **El pensamiento dinámico-sistémico en la práctica educativa**

Profundizando un poco más en la estrategia que aporte en mejorar las practicas educativas en el aula, en particular en el aprendizaje de las funciones reales con dinámica de sistemas, se plantearon actividades específicas del campo de las matemáticas, pero con un enfoque más amplio que permitiera integrarla a más campos del conocimiento y así motivar su aprendizaje. De esta

manera, y citando a uno de los estudiantes, quien afirma refiriéndose a las clases con dinámica de sistemas *“me gustaron, ya que me oriento en áreas desconocidas o de muy poco conocimiento”*. Este aporte del estudiante logra motivar más el concepto de interdisciplinariedad o aprendizaje en contexto.

De lo anterior es posible establecer metas que contribuyan de manera efectiva a la implementación de clases que promuevan el pensamiento dinámico-sistémico, y más cuando otro de los estudiantes en sus propias palabras, y en concordancia con lo dicho por su compañero, asegura que *“tiene conocimiento en otras áreas y pues nos ayuda en matemáticas”*. Es decir, que es posible integrar muchos campos del saber, y estas convertirse en fuentes de motivación hacia el estudiante, quien puede comprender sobre la base de elementos que son más cercanos y desde luego más palpables.

En consonancia con lo anterior, y haciendo referencia a los instrumentos utilizados para el aprendizaje de funciones con dinámica de sistemas, específicamente con el software Evolución, los estudiantes se refieren en este sentido como sigue:

“me gusto ver como se hacían las gráficas con el programa”

“con el manejo de la aplicación se facilita el aprendizaje.”

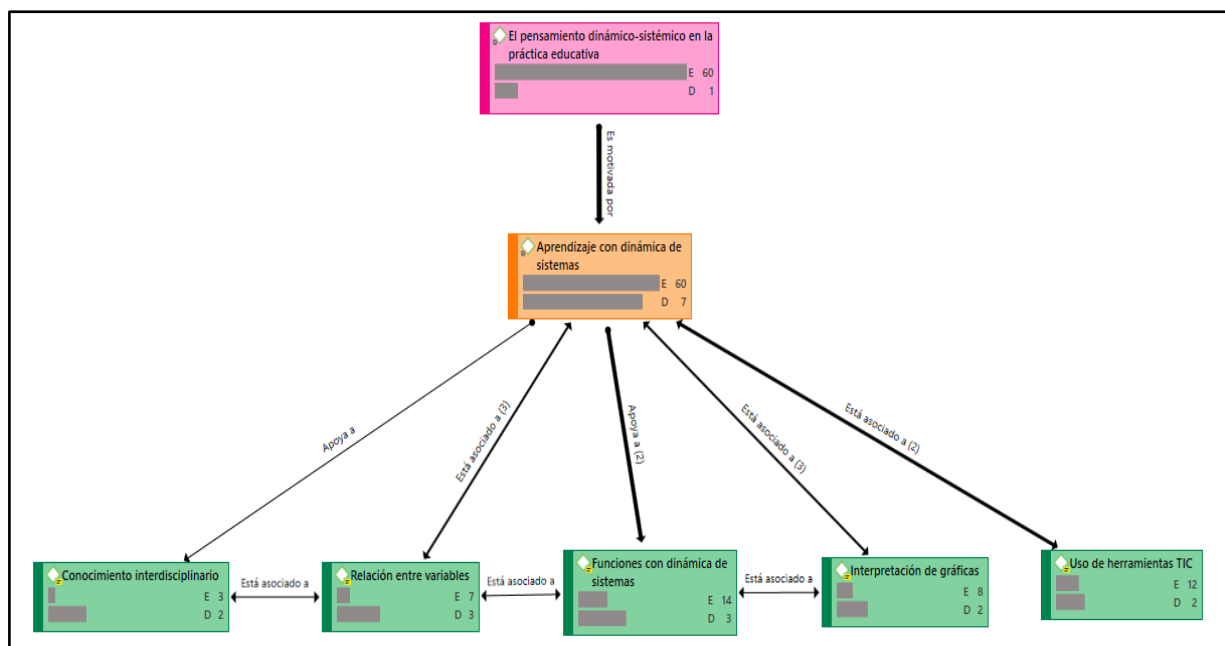
“la aplicación evolución ya que gracias pudimos aprender y elaborar varias funciones.”

De esta manera se corrobora que la implementación de una herramienta TIC puede aumentar notablemente la motivación en el estudiante, dado que, si este comprende mejor los temas con el apoyo del software, le permitirá además explorar un poco más de lo habitual, dada la facilidad, en este caso, de crear condiciones simuladas en el programa y desde luego analizar

dichos escenarios, o como menciona uno de los estudiantes “*podemos jugar con las matemáticas y con las funciones*”. Siguiendo con esta misma idea, el pensamiento sistémico consiste precisamente imaginar diversos escenarios sobre una problemática particular, alterando sus variables y cuestionando siempre sobre los cambios que puede sufrir el sistema si altero alguna o algunas de sus variables que incidan directa o indirectamente sobre este.

Figura 30

Red semántica de la categoría Pensamiento Dinámico – Sistémico en la Práctica Educativa



Como puede apreciarse en la red semántica (Figura 30), el número de citas textuales que hacen referencia al aprendizaje con dinámica de sistemas corresponde a 60 unidades, lo que significa que hay un importante aporte en este sentido al proceso de implementación. De estas se destaca la mediación de las TIC y el aprendizaje de funciones con dinámica de sistemas.

Finalmente hay un importante número de citas que hacen referencia al análisis e interpretación de gráficas, que desempeñó un eje central del proceso investigativo, puesto que es el punto de conexión de la dinámica de sistemas (simulaciones) y las gráficas de las funciones reales.

- **Estrategias para el aprendizaje significativo**

Respecto al aprendizaje significativo puede decirse que es el conocimiento que resulta relevante y es recibido por el estudiante, permitiéndole conectar sus ideas previas con el nuevo conocimiento, de tal manera que puede asociar y construir conceptos de mayor nivel de complejidad. En el estudio vemos que los estudiantes valoran aquello que les llama la atención y que les puede apoyar en el proceso del aprendizaje. Uno de los estudiantes considera lo siguiente: *“era ejemplos que lo ponían a una pensar y hacer preguntas me gusto”*, esto constituye un efecto motivante, dado que se procura abordar el trabajo con temas que sean de interés para los estudiantes, y de esta manera lograr una disposición más efectiva hacia lo que puede considerarse como nuevo conocimiento.

En concordancia con la opinión del estudiante anterior con relación a dicha motivación y con la integración de la dinámica de sistemas a las clases que promueva el aprendizaje significativo, este estudiante cree que *“si es distinta porque uno piensa más porque nos ponen temas que nos gustan”*, y nuevamente sale a la luz que sí hay diferencia en el proceso educativo cuando les gustan los temas que se proponen. Otro estudiante entra a fortalecer dicha posición cuando plantea que *“los temas que vimos eran interesantes”*, y nuevamente se refleja allí que en efecto al tratar con

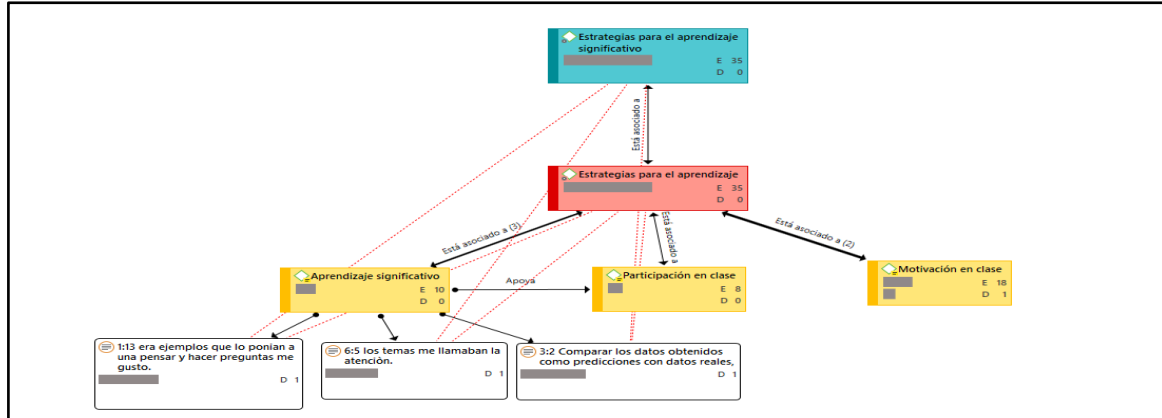
temas que puedan servir de puente para el nuevo conocimiento es una apuesta bastante efectiva para implementar en las aulas.

Puede decirse que uno de los resultados o efectos inmediatos al integrar a las clases temas de interés, es el hecho de que la clase habitual se convierte en un espacio de intercambio de opiniones, dado que a los estudiantes les resulta más práctico hablar de temas como economía, ahorro, congestión en las vías, demografía, etc. Es importante hacer hincapié en posiciones que asumen en este sentido los estudiantes cuando se abordan temas que son de su agrado. El siguiente estudiante asegura lo siguiente *“participábamos mucho y el profesor nos dejaba hablar así nos equivocáramos”*. Este elemento relacionado con la participación del estudiante es fundamental en la enseñanza, puesto que le genera seguridad al educando al considerar que en efecto él puede aportar al conocimiento de otros, y recíprocamente puede recibirlo de sus compañeros de clase.

Como elemento a tener en cuenta en el proceso de investigación, es claro que la participación fue una constante, y más cuando uno de los estudiantes expresa lo siguiente: *“Creo que la dinámica de sistemas es mejor porque se participa más en las clases”*, y nuevamente es posible ver la vinculación directa entre la generación de significados y la percepción que tienen los educandos acerca de las clases recibidas. Evidentemente el aumento en la participación fue significativo, y como muestra de ello, nuevamente otro de los estudiantes participantes reafirma esta idea cuando dice que *“nos manteníamos atentos al darnos la participación, al darnos las explicaciones”* y desde luego se propone nuevos enfoques en las clases que propicien la participación de los estudiantes, dándole un mayor protagonismo en los espacios o entornos educativos.

Figura 31

Red semántica de la categoría Estrategias para el Aprendizaje significativo



Por otra parte, en la red semántica correspondiente a la categoría “*Estrategias para el aprendizaje significativo*” puede apreciarse un fuerte enraizamiento en cuanto a la motivación y al aprendizaje significativo, los cuales son elementos fundamentales en el proceso de enseñanza – aprendizaje (Figura 31). Además de ello la importancia que estos elementos aportan a la participación del estudiante en las clases, ya que los conocimientos previos favorecen la conexión con los nuevos conocimientos, y estos a su vez motivan al educando promoviendo en estos la interacción y participación activa en las clases.

En resumen, hasta ahora se ha realizado un análisis cualitativo detallado de los aportes hechos por los estudiantes. Dichos aportes fueron obtenidos mediante los instrumentos de las actividades de la experiencia, logrando así un acercamiento al modo en que los estudiantes perciben la forma en que son orientadas sus clases, así como una descripción de los temas

sobresalientes y los aportes que según estos han apoyado el proceso de investigación mediante las categorías presentadas anteriormente. Para fines de rigurosidad y poder corroborar esta información, se hace necesario un abordaje adicional como complemento al análisis cualitativo. Para ello se presenta a continuación un análisis de contenido, el cual consiste en un proceso de cuantificación de unidades textuales que brindan significados mucho más objetivos, evitando así la subjetividad, muy frecuente en la investigación cualitativa.

Análisis de contenido. A continuación, se analiza la percepción que tienen los estudiantes acerca del trabajo desarrollado durante todo el proceso investigativo. La finalidad es conocer sus impresiones y aportes que pudieron incidir en mejorar la práctica educativa, donde se integró la dinámica de sistemas con el aprendizaje de las funciones reales utilizando para ello problemas sociales. Este enfoque permite entonces establecer puntos comunes entre teoría matemática, generalmente muy abstracta, y el conocimiento del estudiante con la realidad, es decir lograr un aprendizaje significativo.

Para ello se elaboró una encuesta estructurada aplicada a una muestra de 5 estudiantes, quienes debían responder acerca de sus impresiones respecto al trabajo desarrollado durante las sesiones de encuentro virtual y la identificación de algunas limitantes o dificultades que incidieron en el normal desarrollo de las actividades propias del trabajo investigativo. De esta manera, se construyó un libro de códigos y una matriz de contingencia (ver anexos 10 y 11). Lo anterior permitió referenciar literalmente las opiniones de los estudiantes para luego realizar el proceso de codificación y establecer las unidades de análisis, las cuales permitieron inferir algunos resultados relevantes en el marco de la investigación.

De las entrevistas realizadas se extrajeron un total de 52 unidades textuales, y de este total emergieron dos unidades centrales que corresponden al *“uso significativo de las TIC y la motivación por el aprendizaje”*, y por otra parte aquellas que hicieron énfasis en las *“dificultades en el proceso de investigación”*. A continuación, se explican en detalle cada una de estas, y los aportes más relevantes en la voz de los entrevistados.

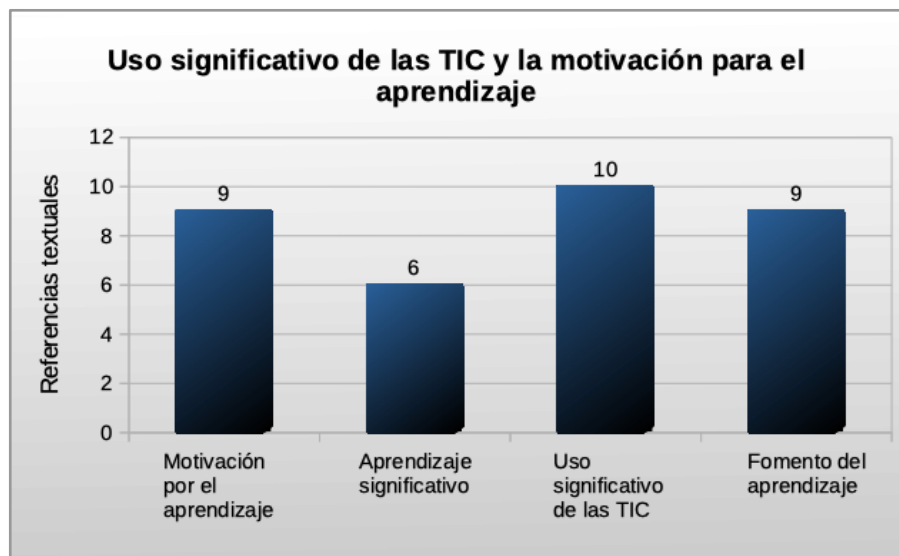
- **Uso significativo de las TIC y la motivación para el aprendizaje**

Los estudiantes consideran que durante el proceso de investigación se logró mejorar los aprendizajes usando las TIC, representadas en este caso por el software de modelado y simulación Evolución y en algunos casos Vensim PLE. De igual manera consideran que el uso de estas herramientas motivó su aprendizaje, y consideraron la propuesta como algo innovador. A continuación, se muestran algunas de las opiniones de los estudiantes:

- *“Yo describiría la experiencia como algo diferente, algo innovador, dinámico”*
- *“fue interesante y aprendí mucho”*
- *“me pareció super chevere porque aprendimos cosas innovadoras”*
- *con esta práctica que hicimos me ayudó a entender más las cosas”*

Figura 32

Uso significativo de las TIC y motivación por el aprendizaje por categorías



De acuerdo con la figura 32 puede considerarse que un buen uso de la herramienta tecnológica puede motivar y hacer significativos los contenidos desarrollados en las asignaturas para el estudiante. De esta manera, se promueve o fomenta el aprendizaje, haciéndolo más relevante y con más prospectiva, como lo describen algunos estudiantes cuando consideran lo siguiente:

- “sé que eso me va a servir para más adelante”
- “me ha ayudado de cierta forma a acordarme de cosas del colegio que pues uno deja a un lado”

Por otra parte, se identificaron dos importantes referencias respecto a la participación en clase, dado que es un ingrediente fundamental en la enseñanza, puesto que permite al estudiante interactuar activamente con sus compañeros de clase compartiendo sus conocimientos (presaberes), a la vez que puede recibir información de manera recíproca. Esto se evidencia por parte de un estudiante cuando afirma *“lo que más me gustó que era cuando yo participaba mucho, que me gustaba participar”*. Reafirma lo anterior otro estudiante que asegura *“pues me gustó mucho ese tipo de interacciones con nosotros”*. Estas interacciones aportan valor agregado al discurso de los estudiantes y reestructuran sus conocimientos, pasando a un nivel superior o de mayor complejidad.

Respecto a las metodologías empleadas por los profesores se logra evidenciar que existen algunas falencias en cuanto al desconocimiento o uso de recursos TIC en las clases. Un estudiante considera *“la verdad no teníamos ni idea que se podían hacer ni graficar en ... en modelos”*, es decir, puede ser que durante su proceso educativo no ha utilizado programas de graficación de funciones. En el mismo sentido otro estudiante asegura que *“yo no sabía cómo, ... que existía esa aplicación para poder hacer todo eso”*. Para este último caso el estudiante logra diferenciar la capacidad del software respecto a otros que quizá ya es de su conocimiento, lo cual es bastante relevante.

- **Dificultades en el proceso de investigación**

Durante el desarrollo de la investigación se presenta de forma imprevista la contingencia de la pandemia provocada por el Covid-19, lo que evitó que la puesta en marcha del proceso se hiciera en la institución educativa de forma presencial. En su lugar se recurrió al desarrollo de las

actividades en su totalidad de manera virtual, lo que provocó algunas dificultades como se muestra en la figura 33.

Por un lado, se presentaron dificultades que tenían relación con la conectividad, ya que muchos de los estudiantes presentaron problemas que afectaron el normal desarrollo del proceso, o en ocasiones simplemente no lograban acceder a las sesiones. Esto puede ser corroborado por los estudiantes cuando afirman:

- *“en algunas clases no podía asistir por problemas de conexión”*
- *“tengo dificultad por el internet”*
- *“Es mejor recibir las presencialmente que virtual. En ocasiones la conexión no es la Mejor”*
- *“el internet interfiere en algunas ocasiones, haciendo que se desconecte de las clases o no se le escuche”*

Figura 33

Dificultades circunstanciales en el proceso de investigación durante la pandemi



En contraste con la dificultad relacionada con la conectividad, se presentó la situación de algunos de los estudiantes, quienes no contaban de manera permanente con un computador para las prácticas. Esto dificultó el proceso, ya que era necesaria la instalación de un software y el uso del mismo para las sesiones. Dos estudiantes hicieron alusión a esto como sigue:

- *“Me gustaría que fuera en el colegio con el computador porque a mí me toco siempre en el celular”*
- *“En mi casa contamos con un computador para 3 hermanos todos estudiando”*

En este sentido algunos de los estudiantes siguieron las sesiones desde su celular, sin poder interactuar directamente con los programas de modelado y simulación, lo que es lamentable para los fines centrales del proyecto.

Se culmina de esta manera el análisis cualitativo y de contenido, donde se logró evidenciar diversos aportes de la dinámica de sistemas aplicado en la educación, mejorando la percepción que tienen los estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas. De igual manera se mostraron unidades textuales que proporcionaron valiosa información respecto al papel de las TIC en el contexto de la investigación y desde luego las dificultades que se presentaron durante el proceso de intervención.

Finalmente, en el siguiente apartado se mostrará el análisis de los datos de tipo cuantitativo que complementa lo anteriormente presentado. Este enfoque cuantitativo permite observar el progreso que han tenido los estudiantes en algunas competencias durante el proceso de intervención, lo cual a su vez permitió medir el impacto de este trabajo de maestría.

5.2.2 Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo de datos permite mostrar elementos que evidencien momentos del proceso de investigación que pueden mostrar numéricamente una radiografía del proceso de intervención. Esto se logra mediante un estudio estadístico de frecuencias sobre algunas variables o competencias, lo que permitió medir el progreso mientras se desarrolló la investigación.

Para tal propósito se establecieron como referentes la encuesta diagnóstica y las actividades respectivas hasta la actividad 4 de la sección 3.5 (ver anexo 6), lo que para este análisis cuantitativo se denomina ciclo I de la intervención. Posterior a ello se procede a lo que se ha denominado ciclo II donde se profundiza más en la creación de modelos y la simulación de diversos fenómenos hasta la actividad 8 de la sección 3.5 (ver anexo 9) donde se finaliza el proceso de intervención.

A continuación, se muestran las categorías que se abordaron durante el proceso de investigación que corresponden a competencias relacionadas con el aprendizaje significativo de las funciones reales. Estas competencias corresponden a la *“interpretación de gráficos, la identificación de variables en contexto y la competencia propositiva”*; todas ellas abordadas mediante el pensamiento dinámico sistémico y los lenguajes de la dinámica de sistemas.

- **Interpretación de gráficos**

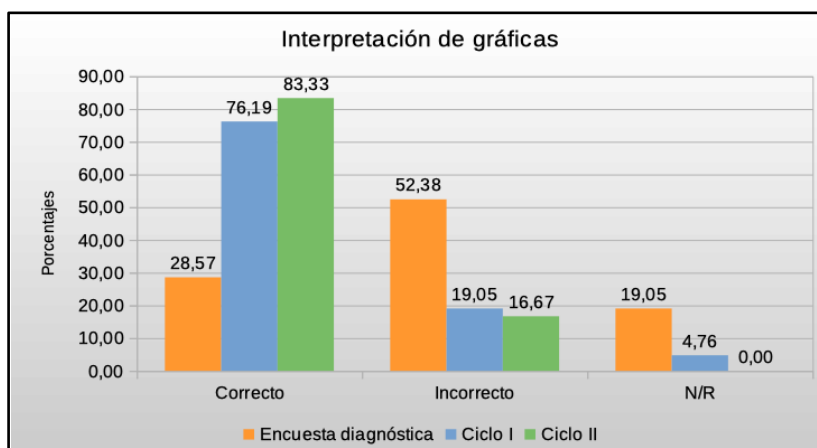
La interpretación de gráficos es una de las competencias fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas, ya que este tipo de representaciones es común en diversos campos del

conocimiento. Por tanto, debe hacer parte de la cultura de los estudiantes, independientemente de sus preferencias por las diversas asignaturas, ya que están presentes en campos como la medicina, economía, demografía, entre otras. De igual manera esta competencia aporta fuertemente en la comprensión del comportamiento de fenómenos dinámicos en el tiempo, y un análisis más profundo y detallado puede aportar en la identificación de variables que pueden no se muestran de manera explícita en los gráficos. Promoviendo así la comprensión de fenómenos de una forma más holista, o con una visión mucho más compleja del mismo.

Figura 34

Representación de la tabla y gráfica de respuestas correctas e incorrectas o no respondidas (N/R) en los dos ciclos de investigación

Interpretación gráfica	Número de respuestas		
	Encuesta diagnóstica	Ciclo I	Ciclo II
Correcto	6	16	20
Incorrecto	11	4	4
N/R	4	1	0
Total	21	21	24



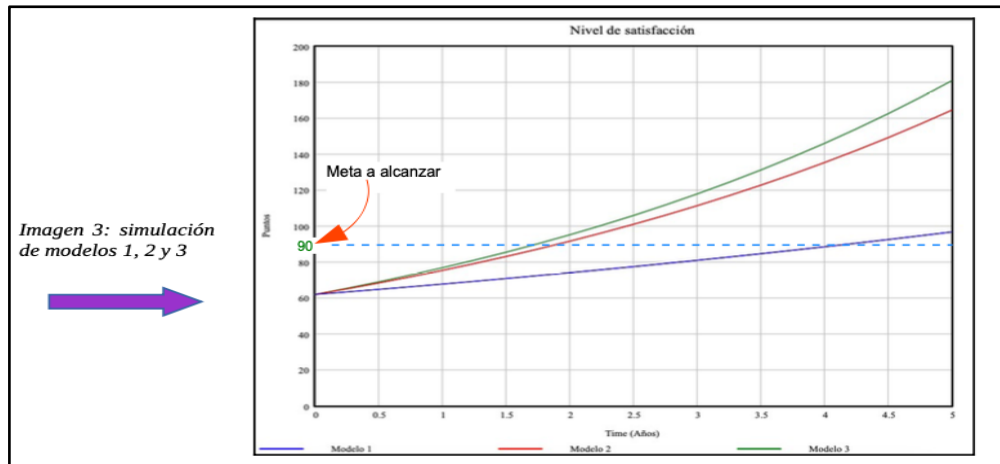
Como puede apreciarse en el Figura 34, existe un progreso durante los ciclos I y II respecto al porcentaje de respuestas correctas en la interpretación de gráficos. De igual manera puede notarse una disminución significativa en el número de respuestas incorrectas, así como en el número de preguntas sin contestar.

Por otra parte, en la fase final se proponen algunos ejercicios un poco más complejos relacionados con la interpretación gráfica que permitiera medir el grado de avance o progreso por parte de los estudiantes respecto a la fase inicial. Los gráficos utilizados manejaban funciones exponenciales simultáneas en un mismo plano cartesiano, y el objetivo era establecer relaciones entre estas y de acuerdo a la pregunta los estudiantes respondían. Este fue el problema planteado en la actividad 7 (ver anexo 8).

Una empresa dedicada a la producción de cafés especiales decide realizar un modelo que le permita posicionar mejor su imagen respecto a la calidad de sus productos y, por supuesto, respecto a sus precios (nivel de satisfacción). Los dueños de la empresa saben que el aumento en la calidad del producto implica un alza en los precios de producción, y desde luego un incremento sobre el precio final del producto. La medición se hace con un puntaje de 1 a 100 en cuanto a la imagen del producto, donde 100 es la máxima puntuación, y se proyecta que en los próximos 5 años la imagen de la marca alcance un puntaje superior a los 90 puntos. Para ello han diseñado los siguientes modelos 1, 2 y 3 (ver gráfica 3), generados por el siguiente diagrama de flujos y niveles.

Figura 35:

Simulación de un modelo que representa el nivel de satisfacción de un producto.



Para el caso de la Figura 35, donde los estudiantes trabajaron funciones exponenciales, el 100% de los estudiantes lograron responder correctamente que el modelo tres era el que más rápidamente o en el menor tiempo llegaba al puntaje deseado. Algunas respuestas de los estudiantes fueron como sigue:

- c) ¿cuál de los modelos observados en la imagen 3 es el que mejor apoyaría a la empresa a mejorar el nivel de satisfacción de sus productos por parte de los clientes? Explique
- “El modelo 3, ya que en aproximadamente 1,7 años sobrepasa los 90 y sigue ascendiendo aceleradamente.”
 - “Sería el verde porque es la más conveniente para la mejora de los productos y es la que más alta está.”
 - “Sería el modelo 3 porque maneja un buen precio de producto y también en las inversiones haciendo que sea más accesible el producto, generando más clientes.”

De igual manera los estudiantes en su totalidad explican correctamente sus respuestas, y se logra evidenciar un importante componente argumentativo, que puede ser resultado de los aportes de las sesiones de capacitación.

Por otra parte, se realiza una nueva pregunta relacionada con la interpretación de gráficos en la actividad 8 (ver anexo 8), donde se planteó la siguiente situación: Dos poblaciones de mosquitos de una misma especie se someten a condiciones especiales en un laboratorio, para conocer acerca de su reproducción, y para ello evitar su propagación, puesto que son transmisores de enfermedades. Se inicia con 40 individuos en cada grupo, y se observa que las dos poblaciones muestran un comportamiento exponencial distinto como se puede apreciar en la gráfica. De acuerdo con esto responda:

Pregunta 1 (P1): ¿Cuál es el número de mosquitos en las poblaciones 1 y 2 pasados 30 días aproximadamente?

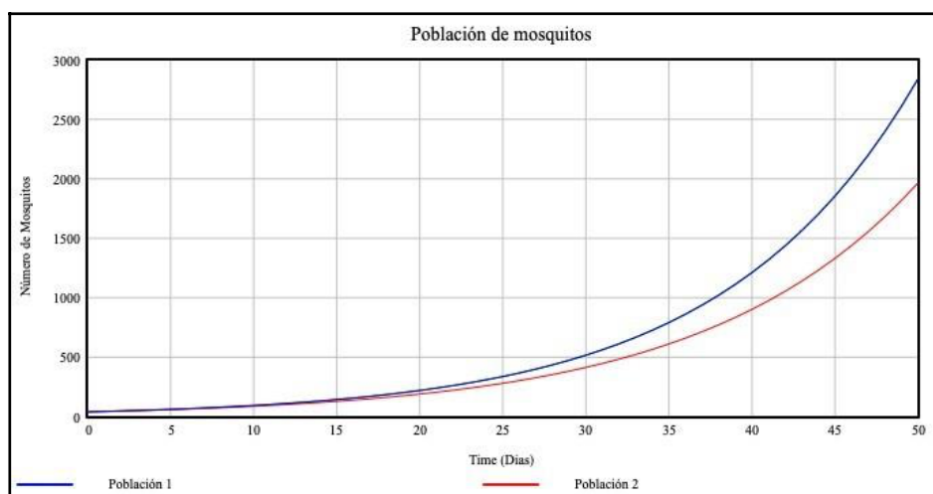
Pregunta 2 (P2): ¿Cuál es la diferencia aproximada en el número de mosquitos de las poblaciones 1 y 2 cuando han pasado 50 días?

Pregunta 3 (P3): ¿Cuántos días transcurren para que el número de mosquitos superen los 1000 individuos en ambas poblaciones?

El gráfico presentado corresponde a dos funciones exponenciales como se muestra a continuación en la figura 36.

Figura 36:

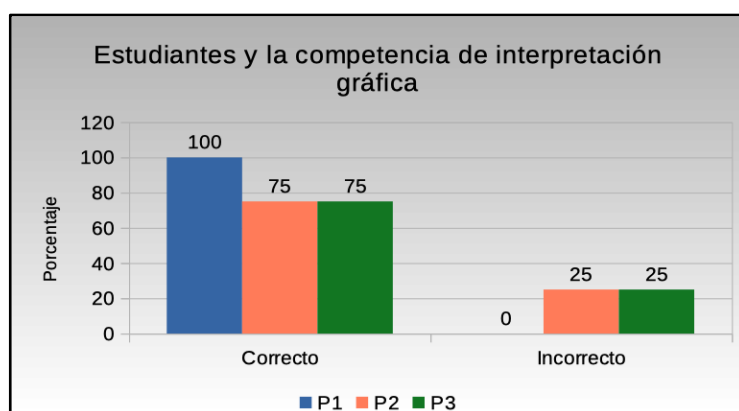
Gráficas de funciones exponenciales en contexto



Los estudiantes lograron en un alto porcentaje responder correctamente a las preguntas solicitadas como se muestra en el siguiente gráfico, tal como se observa en la Figura 37.

Figura 37

Diagrama de barras de preguntas en contextos.



De esta manera la pregunta 1 fue respondida correctamente en un 100% y las otras dos alcanzaron el 75% de respuestas correctas.

- **Identificación de variables en contexto**

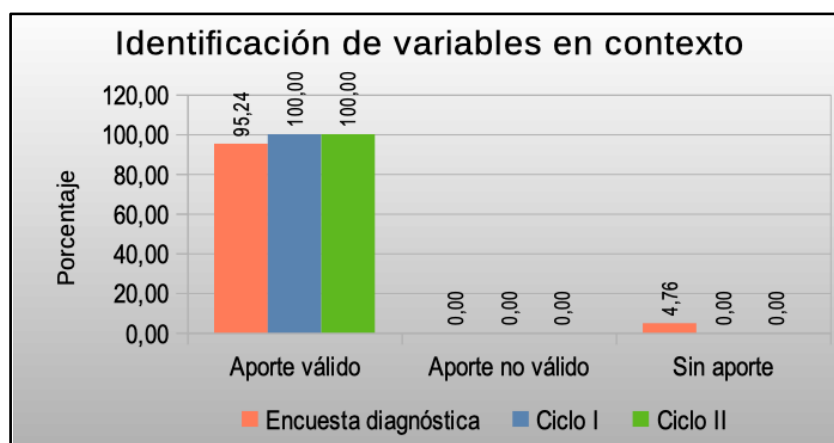
Identificar las diferentes variables que afectan un fenómeno, ya sean estas dadas explícitamente o de forma implícita, permite encontrar explicaciones científicas de una forma más íntegra y completa acerca del comportamiento de un fenómeno. Esto a su vez, enriquece la estructura mental del estudiante permitiéndole establecer relaciones de las diversas variables y así fomentar el pensamiento complejo.

Para poder medir esta variable, las preguntas tenían un enfoque que motivara la generación de aportes por parte del estudiante. Dichos aportes se dividieron en dos categorías; los *aportes válidos*, que son aquellos, que responden satisfactoriamente a la situación planteada y los *aportes no válidos* que son los que no tienen una validez frente a la situación presentada. Además de las opciones mencionadas, puede pasar que los estudiantes no respondan a la pregunta, y por tanto se deja esta opción como posibilidad.

Figura 38:

Comparación porcentual entre ciclos de investigación y de aportes por parte de los estudiantes en cuanto a la identificación de variables en contexto

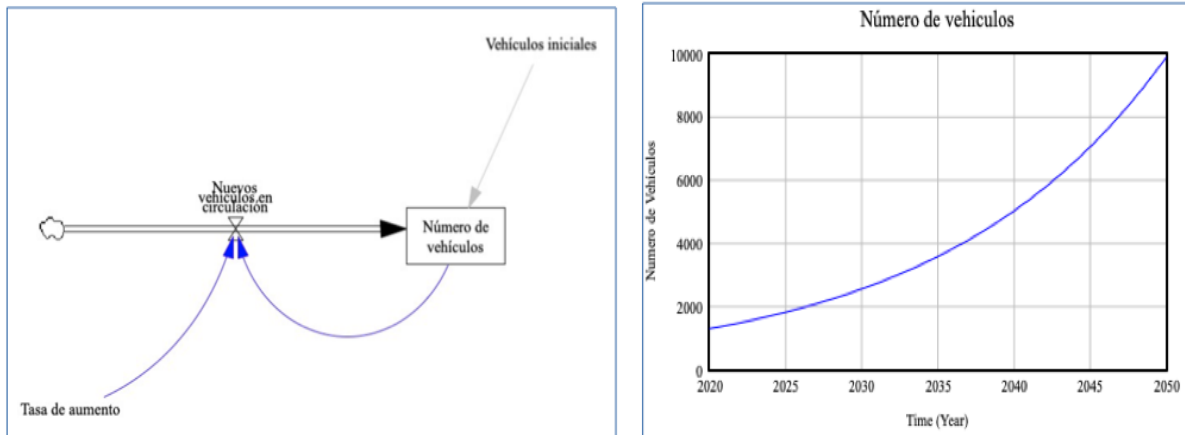
Identificación de variables en contexto	Número de respuestas		
	Encuesta diagnóstica	Ciclo I	Ciclo II
Aporte válido	20	12	8
Aporte no válido	0	0	0
Sin aporte	1	0	0
Total	21	12	8



Como se puede apreciar en la Figura 38, los estudiantes tienen esta competencia bastante desarrollada, ya que en la encuesta diagnóstica se logra un alto porcentaje de acierto en sus aportes. De igual forma, en la medida en que se avanza en la investigación los estudiantes logran mejorar esta competencia. Además, un dato que salta a la vista es que los aportes no válidos suman cero, es decir, todos los aportes que hicieron los estudiantes, incluso antes del proceso de investigación, tienen total validez. Veamos a continuación (ver figura 39) un ejemplo, donde se presenta un modelo y la simulación con relación al número de vehículos que circula por una ciudad.

Figura 39:

Diagrama de flujos y niveles y simulación del número de vehículos en una ciudad



En este modelo en particular se pregunta a los estudiantes *¿qué tipo de problemas sociales o ambientales pueden producir el aumento significativo del número de vehículos?* Los estudiantes realizaron aportes como los siguientes:

“Más accidentes en la carretera, más aire contaminado, más estrés, se gasta más gasolina, es más el ruido en las calles”

“se pueden generar demasiados trancones y como problema ambiental la contaminación”

“Debilitamiento de la capa de ozono”

Todos los aportes son válidos, y los estudiantes demuestran que es posible identificar variables que no se muestran en el modelo o la simulación, es decir, se va más allá de lo visual, y se analiza el fenómeno de estudio de una forma mucho más amplia, es decir, se contextualizan mucho más los problemas planteados. Esto promueve la búsqueda de soluciones teniendo en

cuenta muchas más variables, permitiendo que estas respondan satisfactoriamente a la solución deseada.

- **Competencia propositiva**

Una de las competencias más importantes que debe promoverse en las instituciones educativas tiene que ver con la capacidad que tiene el estudiante de proponer soluciones factibles ante diversas situaciones o problemas de su contexto. Es una de las competencias que permite que el estudiante logre integrar una gran cantidad de conocimiento, estableciendo relaciones permitiéndole crear escenarios diversos y posibles cambios futuros con acciones del presente.

Figura 40:

Tabla y gráfica que muestra la competencia propositiva en estudiantes de acuerdo con el ciclo de Investigación

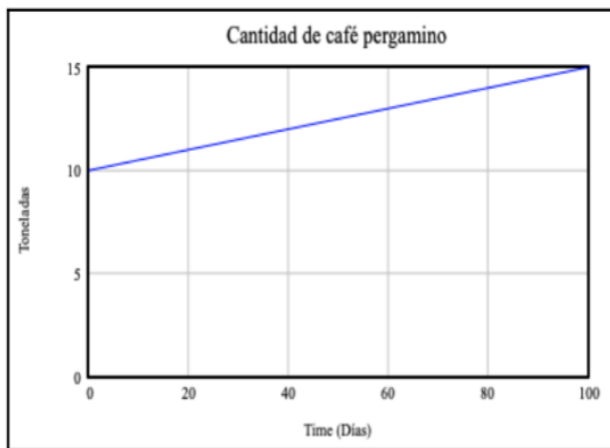
Competencia propositiva	Número de respuestas		
	Encuesta diagnóstica	Ciclo I	Ciclo II
Aporte válido	3	11	8
Aporte no válido	3	1	0
Sin aporte	1	0	0
Total	7	12	8

De esta manera se pudo comprobar un progreso significativo como se aprecia en la figura 40, donde se pusieron a consideración diversos contextos con problemáticas concretas, y los estudiantes desde su conocimiento lograron aportar soluciones válidas, que en una situación real pueden ser consideradas o analizadas para resolver el problema.

Para mostrar un ejemplo de las propuestas hechas por los estudiantes, se plantea la siguiente situación:

Figura 41:

Simulación y planteamiento de soluciones a problemas en contexto



La siguiente gráfica muestra la cantidad en toneladas de café pergamino (café seco) que almacena una tostadora en sus bodegas durante un intervalo de tiempo de 100 días.

Si la tostadora tiene capacidad máxima para almacenar hasta quince (15) toneladas en sus bodegas. Teniendo en cuenta el comportamiento observado en la gráfica que recomendaciones daría usted a la gerencia de la tostadora después del día 100 ?

La idea es que los estudiantes aporten soluciones que puedan dar solución al problema.

Estas fueron sus propuestas:

“Está ingresando demasiado café y no está saliendo. Está ingresando más de lo que sale.

Deben crear nuevas cosas o proyectos para que el café salga, como bajarle el precio, crear nuevas rutas de ventas”

“Se puede bajar el precio o dejar de tostar café. Si se vende más la bodega se desocupa.

Se debe bajar el precio. Es mejor”

“Haciendo que se venda más el café para que no se llegue a acumular”

“Exportar los productos u ofertarlos”

“Alquilar otra bodega para que quepa todo el café”

Es evidente que los aportes son totalmente válidos, aunque unos son más factibles que otros, es posible que puedan ser tenidos en cuenta para resolver el problema.

Finalmente se muestra a manera de resumen en la figura 42 los resultados alcanzados respecto a cada una de las competencias mencionadas anteriormente, comparando el porcentaje de las respuestas correctas de la encuesta diagnóstica con los obtenidos en el ciclo II de la investigación.

Figura 42:

Competencias alcanzadas por parte de los estudiantes respecto a la encuesta diagnóstica



Con esto se da por terminado el análisis cuantitativo de los datos, y seguidamente se presenta la fase de cierre y discusión.

5.3 Fase de cierre y discusión

Respecto a los elementos analizados en el proceso de investigación aportados por los estudiantes, se puede evidenciar una aceptación al proceso de integración de la dinámica de sistemas en el área de matemáticas, lo que propició un aprendizaje significativo. De igual manera el cambio en la metodología del docente integrando herramientas de modelado y simulación abre un nuevo espectro de posibilidades en la búsqueda de contextos significativos para el aprendizaje del conocimiento científico (Romero, M 2014, p 103).

Con la integración de la dinámica de sistemas se pretendió que los estudiantes indagaran acerca de fenómenos sociales, ambientales, económicos, entre otros. Así, se buscaba conectar tales fenómenos al aprendizaje de funciones reales y sus gráficas, haciéndolas mucho más significativas, puesto que es fundamental que los estudiantes tengan la oportunidad de explorar, reunir información y crear unidad fuera de las experiencias educativas (Forrester, J, 1992). Es decir, motivar el establecimiento de relaciones entre diversos campos del conocimiento y las matemáticas. Citando al mismo autor *“la dinámica de sistemas ofrece un marco para dar cohesión, significado y motivación en todos los niveles”* (Forrester, J 1992).

Es importante aclarar que al integrar los lenguajes de la dinámica de sistemas en el proceso de aprendizaje de las funciones reales no se pretendió hacer énfasis en procesos matemáticos de tipo operacional o memorístico, que normalmente se abordan con entes abstractos (variables x o y). Por el contrario, se buscó aportar en procesos de construcción y reconstrucción de conocimientos basado en el contexto, y en la búsqueda de explicaciones científicas (Andrade et al, 2014). Esto facilitó la comunicación y motivó a los estudiantes, puesto que podían opinar acerca

de fenómenos sociales, integrando funciones reales, mientras se indagaba y por supuesto se analizaba el comportamiento dinámico utilizando el software Evolución o Vensim PLE.

En contraste con lo anterior, en cuanto al uso de la tecnología en los entornos educativos, además de la motivación, Roumieu (2014) considera que *“de este modo se enriquece la experiencia del proceso enseñanza-aprendizaje, favoreciendo tanto el desarrollo de los contenidos curriculares, como la apreciación de la matemática como una ciencia útil y cercana”*. Esta posición exige que dicha integración debe ser en un contexto que sea significativo para el estudiante, permitiendo que muchos de los conceptos abstractos, muy frecuentes en el área de matemáticas, cobren un verdadero significado y motive su aprendizaje.

Por otra parte, los resultados obtenidos luego del análisis de los datos muestran que efectivamente el uso apropiado de las TIC puede aportar positiva y significativamente en la percepción que tienen los estudiantes acerca de un campo del conocimiento en particular. Además de ello mejora los aprendizajes, ya que se diseñaron instrumentos que apoyados con el recurso tecnológico (software) donde se priorizó el análisis de problemas contextualizados y no en cálculos o procesos, que muchas veces sin la debida motivación poco aportan a la construcción significativa de conocimiento. Esto coincide con lo propuesto por Romero (2014) quien considera que actualmente existen numerosas herramientas tecnológicas que han permitido agilizar los procesos de adquisición de información, automatizando tediosas rutinas mecánicas de cuestionable valor didáctico.

Por su parte Roumieu (2014) considera que la utilización de las TIC en la enseñanza de la matemática propicia un ambiente de descubrimiento y reflexión, una nueva manera de aprender, de innovar y de crear nuevos conocimientos. De acuerdo estas dos posturas, puede observarse que

efectivamente los estudiantes consideraron el proceso de investigación como algo innovador para ellos, y por ende motivante. Lo anterior debido a que el uso del software permitió explorar nuevas formas de abordar fenómenos del contexto, logrando de esta manera incluir algunos elementos propios del campo de las matemáticas.

Sin embargo, hay desafíos que resolver, como es el problema de la conectividad y la falta de equipos de cómputo en los hogares, puesto que debido a esto muchos estudiantes no lograron asistir a las sesiones virtuales, ni manipular el software Evolución o Vensim PLE. De hecho, una herramienta tan importante hoy en día en materia educativa como es el computador y la conexión a internet debe ser una prioridad, tanto en instituciones educativas como en los hogares; ya que su uso en la educación y sus incontables herramientas, propician el acceso y la creación de actividades y nuevas metodologías de aprendizaje en todos los campos del conocimiento (Palacio Puerta, M. y Cabrera Peña, K. I. 2017).

Además de lo anterior, las TIC permiten establecer dinámicas de realimentación que pueden apoyar los procesos educativos que se imparten en la escuela. Sumado a esto, cada estudiante establece su ritmo de aprendizaje de acuerdo con sus fortalezas, lo cual es de suma importancia, contribuyendo así a la mejora en la consecución de una escuela más democrática.

Finalmente hay que decir que el desarrollo de las actividades presentadas anteriormente ha permitido reflexionar sobre el trabajo y algunas experiencias que permiten hacer importantes apreciaciones que pueden aportar a su aplicación en las aulas. Para ello se han identificado algunas reflexiones desde la experiencia, para los estudiantes, docentes, para la experiencia y la propuesta. A continuación, detallaremos cada una de estas:

Estudiantes: la participación activa de los estudiantes en las aulas fortalece los procesos en la educación, ya que de esta manera hay comunicación directa sobre la percepción que tienen ellos del “mundo” en que viven o de su realidad, y el poder asociar este mundo o realidad subjetiva de los estudiantes es la apuesta por la cual esta propuesta pretende diferenciar su accionar. Significa entonces amplificar la orientación a un mayor número de temas de manera transversal y lograr de antemano la aceptación de una disciplina como las matemáticas, cuya orientación se ha caracterizado por un enfoque bastante alejado de la realidad.

Es por ello que los estudiantes al brindarles un papel más participativo en las clases nutren su consciencia sobre la realidad local, regional o global, sentando posiciones más críticas y desde luego mucho más fundamentadas, haciendo más significativo el aprendizaje de los contenidos del currículo del área de matemáticas.

Docentes: respecto a la experiencia lograda en el desarrollo, los instrumentos diseñados permitieron identificar algunas dificultades en los procesos de enseñanza en el área de matemáticas, como es la escasa motivación por parte de los docentes, además de la poca transformación de la práctica en cuanto a estrategias más innovadoras, que acerquen a los estudiantes a la asignatura de manera más natural.

Orientaciones de la experiencia: la apropiación de contenidos y la generación de conocimiento en contexto es uno de los resultados más importantes de la experiencia, dado que una fuerte conexión entre los problemas de la vida real con los contenidos curriculares desarrollados en las aulas mejora significativamente el aprendizaje y como valor agregado se genera una cosmovisión mucho más cercana a los problemas reales.

Es por ello que una buena orientación y motivación por parte de los docentes, con un enfoque distinto a la tradicional mejora notablemente el interés por el aprendizaje de los temas que la escuela ha presentado de manera desarticulada históricamente. Esto es, presentar una alternativa distinta para acceder a un conocimiento interrelacionado y dependiente, ofreciendo al estudiante nuevas formas de acercamiento y por supuesto un nuevo paradigma basado en la formulación constante de interrogantes o cuestionamientos sobre cómo funcionan o como suceden los fenómenos sociales de su entorno y desde luego como se transforman.

Propuesta: la propuesta presenta un enfoque distinto al tradicional, y esto hace que se dinamicen procesos de cambios en las escuelas, ya que con este enfoque las clases hacen de la enseñanza un ejercicio de intercambio de experiencias y saberes, donde el docente deja de ser el protagonista central de las clases y pasa a ser un facilitador para que los estudiantes propongan, cuestionen o indaguen sobre los problemas planteados. Además de ello son los estudiantes quienes hacen en mayor medida los aportes y además por su propia cuenta comprobar sus resultados utilizando para ello los modelos y las simulaciones.

De esta manera la propuesta aporta en la construcción de conocimiento, mediante el descubrimiento, la indagación sobre fenómenos del contexto social de los estudiantes, mejorando significativamente el desarrollo de las actividades escolares, especialmente en el área de matemáticas.

6 Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones del desarrollo de este trabajo de maestría. En primer lugar, se presentan los principales hallazgos, para luego presentar las recomendaciones

tanto para la propuesta para la educación como para la experiencia que permite su puesta en marcha. De igual forma, se presentan recomendaciones para los docentes, los estudiantes y el docente investigador como miembros activos de la propuesta y la experiencia planteada. Luego se exponen las principales dificultades encontradas que surtieron efecto durante el proceso de investigación, y finalmente el trabajo futuro que puede derivarse de esta investigación.

6.1 Principales hallazgos

En el marco general del proyecto de investigación, se pretendió mejorar una de las problemáticas más importantes en la orientación del área de matemáticas. Dicha problemática está relacionada con la enseñanza de las funciones reales, las cuales normalmente no se abordan de manera suficientemente significativa, dificultando así su aprendizaje, y lo que se logra aprender, no se puede asociar con el medio social o contexto en que vive el estudiante.

Para lograr el propósito mencionado anteriormente, se presentó una propuesta para la educación basada en el pensamiento dinámico sistémico que promueve un ambiente de aprendizaje interdisciplinario, donde se abordaron temáticas de diversas disciplinas relacionadas con la cotidianidad de los estudiantes. Dicho enfoque permitió analizar y reflexionar sobre comportamientos de ciertos fenómenos que fueron modelados y posteriormente simulados con software especializado mediante los lenguajes de la dinámica de sistemas en el contexto de actividades de clase con los estudiantes. Así, se logró que las clases se convirtieran en espacios de generación de conocimiento orientados por una búsqueda permanente de explicaciones científicas

acerca de los fenómenos estudiados. En este contexto, se presentan a continuación los principales hallazgos de este trabajo.

- El uso de modelos con dinámica de sistemas facilitó notablemente en los estudiantes la formulación permanente de preguntas del tipo “¿qué pasaría si? bajo un contexto de explicación científica. Esto les permitió indagar sobre situaciones del presente como el producto o resultado de diversas causas subyacentes vinculadas entre sí. Análogamente los estudiantes indagaron y reflexionaron sobre situaciones futuras como posibles resultados de las condiciones actuales, esto es, facilitó la generación de hipótesis basado en observaciones más profundas sobre los problemas planteados. Esto a su vez permitió fortalecer la noción de cambio y así se amplió la visión tradicional, y a la vez abstracta, de representaciones matemáticas en el eje “x” y “y” muy usual en la enseñanza actual de las funciones reales.
- El uso de los softwares Evolución y Vensim PLE apoyaron notablemente el proceso educativo. Ya que, al trabajar con elementos visuales, como los diagramas de flujos y niveles o diagramas causales, así como simulaciones, los estudiantes lograron mejorar su visión respecto a la integración de conocimiento asociado a las funciones reales promoviendo su aprendizaje en contextos muchos más enriquecidos. De esta forma, los lenguajes ofrecidos por dichos softwares especializados se convirtieron en herramientas mediadoras entre el lenguaje formal de las matemáticas y el lenguaje natural de los estudiantes.

- Es posible lograr una integración entre disciplinas que fomenten la interdisciplinariedad y el pensamiento complejo mediante los lenguajes de la dinámica de sistemas. Lo anterior gracias al hecho que los diferentes lenguajes de la dinámica de sistemas permiten la inclusión de conocimientos provenientes de diferentes disciplinas y facilita la conexión entre estas, lo cual escasamente se hace en las clases de matemáticas habituales, dado que su enseñanza se ha enfocado en procesos formales en un lenguaje netamente matemático para matemáticos.
- Se logró una mejora significativa con relación a las competencias correspondientes al análisis gráfico y la competencia propositiva, donde los estudiantes comprendieron con base a situaciones del contexto o simulaciones de diversos modelos la relación existente entre variables, su incidencia en los gráficos, es decir, en el comportamiento dinámico de los mismos, así como el planteamiento por parte de los estudiantes de propuestas de solución a diversos problemas. Es decir, la dinámica de sistemas funcionó como un mediador entre los fenómenos estudiados, las matemáticas, y el conocimiento que los estudiantes adquirirían de dichos fenómenos en la medida que reforzaban el análisis gráfico y la competencia propositiva mediante el uso de modelos de simulación.
- Respecto a la identificación de variables en diversos contextos hay que decir que es una competencia en la cual los estudiantes demostraron comprender en un alto grado, pero que actualmente no se está explotando de la mejor manera en las clases de matemáticas. Estos aportes respecto a situaciones del contexto pueden mejorar la conexión matemáticas - contexto y de esta manera hacer matemáticas más significativas, enriqueciendo la visión

de los estudiantes y que les genere a la vez una visión mucho más holista del mundo en que vivimos.

- El uso de los lenguajes de la dinámica de sistemas, junto con los softwares de modelado y simulación permitieron identificar las posibles causas subyacentes a los gráficos observados en la representación tradicional x y y , logrando de esta manera una fundamentación y comprensión más completa de los fenómenos estudiados.
- Se logró generar un ambiente de participación activa en las clases o sesiones virtuales, donde el contexto jugó un papel preponderante teniendo en cuenta los preconceptos o conocimiento previo de los estudiantes. De esta manera se logró mantener una construcción conjunta docente - estudiante conectando nuevo conocimiento con las ideas preconcebidas y de esta manera se enriquecieron las sesiones.
- Finalmente, lo que se pretende es que los estudiantes de grado noveno adquieran un aprendizaje de las funciones reales, no desde un enfoque operacional (procesos abstractos) o memorístico (aprendizaje de conceptos), sino desde un punto de vista más amplio y significativo, que motive la curiosidad y la participación en las clases sobre sus percepciones al ver gráficos con problemas de la realidad que aporten eficazmente a la construcción de conocimiento en contexto.

6.2 Recomendaciones para la propuesta

Basado en los principales hallazgos y resultados, a continuación, se presenta una serie de recomendaciones para mejorar la propuesta educativa.

- Dado que nuestra propuesta pretende evitar el uso de formalismos propios de las matemáticas, como es el uso de fórmulas, es posible que se pueda enfocar el trabajo hacia una relación más profunda entre los modelos con DS y las expresiones matemáticas o modelos matemáticos. Esto permitiría hacer más visibles las expresiones formales de las matemáticas junto con los lenguajes de la dinámica de sistemas, y poder establecer relaciones mucho más cercanas entre estos tipos de representación.
- Definir diferentes tipos de usuarios que los estudiantes pueden tener respecto a su nivel de conocimiento en cuanto a los modelos con dinámica de sistemas, como pueden ser aquellos que logran leer gráficas de simulación; otros que puedan leer modelos causales o diagramas de flujos y niveles; finalmente, otros más avanzados que puedan crear sus propios modelos. Dichos tipos de usuarios pueden orientar el diseño de actividades que se ajusten a las capacidades de los estudiantes vinculados a cada tipo de usuario.
- Proponer de manera conjunta entre directivos y docentes de diversas áreas o disciplinas la integración del pensamiento dinámico sistémico en dichas áreas para que de esta manera se logre, con el aporte de los docentes, promover la interdisciplinariedad como una política institucional. Es decir, con un esfuerzo institucional, asumir la dinámica de sistemas como un elemento para fomentar propuestas educativas apoyadas en la interdisciplinariedad proveída por la diversidad de asignaturas.

6.3 Recomendaciones para la experiencia

Con base en los resultados obtenidos, y de los logros alcanzados durante el proceso de intervención, se presentan a continuación las siguientes recomendaciones para la experiencia.

- Formar estudiantes que sean capaces de proponer y desarrollar sus propios modelos de manera progresiva, desde los más sencillos hasta algunos de mayor complejidad.
- Ampliar aún más el abanico de temáticas para analizar comportamientos dinámicos, relacionando aún más campos del conocimiento con las funciones reales mediante el pensamiento dinámico sistémico.
- Propiciar espacios suficientes de capacitación para el correcto manejo de las herramientas tecnológicas utilizadas por parte de los estudiantes, como el correcto uso de los softwares, ya que la falencia en el uso de estos dificulta el normal desarrollo de las sesiones de capacitación.

6.4 Recomendaciones para los docentes

Respecto a la labor docente en el proceso de investigación, se presentan a continuación las siguientes recomendaciones:

- Promover más en el área de matemáticas la transversalidad de áreas con docentes de otras asignaturas, como una forma de motivar el aprendizaje de contenidos en contextos diversos y enriquecidos.
- Ser docentes cada vez más reflexivos y críticos de su propia labor que permita la mejora continua de su práctica en las aulas de clase.

- Docentes que sean abiertos al cambio y a las transformaciones sociales y tecnológicas que permean directa o indirectamente el campo educativo a tal punto que es una necesidad su integración en los currículos escolares.

6.5 Recomendaciones para los estudiantes

Con relación al quehacer del estudiante, como eje central del proceso educativo, y por supuesto de este proyecto de maestría, se recomienda lo siguiente:

- Establecer espacios de diálogo con docentes sugiriendo de manera concertada y respetuosamente cambios o alternativas en el abordaje de los contenidos curriculares.
- Tener una visión crítica sobre su entorno, formulando interrogantes permanentemente sobre este. Un participante activo en los procesos educativos, que lo apoyen en la comprensión de su contexto local, regional o global.
- Ser un estudiante interesado por la formación permanente, motivado a estar aprendiendo constantemente, no solo en los espacios escolares, sino fuera de estos, donde el conocimiento trasciende y se hace significativo.

6.6 Recomendaciones para el docente investigador

El docente visto como investigador del proceso educativo y que, mediante la reflexión autocrítica de su labor, propendiendo por la mejora de los procesos educativos se presentan las siguientes recomendaciones:

- Ser un docente propositivo, sin temor a hacer las cosas distintas, promoviendo cambios significativos en los entornos escolares que transformen la manera en que se concibe la escuela, y permanezcan en la inacabable búsqueda de mejorar su labor docente.
- Un investigador que promueva el pensamiento dinámico sistémico como una forma de abordar problemas educativos que permitan generar propuestas alternativas que dinamicen las prácticas en las escuelas.
- Ser un docente investigador que dedique el tiempo suficiente a la exploración y apropiación de los diversos recursos que proveen las TIC para su aprovechamiento óptimo en el escenario educativo, diversificando los ambientes escolares en pro de la mejora en la educación.

6.7 Dificultades encontradas

- El desarrollo de algunos modelos con el software era bastante intuitivo, sin embargo, al momento de relacionar las variables mediante expresiones matemáticas (lenguaje de las ecuaciones), se requirió de más tiempo, y a los estudiantes les resultó un poco más difícil de asimilar.
- Hizo falta un mayor acercamiento al software de modelado y simulación para comprender mejor su manejo y desde luego para que la experiencia fuera mucho más eficaz o significativa para el estudiante.
- Para la elaboración de algunos modelos con dinámica de sistemas que simularan funciones cuadráticas se debió explorar bastante con el software, dado que este tipo de modelos no

es muy común en la literatura, a diferencia de modelos con funciones exponenciales o lineales.

6.8 Trabajo futuro

El trabajo de investigación permitió identificar importantes desafíos que pueden ser afrontados con el fin de mejorar los procesos académicos en las instituciones educativas del país. A continuación, se presentan líneas de trabajo futuro que pueden ser investigados con mayor profundidad a partir de los resultados alcanzados en este trabajo de maestría. Entre estos se resaltan las siguientes líneas de trabajo futuro:

- El presente trabajo de maestría centró sus esfuerzos por lograr un aprendizaje significativo de las funciones reales en contextos diversos, mediante los lenguajes de la dinámica de sistemas, promoviendo procesos de integración de conocimiento desde el área de matemáticas, sin adentrarse en procesos formales de las matemáticas, como es el uso de fórmulas propias de la disciplina. De esta manera es posible establecer como trabajo futuro, una propuesta que permita acercar el modelado matemático (uso de fórmulas matemáticas) con los modelos de la dinámica de sistemas, haciendo explícito su relacionamiento.
- La propuesta educativa presentada en este proyecto de maestría pretende convertirse en una alternativa para promover el aprendizaje significativo de las funciones reales en el contexto de las TIC; sin embargo, podría hacerse un estudio sobre el grado de aceptación

que pueden tener docentes del área de matemáticas respecto a la integración del pensamiento dinámico sistémico y de la dinámica de sistemas en sus clases, con el propósito de poder dar una mirada más amplia y crítica de la propuesta para su posible integración en los planes de estudio en instituciones educativas. Tal estudio a su vez abriría la puerta a hacer ajustes a la propuesta y experiencia planteadas en este trabajo de maestría para incluir la diversidad de ideas obtenidas de diferentes docentes.

- Dada la abundante oferta de herramientas especializadas en procesos de simulación o graficación de funciones, y la facilidad para acceder a la mayoría de estos, se puede emprender un proyecto de investigación donde pueda hacer un comparativo o contraste con las herramientas disponibles que utilizan los lenguajes de la dinámica de sistemas, donde se resalten sus bondades o falencias, todo ello, desde el punto de vista de docentes del área de matemáticas y estudiantes. Dicha comparación puede orientar la selección de recursos software dependiendo de las particularidades de los contextos educativos donde se deseen usar; por ejemplo, nivel de conocimiento de los estudiantes en matemáticas, grado de experticia de los docentes en el uso de los softwares entre otros.
- Bajo una visión sistémica de la escuela donde confluyen diversas variables (ej. economía, sociedad, medio ambiente, política) las cuales afectan las dinámicas escolares, pueden promoverse trabajos de investigación interdisciplinarios con modelado y simulación que expliquen comportamientos sociales que afectan los procesos educativos, y que estos puedan ser incluidos en los currículos escolares, no solo en el área de matemáticas, sino

que pueda integrarse en todas las áreas. Esto permite dar a conocer mejor el contexto de la escuela a los estudiantes y maestros sobre sus problemas, o fortalezas para promover cambios significativos en los entornos escolares mediante el pensamiento dinámico sistémico.

Referencia Bibliográfica

- Andrade, H., Navas, X., Maestre, G., & López, G. (2014), *El modelado y la Simulación en la Escuela*. Bucaramanga: Editorial Universidad Industrial de Santander.
- Andrade, H. y Gómez, L. (2009), *Tecnología Informática en la Escuela*. Bucaramanga: Editorial Universidad Industrial de Santander
- Andrade, H., Dyner, I., Espinosa, A., López, H., & Sotaquirá, R. (2001). Pensamiento sistémico: diversidad en búsqueda de unidad. *Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander*.
- Acero, J. A. P. (2016). Diseño de proyectos educativos mediados por TIC: un marco de referencia. *Opción*, 32(10), 479-499.
- Acuña, C. (2001). Concepciones en graficación, el orden entre las coordenadas de los puntos del plano cartesiano. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa RELIME*, 4(3), 203-217.
- Angarita, C. (2018). *Geogebra: Herramienta interactiva para el desarrollo del razonamiento matemático en estudiantes de grado sexto del colegio San Carlos municipio de San Gil*. Universidad Industrial de Santander
- Angulo, M., & Viscarra, R. (2012). *Diseño e implementación de una propuesta pedagógica para la enseñanza de funciones exponenciales y logarítmicas* (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría inédita. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 18 de diciembre de 2017 de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24830>).

- Arroyo, O. M. M., & Ramírez, B. A. V. (2012). Diseño y validación de Objetos de Aprendizaje realizados en GeoGebra para el aprendizaje de funciones reales en Matemáticas. *Avances: Investigación en Ingeniería*, 9(1), 102-110.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10.
- Bunge, M. (2014). Big questions come in bundles, hence they should be tackled systemically. *International Journal of Health Services*, 44(4), 835-844.
- Bunge, M. (2002). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. Siglo XXI.
- Cruz, T. (2003). Sistemas. *Métodos e Processos: Administrando Organizações por meio de Processos de Negócios*, 1.
- del Pilar Díaz-Bazo, C. (2017). La investigación-acción en la educación básica en Iberoamérica. Una revisión de la literatura. *MAGIS. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 10(20), 159-182.
- Fisher, D. M. (2000). System dynamics models created by high school students. In *18th International System Dynamics Society Conference, Bergen Norway*.
- Garijo-Alonso, L. (2014). Enseñanza de funciones y gráficas en 1º Bachillerato basado en el uso de GeoGebra.
- Gil Suárez, A. (2014). Diseño e Implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza de las funciones trigonométricas en los números reales para grado décimo mediante la modelación matemática y las TIC: Estudio de caso en el grupo 10º B de la Institución

Educativa Montecarlo-Guillermo Gaviria Correa, del municipio de Medellín.

Gómez, B. R. (2009). Investigación de aula: formas y actores. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(53), 103-112.

HITT, F. (1996). “*Investigaciones en Matemática Educativa*”. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Latorre, A. (2005). *La Investigación Acción. Conocer y Cambiar la Práctica Educativa*. Barcelona: Editorial Graó.

LaVigne A., and L. Stuntz, 2016. “Model Mysteries An Exploration of Vampires, Zombies and Other Fantastic Scenarios to Make the World a Better Place”. *Creative Learning Exchange*.

Lopez, E. J., Cámara, M. L., Mendivil, M. H. C., Valdez, L. O. A., & Valdez, H. K. A. (2013, August). Desarrollo de un objeto de aprendizaje para la enseñanza de las matemáticas: el caso de las funciones. In *the Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology “Innovation in Engineering, Technology and Education for Competitiveness and Prosperity”*.

Martínez Castro, M. L., & Gritti García, A. L. (2013). Herramientas TIC: Medios electrónicos en la práctica docente de FIM.

Maturana, H. (2020). *La objetividad, un argumento para obligar*. Paidós Chile.

- Megía, R. (2018), *Geogebra como método de enseñanza y aprendizaje de las funciones de variable real a estudiantes del grado 10-2 del colegio San Carlos del municipio de San Gil*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander
- Ministerio de Educación Nacional (2013). *Competencias TIC para el Desarrollo Profesional Docente*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Moreira, M. A. (2012). ¿ Al final, qué es aprendizaje significativo?.
- NISIS, S. (1997). Formación humana y capacitación. *Santiago de Chile. Dolmen*.
- Niss, M. Blum, W & Galbraigh, P. (2007). *Modelling and Application in Mathematics Education*. New York: Springer.
- Pagès, J. (2007). La enseñanza de las ciencias sociales y la educación para la ciudadanía en España. *Didáctica geográfica*, (9), 205-214.
- Pico, M. y Valencia, D. (2014). *Actitudes de los docentes frente al conocimiento y aplicación de las tecnología de la información y la comunicación (TIC) en el aula de clase*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander
- Quintero Poveda, A. L., Timote, N., Augusto, J., & Moreno Corredor, J. J. (2013). Diseño e implementación de un ambiente virtual de aprendizaje que fomente la aplicación de funciones reales en la solución de situaciones problema en estudiantes de grado once del colegio Jose Maria cordoba.
- Rodriguez, G. y Díaz, E. (2008), *El uso de Geogebra como herramienta dinámica para el análisis de funciones cuadráticas en estudiantes de grado undécimo*, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander

- Real Pérez, M. (2013). Las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Materiales para el desarrollo curricular de matemáticas de tercero de ESO por competencias*, 8.
- Roumieu, S. M. (2014). La importancia de las funciones en la formulación de modelos matemáticos utilizando tecnología: implementación del modelo 1 a 1. *Buenos Aires, Argentina*.
- Sánchez, A. (2015). Estrategias para el aprendizaje de las funciones reales con la plataforma moodle. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 12 (2), 41-54
- Sánchez Ilabaca, J. (2000). Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para la Construcción del Aprender. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Sánchez, G., & Alberto, C. (2012). *Propuesta didáctica para lograr aprendizaje significativo del concepto de función mediante la modelación y la simulación* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín).
- Spivak, M. (2014) *Calculus* 3a ed. - Barcelona : Reverté, 2012, 2014.
- Suárez, F. M. (1989). Problemas sociales y problemas de programas sociales masivos.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación* (Vol. 1). Barcelona: Paidós.
- Valencia Carmona, S. *Proyecto de aula que contribuya a la enseñanza de las funciones reales a partir de situaciones problema y el uso de TIC* (Doctoral dissertation, Universidad

Nacional de Colombia-Sede Medellín).

Viscarra León, R. B., & Angulo Luna, M. Á. (2012). *Diseño e implementación de una propuesta pedagógica para la enseñanza de funciones exponenciales y logarítmicas*(Bachelor's thesis).

Apéndices

Apéndice A: Modelo de consentimiento informado a padres de estudiantes

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA LA EDUCACIÓN



Universidad
Industrial de
Santander

CONSENTIMIENTO INFORMADO PADRES O ACUDIENTES DE ESTUDIANTES QUE PARTICIPARÁN DE LA INVESTIGACIÓN

Yo Lidia Yohana Pérez Centeno, mayor de edad, (☒) madre, (☐) padre, (☐) acudiente o (☐) representante legal del estudiante PERDOMO CENTENO de 15 años de edad he (hemos) sido informado (s) sobre la participación del estudiante en la investigación del docente **EDWIN ALFONSO PERDOMO CENTENO**, bajo la dirección del **MG. JUAN SEBASTIAN ANGARITA ZAPATA** acerca de la grabación de videos de las practicas educativas, las cuales se requieren para que el docente realice su proyecto de investigación relacionado con el modelado y simulación de problemas sociales usando la dinámica de sistemas para el aprendizaje significativo de funciones reales.

Luego de haber sido informado(s) sobre las condiciones de la participación de mi (nuestro) hijo(a) en la grabación, resuelto todas las inquietudes y comprendido en su totalidad la información sobre esta actividad, entiendo (entendemos) que:

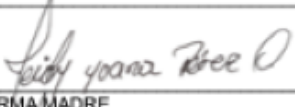
- La participación de mi (nuestro) hijo(a) en este video o los resultados obtenidos por el docente en la investigación no tendrán repercusiones o consecuencias en sus actividades escolares, evaluaciones o calificaciones en el curso.
- La participación de mi (nuestro) hijo(a) en el video no generará ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por su participación.
- No habrá ninguna sanción para mi (nuestro) hijo(a) en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad de mi (nuestro) hijo(a) no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia de la práctica educativa del docente.
- Las entidades a cargo de realizar la investigación y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes de mi (nuestro) hijo(a) y el uso de estas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de investigación.

Atendiendo a la normativa vigente sobre **consentimientos informados** (Ley 1581 de 2012 y Decreto 1377 de 2012) y de forma consciente y voluntaria.

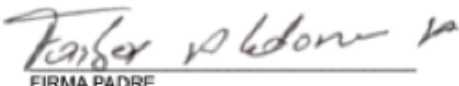
(☒) DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO (☐) NO DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO

Para la participación de mi (nuestro) hijo (a) en la grabación del video de práctica educativa del docente investigador por medio de la plataforma **ZOOM** recurso de comunicación sincrónica.

Lugar y fecha: _____



FIRMA MADRE
CC/CE: _____



FIRMA PADRE
CC/CE: _____



FIRMA ACUDIENTE O REPRESENTANTE LEGAL
CC/CE: _____

Apéndice B: Encuesta diagnóstica




UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA
LA EDUCACIÓN



Universidad
Industrial de
Santander

Encuesta diagnóstica sobre la percepción, motivación y conocimiento de los Estudiantes en Grado Noveno sobre la temática de Funciones Reales en una Institución Educativa del Departamento del Huila.

La siguiente encuesta se realiza con fines exclusivamente investigativos, relacionados con el conocimiento de los estudiantes sobre las funciones reales, motivaciones por parte de los docentes, su aplicación en la vida cotidiana, gráficos de las mismas, y en general, la percepción sobre la asignatura y sus formas de aprendizaje. Por favor responder de manera clara y coherente las preguntas planteadas.

SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

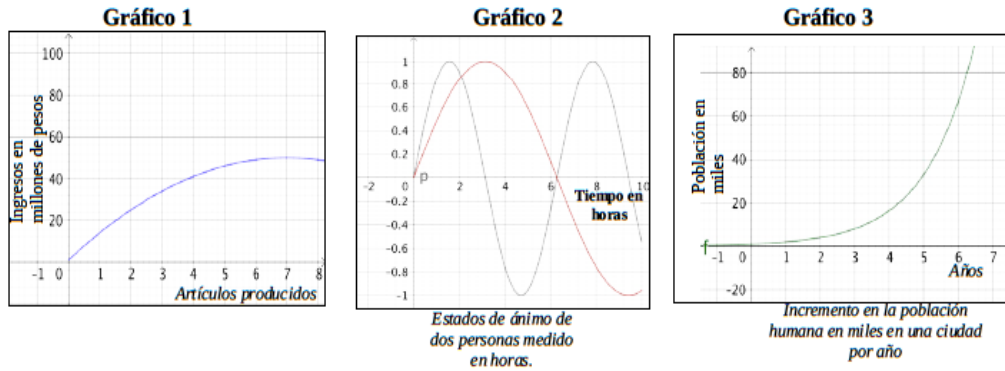
1. De las siguientes asignaturas liste las de su preferencia de 1 a 4, donde 1 es la asignatura de mayor preferencia. a) Física _____ b) Biología _____ c) Matemáticas _____ d) Química _____ 2. Del punto anterior, explique el porqué de su elección (sea concreto) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 5%;">1)</td><td style="width: 95%;"></td></tr> <tr><td>2)</td><td></td></tr> <tr><td>3)</td><td></td></tr> <tr><td>4)</td><td></td></tr> </table> 3. En cuál de las siguientes asignaturas considera más importante utilizar el computador para aprender.	1)		2)		3)		4)		a) Lenguaje ☐ b) Biología ☐ c) Química ☐ d) Matemática ☐ 4. De la pregunta anterior, explique brevemente el porqué de su elección. _____ 5. De las siguientes frases, ¿con cuál se identifica cuando recibe una clase de matemáticas? a) Son interesantes ☐ b) No me llaman la atención ☐ c) Presto atención, pero no me agradan ☐ d) Otra: _____ ☐ e) Todas las anteriores ☐ 6. ¿Tiene dificultades con el área de matemáticas? a) Sí ☐ b) No ☐ 7. Si hay dificultades en la pregunta anterior, ¿cuál de las siguientes considera la causa de tal dificultad? a) Falta de motivación por parte de los docentes. ☐	b) No presto atención a las clases ☐ c) No estudio para los exámenes. ☐ d) La metodología del docente ☐ e) Otra: _____ ☐ f) Todas las anteriores ☐ 8. Alguna vez reprobó matemáticas SI__ NO__. Si su respuesta fue afirmativa, ¿qué grado reprobó? _____ 9. Si como estudiante se le brindara la oportunidad de cambiar algo en las clases de matemáticas, ¿cuál de las siguientes palabras consideraría como prioritaria para lograr dicho cambio? a) Tecnología ☐ b) Innovación ☐ c) Motivación ☐ d) Disciplina ☐ e) Otra _____ 10. Explique brevemente el porqué de su elección en la pregunta anterior: _____
1)										
2)										
3)										
4)										

SOBRE EL CONOCIMIENTO DISCIPLINAR EN MATEMÁTICAS Y CONTEXTO

11. De las siguientes temáticas, enumere de 1 a 5 su nivel de conocimiento en ellas, donde 5 significa un excelente conocimiento. a) Operaciones con fracciones. _____ b) Operaciones con números enteros _____ c) Ley de signos para sumas y multiplicación _____ d) Factorización _____ e) Funciones _____ 12. ¿Cuál de los siguientes temas le gustaría conocer más a profundidad utilizando las matemáticas? a) Congestión vehicular en ciudades ☐ b) El cambio climático ☐ c) Mercadeo y ventas de artículos de consumo ☐ d) Crecimiento demográfico. ☐ e) Como se calienta o enfría un cuerpo ☐	13. Describa con sus palabras lo que entiende por función real _____ 14. Describa lo que usted entiende por variabilidad _____ 15. ¿Qué entiende por la palabra "implicación"? _____ 16. Piense en lo siguiente. Una persona se dirige a su lugar	de trabajo en su carro y por causa de unos arreglos en las vías, el tráfico no avanza a un ritmo ágil. Con base en esta información responda: a) ¿Qué implica esta situación en términos del tiempo que tardará la persona en llegar a su trabajo? _____ b) Bajo estas condiciones ¿el carro consume más, o por el contrario menos combustible? _____ c) ¿Qué sucede con los niveles de estrés de este conductor? _____
--	--	---

ANÁLISIS DE GRÁFICOS

17. Indague sobre lo que está sucediendo en cada uno de los gráficos presentados



18. Con base en los gráficos responda.

- a) Teniendo como referencia el gráfico 1 ¿qué le ocurriría a la empresa si el dueño de ella produce más artículos? ¿es conveniente seguir produciendo artículos considerando los ingresos actuales de la empresa?

- b) De acuerdo al gráfico 3 ¿qué pasaría con los recursos naturales si la población humana aumenta demasiado?

- c) Según el gráfico 3, la población a aumentado entre el año cero (0) y el año cinco (5) aproximadamente _____.

- d) Según el gráfico 3 es claro que para alcanzar los 80 millones de personas habrán transcurrido aproximadamente _____ años.

- e) El gráfico 2 mide los estados de ánimo de dos personas (color rojo y gris) durante las 10 primeras horas del día. En el eje vertical, 1 indica un nivel de máxima felicidad y -1 significa tristeza total. ¿En qué momento del día las dos personas tienen un estado de ánimo similar? ¿Podría afirmarse que el estado de ánimo de una de las personas incide en el estado de ánimo la otra? Si ___ No ___ ¿porqué?

Apéndice C: Actividad 1

Grupo SIMON de Investigación



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE MAestría EN INFORMÁTICA PARA
LA EDUCACIÓN

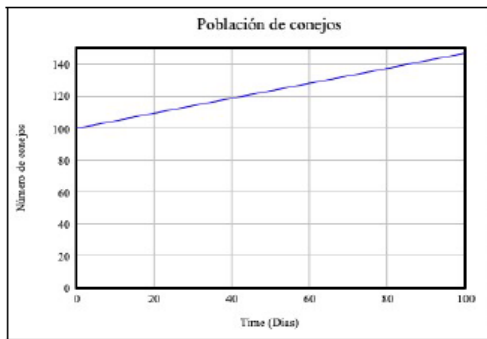


Universidad
Industrial de
Santander

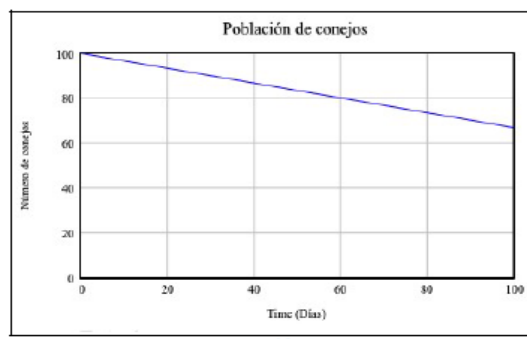
El siguiente cuestionario se realiza con fines exclusivamente investigativos, relacionados con el conocimiento de los estudiantes sobre las funciones reales y su aplicación en contextos particulares. Por favor responder de manera clara y coherente a las preguntas planteadas.

ANÁLISIS DE GRÁFICAS GENERADAS POR FUNCIONES

Las siguientes gráficas ilustran el comportamiento de dos poblaciones de conejos que han sido liberados en dos regiones distintas. Hay una población inicial de 100 conejos. Posteriormente un grupo de investigadores acude a cada región y observa la población de conejos durante 100 días como lo muestran los dos gráficos a continuación.



Región 1



Región 2

Responde de acuerdo a lo observado en los gráficos

1. Teniendo en cuenta que inicialmente habían 100 conejos en cada región, describa con sus palabras que está ocurriendo en cada una de las regiones con la población de conejos y explique posibles causas para los cambios de las poblaciones en cada región.

Región 1

Región 2

De acuerdo a los gráficos anteriores, completa la información faltante en los siguientes enunciados.

2. Es correcto afirmar que pasados 50 días en la **región 1** hay aproximadamente _____ conejos. Por otra parte en la **región 2** hay aproximadamente _____ conejos pasados 50 días.
3. En la **región 2** hay aproximadamente _____ conejos cuando han transcurrido _____ días.
4. En la región _____ la población de conejos ha *aumentado* en los primeros 30 días aproximadamente a _____ individuos.
5. En la región _____ la población de conejos ha *disminuido* en los primeros 70 días aproximadamente a _____ individuos.

Seleccione libremente un número de conejos y tiempo específico según corresponda en el gráfico.

6. Supongamos que la población de conejos de la Región 1 está representado en el **gráfico 2**, y ha ocurrido lo siguiente: Pasados cien días indicados por la línea punteada, en esta región se ha presentado una sequía prolongada durante un periodo de tiempo que se estima en 60 días aproximadamente (*ver zona sombreada en el gráfico*). A pesar de la sequía la población de conejos sigue creciendo a un menor ritmo. Observa el gráfico y a partir del punto **A** dibuja el nuevo comportamiento de la gráfica teniendo en cuenta las consecuencias de la sequía en la población de conejos.

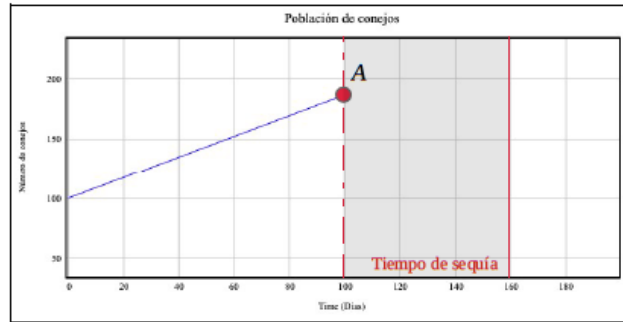


Gráfico 2

7. De acuerdo a la información anterior, indague:

- 1) ¿Qué sucedería con la población de conejos si la sequía no ocurre?
- 2) ¿Porqué la población de conejos sigue aumentando durante los 60 días de sequía?
- 3) Es posible que la población de conejos siga aumentando en el tiempo después de la sequía? SI ☐ NO ☐ ¿porqué?
- 4) Supongamos que la población de conejos ha crecido a tal punto que se han convertido en un problema por la sobrepoblación, es decir, hay muchos conejos y poca comida disponible para ellos. ¿que solución propondría usted para disminuir la población de conejos?

Respuestas al punto 7

1)

2)

3)

4)

¡GRACIAS POR SU TIEMPO!

Apéndice D: Actividad 2



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA
LA EDUCACIÓN



El siguiente cuestionario se realiza con fines exclusivamente investigativos, relacionados con el conocimiento de los estudiantes sobre las funciones reales y su aplicación en contextos particulares. Por favor responder de manera clara y coherente las preguntas planteadas.

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES EN CONTEXTO

SITUACIÓN I

- Piense en lo siguiente. Un conductor debe desplazarse en su carro desde un punto A a un punto B dentro de la ciudad. Identifique las variables que pueden incidir en el tiempo que tarda el conductor en llegar a su destino. escribalas en los rectángulos 1, 2 y 3

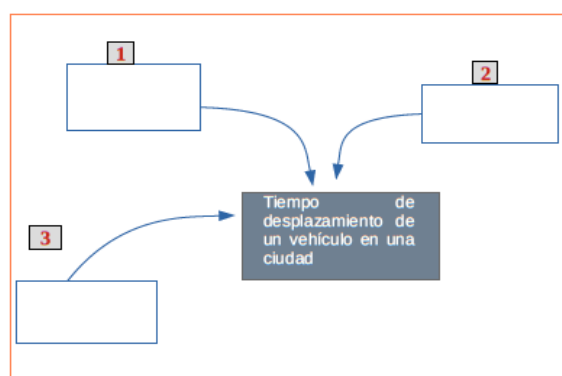


Gráfico 1

SITUACIÓN II

- En el cultivo de peces en estanques es importante tener en cuenta variedad de factores que hacen que el crecimiento del pez sea el mejor, es decir para lograr un crecimiento eficiente, y así logre el tamaño y peso adecuado para su posterior consumo. Identifique las variables que pueden incidir en el crecimiento de un pez.

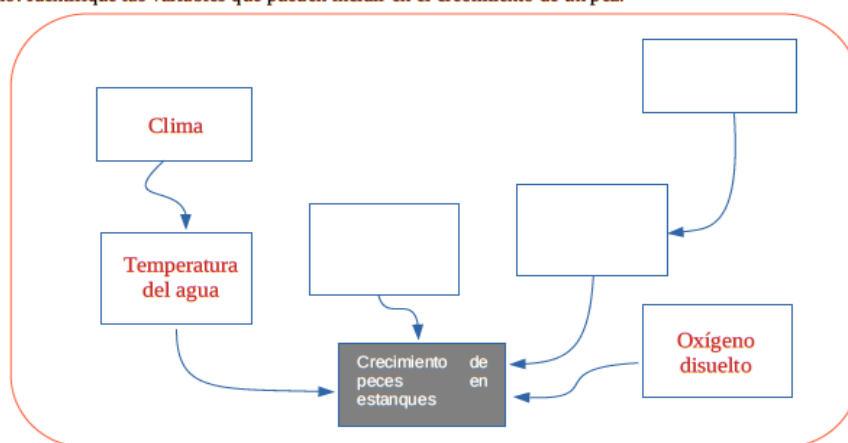


Gráfico 2

d)

Apéndice F: Actividad 4



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA
LA EDUCACIÓN

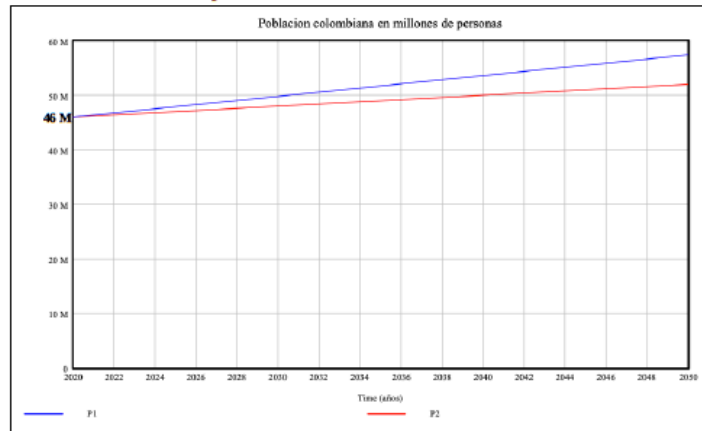


El siguiente cuestionario se realiza con fines exclusivamente investigativos, relacionados con el conocimiento de los estudiantes sobre las funciones reales y su aplicación en contextos particulares. Por favor responder de manera clara y coherente las preguntas planteadas.

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES – ANÁLISIS DE GRÁFICAS

27/08/20

- En el siguiente gráfico se ilustran dos comportamientos poblacionales P_1 y P_2 esperados en Colombia, iniciando en el 2020, hasta el 2050. Las dos rectas generadas permiten tomar acciones en varios campos como el económico, salud y demanda de recursos naturales como el agua. Se parte del supuesto de que la población inicial a cierre de 2020 será de 46 millones de personas.



De acuerdo a los dos modelos poblacionales responde lo siguiente:

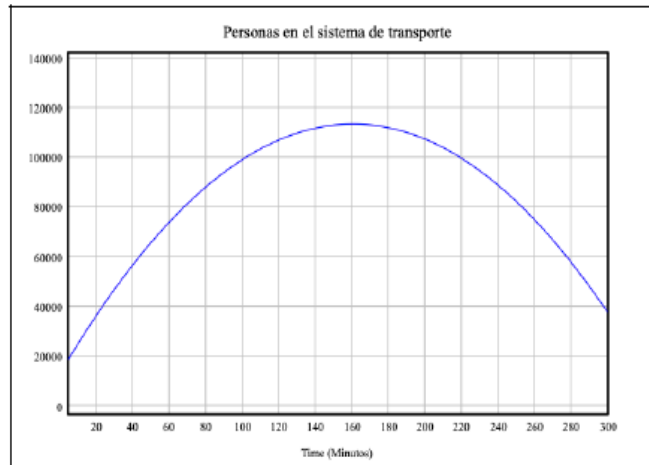
- Los expertos consideran que al momento en que la población alcance los 50 millones de personas, se corre un alto riesgo por falta de recursos naturales fundamentales como el agua. Por ello, se deben hacer importantes esfuerzos por evitar al máximo la llegada a esta cifra. De acuerdo a lo anterior, ¿cuál de los modelos poblacionales P_1 y P_2 atiende mejor a la recomendación de los expertos? Explique con detalle su respuesta.

- ¿Que acciones pueden incidir directa o indirectamente en el aumento de la población colombiana?

c) ¿Que acciones pueden disminuir el aumento de la población?

d) La función lineal que modela la gráfica P_2 corresponde a la expresión $P_2(t)=200000t+46000000$, donde t es el tiempo en años, y su dominio de definición es $0 \leq t \leq 50$. Puede determinar $P_2(10)$ y $P_2(15)$ e identificar su significado?

2. El siguiente gráfico muestra el comportamiento de un sistema de transporte público, que relaciona la cantidad de personas que hacen uso de este servicio, durante un intervalo de tiempo de 5 horas (300 minutos). La medición empieza a las 5:00 AM, con una cantidad inicial de 2000 pasajeros en el sistema.



a) Con base a la información del gráfico, indague sobre lo que ocurre en el sistema de transporte en cuanto a la cantidad de personas que hacen uso del servicio.

b) ¿A qué horas el sistema se encuentra más congestionado y con cuántas personas aproximadamente? **Tenga en cuenta que 1 hora tiene 60 minutos.**

Apéndice G: Actividad 6



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA
LA EDUCACIÓN



Universidad
Industrial de
Santander

El siguiente cuestionario se realiza con fines exclusivamente investigativos relacionados con el conocimiento de los estudiantes sobre las funciones reales y su aplicación en contextos particulares. Por favor responder de manera clara y coherente las preguntas planteadas.

ENCUESTA

27/08/20

1. Escriba las principales impresiones que tiene respecto a las asesorías recibidas por parte del docente investigador.

2. ¿Consideraría pertinente que las clases de matemáticas se sigan orientando mediante modelado y simulación con Dinámica de Sistemas? Explique.

3. ¿Qué aspectos positivos resalta respecto a las asesorías recibidas?

4. ¿Qué aspectos negativos tiene respecto a las asesorías recibidas?

5. ¿Qué dificultades ha tenido para recibir las asesorías virtuales?

6. ¿Cómo califica las asesorías recibidas por parte del docente investigador? **Seleccione solo una opción**

La explicación es clara y los ejemplos son interesantes ☐

La explicación no es clara, pero los ejemplos son interesantes ☐

La explicación es clara, pero los ejemplos no son de mi interés ☐

La explicación no es clara, y los ejemplos no son de mi interés ☐

Apéndice H: Actividad 7



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA
LA EDUCACIÓN



El siguiente cuestionario se realiza con fines exclusivamente investigativos relacionados con el conocimiento de los estudiantes sobre las funciones reales y su aplicación en contextos particulares. Por favor responder de manera clara y coherente las preguntas planteadas.

MODELOS EN EL LENGUAJE DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS Y ANÁLISIS DE GRÁFICAS

18/09/20

1. El siguiente diagrama de flujos y niveles muestra un modelo relacionado con el aumento del número de vehículos que circulan dentro de una ciudad. Tal aumento de vehículos tendrá un incremento de 0.07 al año. En este contexto descrito, el estudiante debe simular el modelo para una ciudad pequeña, donde la cantidad de vehículos circulando es de 1300 para el año 2020.

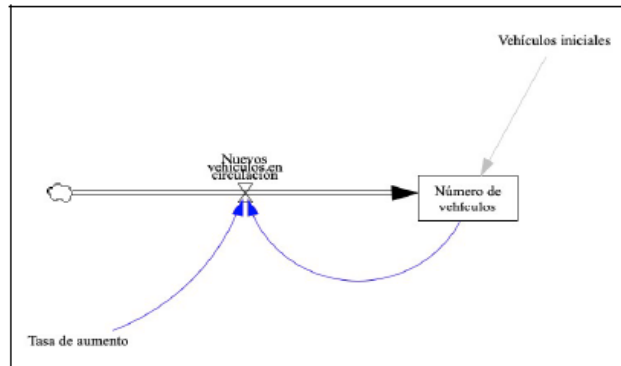


Imagen 1 : Diagrama de flujos y niveles

Con base a la simulación generada por este modelo, conteste lo siguiente

- a) ¿Cuántos vehículos aproximadamente tendrá la ciudad para el año 2040?

- b) ¿Qué problemas sociales y ambientales puede producir el aumento significativo del número de vehículos?

- c) ¿Cómo se puede desincentivar la compra o el uso de vehículos en una ciudad?

- d) ¿Qué puede motivar el aumento en la compra o adquisición de vehículos nuevos?

2. Una empresa dedicada a la producción de cafés especiales decide realizar un modelo que le permita posicionar mejor su imagen respecto a la calidad de sus productos y, por supuesto, respecto a sus precios (nivel de satisfacción). Los dueños de la empresa saben que el aumento en la calidad del producto implica un alza en los precios de producción, y desde luego un incremento sobre el precio final del producto. La medición se hace con un puntaje de 1 a 100 en cuanto a la imagen del producto, donde 100 es la máxima puntuación, y se proyecta que en los próximos 5 años la imagen de la marca alcance un puntaje superior a los 90 puntos. Para ello han diseñado los siguientes modelos 1, 2 y 3 (ver gráfica 3), generados por el siguiente diagrama de flujos y niveles.

Imagen 2: Diagrama de flujos y niveles

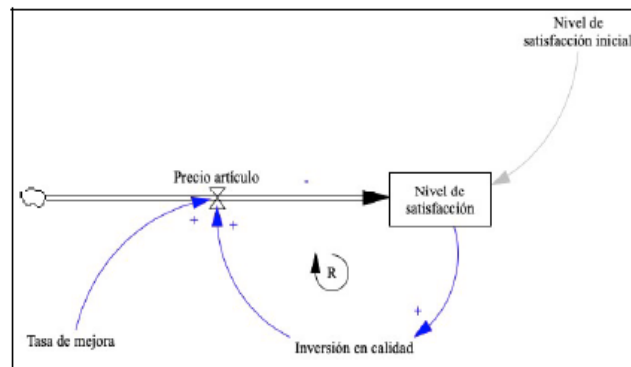
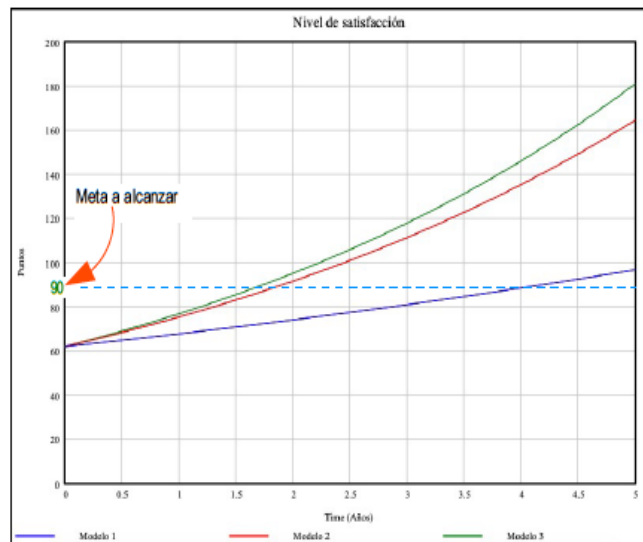


Imagen 3: simulación de modelos 1, 2 y 3



- a) De acuerdo a las variables que se tuvieron en cuenta en el diagrama de flujos y niveles (imagen 2), indague sobre las variables presentes en el modelo y como se relacionan entre ellas. Explique con detalle.

- b) Explique la relación entre el diagrama de flujos y niveles (*imagen 2*) con la simulación (*imagen 3*). ¿Es posible explicar cómo el comportamiento de la imagen 3 se genera a partir de la estructura de modelo en la imagen 2, cómo puede explicarlo?

- c) ¿cuál de los modelos observados en la imagen 3 es el que mejor apoyaría a la empresa a mejorar el nivel de satisfacción de sus productos por parte de los clientes? Explique

- d) ¿Qué otras variables que no están presentes en el modelo de la imagen 2 podrían afectar positiva o negativamente el nivel de satisfacción de un producto? Explique.

Apéndice I: Actividad 8



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
PROGRAMA DE MAestría EN INFORMÁTICA PARA
LA EDUCACIÓN



21/09/20

El siguiente cuestionario se realiza con fines exclusivamente investigativos relacionados con el conocimiento de los estudiantes sobre las funciones reales y su aplicación en contextos particulares. Por favor responder de manera clara y coherente las preguntas planteadas.

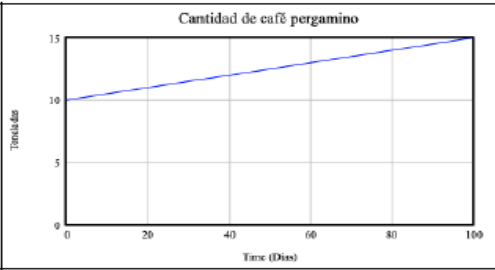
- De las siguientes asignaturas, elija las asignaturas que más y menos le gustan:

La que más me gusta (elija solo una)	La que menos me gusta (elija solo una)
a) Biología ☐	a) Biología ☐
b) Física ☐	b) Física ☐
c) Química ☐	c) Química ☐
d) Matemática ☐	d) Matemática ☐
- Acorde a la pregunta 1, explique el porqué de sus elecciones:

Me gusta porque____

No me gusta porque____
- El tema de funciones reales es fundamental en el aprendizaje de las matemáticas por su cantidad de usos o aplicaciones, tanto en las matemáticas mismas como en otras disciplinas (cambio climático, desarrollos tecnológicos, etc.). Desde su conocimiento y experiencia ¿qué entiende por el concepto de función? ¿Qué es una función real?

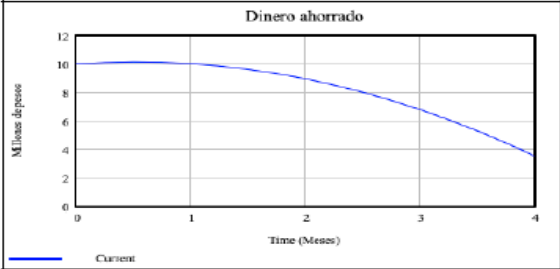
Uno de los elementos derivados de las funciones reales son las gráficas en el plano cartesiano, de las cuales es importante indagar y comprender sobre el comportamiento de las mismas. A continuación, se presentan algunas gráficas para su análisis.



Cantidad de café pergamino

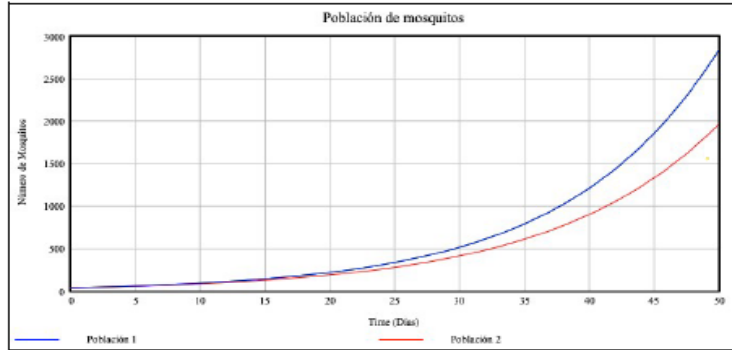
- La siguiente gráfica muestra la cantidad en toneladas de café pergamino (café seco) que almacena una tostadora en sus bodegas durante un intervalo de tiempo de 100 días. De acuerdo a esto responde
 - ¿Cuál es la cantidad de café pergamino al inicio de la medición?
 - Pasados 80 días ¿cuánto café pergamino hay en la bodega de la tostadora?

c) Si la tostadora tiene capacidad máxima para almacenar hasta **quince (15)** toneladas en sus bodegas ¿Teniendo en cuenta el comportamiento observado en la gráfica que recomendaciones daría usted a la gerencia de la tostadora después del día 100 ?



Dinero ahorrado

- Una persona tiene una cuenta de ahorros, en la cual la cantidad de dinero disponible se observa en la gráfica de comportamiento. Describa el comportamiento del dinero ahorrado durante los cuatro meses mostrados en la gráfica.



6. Dos poblaciones de mosquitos transmisores de virus se someten a experimentos en un laboratorio para conocer acerca de su reproducción y saber de qué forma evitar su propagación.. Los experimentos se inician con 40 individuos en cada grupo. En la gráfica se observa que las dos poblaciones muestran un comportamiento exponencial durante los 50 días que duran los experimentos. De acuerdo a esto responde
- a) ¿Cuál es el número de mosquitos en las poblaciones 1 y 2 pasados 30 días aproximadamente?

- b) ¿Cuál es la diferencia aproximada en el número de mosquitos de las poblaciones 1 y 2 cuando han pasado 50 días?

- c) ¿Cuántos días transcurren para que el número de mosquitos superen los 1000 individuos en ambas poblaciones?

- d) ¿Qué variables pueden estar incidiendo sobre el crecimiento en ambas poblaciones de mosquitos, haciendo que estas sean diferentes entre sí?

Encuesta a estudiantes que hicieron parte del proceso investigativo

7. ¿Cuál es su opinión respecto a su experiencia durante el proceso de aprendizaje de funciones reales utilizando Dinámica de Sistemas?

9. ¿Su percepción respecto al aprendizaje de las funciones reales es distinta luego de finalizado este proceso? Explique su respuesta.

8. ¿Qué elementos fueron los que más llamaron su atención de esta forma de enseñar matemáticas?

10. ¿Considera pertinentes los lenguajes de la Dinámica de Sistemas para el aprendizaje de las funciones reales en el área de matemáticas? Si ☐ No ☐ ¿porqué?

Gracias por hacer parte de este proyecto

Apéndice J: Libro de códigos

CÓDIGO	DEFINICIÓN DEL CÓDIGO	EJEMPLOS DE PALABRAS QUE PUEDAN ESTAR RELACIONADAS CON EL CÓDIGO
MOTIVAPREN: Motivación por el aprendizaje	La motivación es "la excitación acumulativa que cambia dinámicamente en una persona que inicia, dirige, coordina, amplifica, termina y evalúa los procesos cognitivos y motores mediante los cuales los deseos y deseos iniciales son seleccionados, priorizados, <u>operacionalizados</u> y (con éxito o sin éxito) actuados" (<u>Dorval</u> , Z., & Otto, I. 1998)	Diferente, innovador, dinamismo, interesante, participativo.
PRESAB: Presaberes	Hace referencia a los conocimientos previos o herramientas conceptuales o procedimentales con las que cuenta el niño a la hora de resolver un problema (Pera Alonso, Sandra 2009)	Conocimientos, ideas, conexiones, aprendizajes.
APRENSIG: Aprendizaje significativo	Aprendizaje significativo es aquel en el que ideas expresadas simbólicamente interactúan de manera sustantiva y no arbitraria con lo que el aprendiz ya sabe. Sustantiva quiere decir no literal (Moreira, M, 2012) Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: Son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe (<u>Ausubel</u> , D. 1983)	Facilitar, aprender, sentido, contextualización, presaberes, relacionar, perdurable, motivante.
DIFENSE: Dificultades en la enseñanza	Los estudiantes están repletos de hechos sin tener un marco de referencia para convertirlos en hechos relevantes ante las complejidades de la vida. La falta de capacidad para mostrar cómo se relacionan las personas entre sí y con su ambiente físico, y de la incapacidad para mostrar las causas por las que los estudiantes perciben lo sucedido. Debido a su naturaleza fragmentaria, la educación tradicional cada vez es menos relevante a medida que la sociedad se hace más compleja, llena y estrechamente interconectada. Tenemos la educación dividida en materias que, en el mundo real, se relacionan entre sí (Forrester, J. 1992)	Desconocimiento, desmotivación,
USOTIC: Uso significativo de las TIC	Las prácticas que favorezcan el cambio o el desarrollo conceptual del alumnado depende, en cierta medida, de los recursos materiales disponibles. El empleo de simulaciones, laboratorios virtuales, visualizaciones o laboratorios remotos ha abierto un nuevo abanico de posibilidades en la búsqueda de contextos significativos para el aprendizaje del conocimiento científico (Romero Ariza, M., & Quesada <u>Amate</u> , A. 2014)	Facilitador, mediador, visualización, aplicación, software, manejable.
FOMENAPREN: Fomento al aprendizaje	Consiste en la implementación de estrategias didácticas que apoyen de manera significativa el aprendizaje. Estas herramientas están constituidas por metodologías en el aula y fuera de ella, así como la utilización de herramientas mediadoras para el aprendizaje, haciendo que este sea asumido de manera positiva por el estudiante. (Iván, R., Sánchez, S., & <u>Pagés</u> , F. J. 2004)	Motivación, facilitar, apoyar,
PARTICIP: Participación en clase	La interacción en el aula, como en el resto de las situaciones de la vida humana, es la capacidad comunicativa de los actores para compartir los contenidos culturales y curriculares, porque su fin es por una parte la enseñanza y, por la otra, el aprendizaje (de Suárez, Z. C. 2008)	Motivación, interacción, conocimiento, retroalimentación,
DIFCONECT: Dificultad en la conexión a internet	Situación que dificulta el acceso a la internet y a todos los recursos educativos disponibles, que permiten <u>potencializar</u> los aprendizajes, así como las metodologías de trabajo en las escuelas (Andrade, H & Gomez, L. 2009)	Conexión, red, dificultad, motivación.
DIFCOMPU: Dificultad de herramienta de cómputo	El uso de las TIC está asociada a la adquisición de dispositivos o <u>tecnológicos</u> que permitan la conectividad, así como el poder interactuar mientras se aprende. Es una de las dificultades que puede afectar el proceso de aprendizaje, porque muchas veces no se cuenta con la herramienta tecnológica, evitando así las posibilidades que estas ofrecen.	Herramienta, tecnología, software,

Apéndice K: Matriz de contingencia

#	CITAS TEXTUALES	MOTIVA APREN	APRENSIG	USOTIC	PARTICIP	PRESAB	FOMENAPREN	DIFIENSE	NCONNECT	DIFCOMP	OTROS
1	"Yo describiría la experiencia como algo diferente, algo innovador, dinámico"	X									
2	"Con esta práctica que hicimos me ayudó a entender más las cosas"	X									
3	"fue interesante y aprendí mucho"						X				
4	"Se que eso me va a servir para más adelante"						X				
5	"Osea, me ayudó mucho, fue excelente"						X				
6	"la verdad yo aprendí mucho de eso"						X				
7	"osea que fue como reinnovadora"						X				
8	"yo tenía algún conocimiento de algunas cosas de esas "					X					
9	"se que eso me va a servir para más adelante"						X				
10	"me ayudó a visualizar un poca más a conocer este tipo de reclas y aprendi cosas distintas"	X									
11	"me pareció super chevere" porque aprendimos cosas innovadoras"	X									
12	"la verdad no teníamos ni idea que se podían hacer ni graficar en en modelos"							X			
13	"yo no sabía como ... que existía esa aplicación para poder hacer todo eso"							X			
14	"me pareció super chevere, eso lo podemos utilizar en..... en las tareas cotidianas para cuando necesitemos trabajos"		X								

