# Desarrollo del Sentido de Realidad en proyectos escolares de modelación matemática con enfoque interdisciplinario

Karen Melisa Ospina Berrio

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciado en Matemáticas y Licenciado en física

Asesores

Paula Andrea Rendón-Mesa, Doctora en Educación

Jonathan Sánchez-Cardona, Magister en Educación

Alexander Castrillón-Yepes, Doctor (C.) en Educación

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Licenciatura en Matemáticas

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

| | |
|---|---|
| **Cita** | (Ospina, 2025) |
| **Referencia** | Ospina Berrio, K. M. (2025). *Sentido de Realidad en proyectos de modelación matemática con enfoque interdisciplinario* [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. |
| **Estilo APA 7 (2020)** | |

creative commons CC BY NC SA

Grupo de Investigación Formación e Investigación en Educación Matemática (MATHEMA).

Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP).

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Vicerrectoría de Docencia

Sistema de Bibliotecas

Centro de Documentación Educación

**Repositorio Institucional:** http://bibliotecadigital.udea.edu.co

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Dedicatoria

A Paula, Alex, Jonathan, Mónica, Lina y Yonatan, quienes creyeron y confiaron más en mí de lo que yo muchas veces lo hice. Quienes me enseñaron con amor, pasión, un sentido de la responsabilidad y mucha, mucha paciencia. Me mostraron caminos que ni siquiera sabía que existían y mucho menos que eran una posibilidad para mí; me impulsaron a trabajar por ellos y por mí misma. Aprender de ustedes fue, y es, un honor.

A Yil y Brau ¿Cómo poder agradecer por tanto? Fueron rayos de sol que calmaron la tormenta que muchas veces me envolvió. Mientras que descubro como poder devolverles el mismo amor con el que me cuidaron, solo puedo decirles gracias, por estar, por ser y por permanecer conmigo.

A Luci, mi pequeña hermanita: Te amo, eres el regalo que Dios me dio y por quien agradezco cada día. Mamá, que cada mañana se levantó pensando en mí, y papa, que cada oportunidad que tuvo para apoyarme, la tomo sin dudar. Siempre me inculcaron que la educación era lo más importante, este título es más suyo que mío. Hoy les hago una promesa: sus esfuerzos por que sea la primera profesional en la familia valdrán la pena, no seré la última.

Universidad de Antioquia. Tan bella, tan plural, tan pasional. Quien habita tus espacios sabe que hay algo mágico en ti: hay voces que resuenan en los pasillos, murales que cuentan historias, risas que traen paz, sonrisas que dan bienvenidas y abrazos que saben a despedidas. Alma Mater, hogar de soñadores y luchadores, acoges a quien lo necesita, cuidas esperanzas, das infinitas oportunidades y transformas personas, realidades, futuros. ¿Cómo no quererte? ¿Cómo no agradecerte? Si has presenciado mis caídas y siempre me has tendido la mano, has escuchado mi llanto y siempre lo has calmado, has escuchado mis preguntas y siempre me has alentado a hacer más… Antes de ti, creía que lo importante eran las respuestas y ahora por fin veo que lo interesante siempre fueron las preguntas. Preguntas que parecen tontas, preguntas que crean más preguntas, preguntas a las que las respuestas llegan en el camino… o nunca llegan. Querida Alma, que la vida me permita compartir siempre lo que me has enseñado, que me permita llevar tu magia a cada rincón en el que transite. Me mostraste el mundo y ahora iré a recorrerlo llevándote siempre en mi corazón.

**Agradecimientos**

A veces pienso que quiero saberlo todo, vivir dos mil años, recorrer cinco mil ciudades, conocer diez mil historias y cumplir trescientos sueños, luego recuerdo que solo tengo una vida y un atisbo de tristeza se asoma. ¿Por qué? Quizás es siempre el deseo de hacer más, saber más, como si esta vida no fuera suficiente.

La verdad es que probablemente no lo sea: el tiempo es limitado. Eso es lo que vuelve la vida tan preciada. Le dedico esto a la niña qué recorría el mundo con miedo y tristeza, creyendo que ni la vida, ni ella, eran suficientes. Hoy no se bien en quien se ha convertido esa niña, tampoco sé cuánto tarde en descubrirlo, pero si se algo: es un poco más terca, un poco más orgullosa, un poco más ansiosa, pero mucho más humana, más sabia, más valiente, más soñadora.

¿Saben cuándo dicen que la universidad es un segundo hogar? Para mí lo fue. Escogí una segunda familia increíble, personas que me ayudaron a construir lo que hoy soy e intento ser. Si debo nombrar solo a una, sería a Alex. El día que me llevo a rastras al semillero me cambio la vida, un lugar al que tenía miedo de ir me enseñó a ser valiente, a soñar, a defender lo que creo y a luchar por ello. Así qué esto va para todas las personas que trabajan con el corazón para que cosas mágicas como la Universidad de Antioquia y MATHEMA sucedan.

**Tabla de contenido**

Resumen ..... 11

Abstract ..... 12

Introducción ..... 13

1 Planteamiento del problema ..... 16

1.2 Pregunta de investigación ..... 26

1.3 Objetivos ..... 26

1.3.1 Objetivo general ..... 26

1.3.2 Objetivos específicos ..... 26

2 Referentes teóricos ..... 28

2.1 Modelación Matemática ..... 28

2.2 Enfoque Interdisciplinario ..... 40

3 Marco metodológico ..... 47

3.1 Paradigma y enfoque de investigación ..... 47

3.2 Contexto y participantes del estudio ..... 50

3.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de información ..... 52

3.3.1 Observación participante ..... 53

3.3.2 Diario de campo ..... 54

3.3.3 Cuestionario ..... 55

3.3.4 Producciones de los estudiantes ..... 55

3.4 Diseño de intervención en el aula ..... 56

3.4.1 Sesión 1 ..... 58

3.4.2 Sesión 2 ..... 59

3.4.3 Sesión 3 ..... 61

3.4.4 Sesión 4 ..... 63
3.4.5 Sesión 5 ..... 65
3.4.6 Sesión 6 ..... 66
3.4.7 Sesión 7 ..... 68
3.4.8 El enfoque interdisciplinario en el diseño ..... 70
3.5 Consideraciones éticas ..... 73
3.6 Análisis de la información ..... 74
4 Resultados y discusión ..... 76
4.1 Momentos que posibilitan el desarrollo del Sentido de Realidad. ..... 78
4.1.1 Identificación ..... 79
4.1.2 Conexión ..... 85
4.1.3 Creación ..... 97
4.1.4 Configuración del Sentido de Realidad ..... 109
4.2 Reflexiones derivadas de los proyectos escolares ..... 111
4.2.1 Equipo N1: ¿Cómo ha sido la evolución de la fruta? ..... 112
4.2.2 Equipo N2: ¿Cómo se representa el territorio rural de Guarne en Google Maps? ..... 113
4.2.3 Equipo N3: ¿Qué aspecto del deporte motiva más a seguir entrenando? ..... 115
4.2.4 Equipo N4: ¿Cuántas horas de estudio dan mejor rendimiento académico? ..... 116
4.2.5 Equipo N5: ¿Cuál es la proporción de semilla y comida en una fruta? ..... 116
4.2.6 Equipo N6: ¿Qué posición es más recomendada para dormir? ..... 118
4.2.7 Equipo N7: ¿Cómo se relacionan el tiempo en redes sociales y las notas? ..... 118
4.2.8 Equipo N8: ¿Cuánta gente practica el deporte más costoso de Guarne? ..... 119
4.2.9 Resignificación posibilitada por el Sentido de Realidad ..... 120
5 Conclusiones ..... 122

5.1 El enfoque interdisciplinario como posibilitador del Sentido de Realidad ..... 122

5.2 La investigación escolar como eje dinamizador ..... 123

5.3 Líneas para futuras investigaciones ..... 124

5.4 Reflexión sobre el proceso investigativo como maestra en formación ..... 124

Referencias ..... 126

Anexos ..... 134

Anexo 1 ..... 134

## Lista de tablas

**Tabla 1** La interdisciplinariedad desde tres perspectivas. .....43

**Tabla 2** Síntesis del diseño de la intervención .....57

**Tabla 3** Características del enfoque interdisciplinario en el diseño de la intervención. .....71

**Tabla 4** Categorías emergentes.....76

**Tabla 5** Equipos de trabajo.....77

**Tabla 6** Reconocimiento de las matemáticas en un contexto personal. .....79

**Tabla 7** Reconocimiento de las matemáticas en un contexto académico.....81

**Tabla 8** Reconocimiento de las matemáticas en un contexto profesional.....82

**Tabla 9** Síntesis de las preguntas de investigación.....85

## Lista de figuras

**Figura 1** Fases de la modelación matemática según Biembengut y Hein ..... 35

**Figura 2** Estudiantes construyendo sus muros de exploración. ..... 59

**Figura 3** Nombres y logos de los equipos. ..... 60

**Figura 4** Definición de intereses en común ..... 61

**Figura 5** Árbol de conocimientos. ..... 62

**Figura 6** Grupo de expertos. ..... 64

**Figura 7** Buzón de recolección de cartas. ..... 65

**Figura 8** Socialización. ..... 67

**Figura 9** Fases del desarrollo del proyecto de modelación. ..... 69

**Figura 10** Red de factores relevantes a investigar. ..... 86

**Figura 11** Relación factores relevantes – Variables N8. ..... 87

**Figura 12** Red de factores relevantes a investigar. ..... 89

**Figura 13** Relación factores relevantes – Variables N6. ..... 90

**Figura 14** Diseño de posiciones. ..... 90

**Figura 15** Temática común. ..... 92

**Figura 16** Pregunta inicial. ..... 93

**Figura 17** Registro parcial por tabulación. ..... 99

**Figura 18** Relación entre la relevancia de los motivos y horas de entrenamiento. ..... 100

**Figura 19** Relación costo del deporte-cantidad de personas que lo practican. ..... 102

**Figura 20** Primera versión del modelo de evolución de las frutas. ..... 105

**Figura 21** Segunda versión del modelo de evolución de las frutas. ..... 105

**Figura 22** Tercera versión del modelo de evolución de las frutas. ..... 106

**Figura 23** Cuestionamientos emergentes. ..... 114

## Siglas, acrónimos y abreviaturas

| | |
|---|---|
| **INEDICO** | Institución Educativa Inmaculada Concepción |
| **MEN** | Ministerio de Educación Nacional |
| **PEI** | Proyecto Educativo Institucional |
| **UdeA** | Universidad de Antioquia |

**Resumen**

Esta investigación se desarrolló en el marco de las Prácticas Pedagógicas de las Licenciaturas en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia (Colombia). Su objetivo fue analizar el desarrollo del Sentido de Realidad al realizar proyectos escolares de modelación matemática con un enfoque interdisciplinario. La problemática abordó la falta de sentido que los estudiantes atribuían a las matemáticas, percibiéndolas como un conjunto de procedimientos poco vinculados con su contexto. El marco teórico se sustentó en la modelación matemática como estrategia pedagógica y el enfoque interdisciplinario como una perspectiva en la que se enmarcaron los proyectos escolares de modelación, lo cual permitió una articulación entre saberes de distintas áreas. También se resalta la noción de Sentido de Realidad, entendida como la sensibilidad y la capacidad que tenían los estudiantes de reconocer situaciones donde las matemáticas pueden ser movilizadas en el contexto. En este sentido, la investigación se realiza en una institución educativa pública del municipio de Guarne (Antioquia) con un enfoque cualitativo, la metodología incluyó la observación participante como técnica y el uso de instrumentos como el diario de campo, cuestionarios y producciones de los estudiantes. Los resultados mostraron los momentos que articulan el desarrollo del Sentido de Realidad (identificación, conexión y creación), aquellos en los que los estudiantes lograron reconocer la movilización de las matemáticas en su entorno y las reflexiones derivadas de los proyectos escolares, las cuales manifestaban la sensibilidad desarrollada ante el contexto y la atribución de sentido a las matemáticas.

*Palabras clave*: Enfoque interdisciplinario, Sentido de Realidad, Modelación Matemática.

**Abstract**

This research was developed within the framework of the Pedagogical Practices of the Bachelor's Programs in Mathematics and Physics at the University of Antioquia (Colombia). Its objective was to analyze the development of a sense of reality when carrying out school mathematical modeling projects with an interdisciplinary approach. The problem addressed the lack of meaning that students attributed to mathematics, perceiving it as a set of procedures poorly connected to their context. The theoretical framework was based on mathematical modeling as a pedagogical strategy and the interdisciplinary approach as a perspective within which the school modeling projects were framed, which allowed for the articulation of knowledge from different areas. The notion of a sense of reality is also highlighted, understood as the students' sensitivity and ability to recognize situations where mathematics can be mobilized in the context. In this regard, the research was conducted in a public educational institution in the municipality of Guarne (Antioquia) using a qualitative approach. The methodology included participant observation as a technique and the use of instruments such as field diaries, questionnaires, and student productions. The results showed the moments that articulate the development of the Sense of Reality (identification, connection, and creation), those in which students were able to recognize the mobilization of mathematics in their environment, and the reflections derived from the school projects, which manifested the developed sensitivity to the context and the attribution of meaning to mathematics.

*Keywords:* Interdisciplinary approach, Sense of Reality, Mathematical Modeling.

## Introducción

Esta investigación se desarrolló en el marco del proceso de formación docente en los programas de Licenciatura en Matemáticas y Licenciatura en Física, durante las Prácticas Pedagógicas finales, correspondientes a los niveles VIII, IX y X de estos programas de formación. La Práctica Pedagógica se define por la Universidad de Antioquia [UdeA] como "un espacio para la producción de saber pedagógico mediante la reflexión, la investigación y la sistematización de las experiencias de práctica" (2012, p. 3). Esta práctica se apoya simultáneamente por un seminario de práctica, entendido por la misma institución como "una actividad para el análisis, la reflexión crítica y la confrontación de las experiencias inherentes a la Práctica Pedagógica" (UdeA, 2012, p. 4).

El espacio de la práctica se constituyó por dos etapas realizadas en semestres diferentes: 2023-2 y 2024-1, cada una orientada por intenciones y acciones diversas. Durante el primer semestre (2023-2), se realizó un ejercicio de participación en un escenario educativo donde la docente en formación, investigadora de este trabajo, se incorporó a la Institución Educativa Inmaculada Concepción (Guarne). En esta etapa inicial, se llevaron a cabo observaciones y se identificaron diversos elementos relacionados con las realidades de las clases de matemáticas. La participación de la docente en formación comenzó con un proceso de observación y, posteriormente se extendió a intervenciones directas en el aula. Esta experiencia permitió un acercamiento a las dinámicas institucionales y facilitó la asunción de un rol activo como docente de matemáticas. De este modo, se hizo posible acompañar no solo el trabajo en el aula, sino también los eventos académicos, actividades culturales y otros espacios institucionales.

Durante el semestre 2024-1 se llevó a cabo un acompañamiento centrado en la intervención directa en el aula. Esta segunda etapa de la práctica se caracterizó por la

implementación de una estrategia pedagógica orientada a que los estudiantes reconocieran cómo su conocimiento matemático se movilizaba en diversos contextos socioculturales.

Este recorrido en las prácticas pedagógicas permitió reconocer los retos y las posibilidades de articular los contenidos matemáticos con las experiencias reales de los estudiantes. La participación en las dinámicas escolares y el contacto con los distintos actores educativos ofrecieron insumos valiosos para comprender cómo el aprendizaje de las matemáticas se ve influido por los contextos sociales y culturales.

En este marco surge la necesidad de indagar de manera más específica cómo los estudiantes logran establecer conexiones entre el conocimiento matemático y las realidades que los rodean. La modelación matemática se convierte, entonces, en una estrategia para propiciar dicho vínculo, ya que invita a los estudiantes a problematizar situaciones de su entorno, a traducirlas en términos matemáticos y a resignificarlas a través de nuevas interpretaciones. En este proceso cobra relevancia el Sentido de Realidad, entendido como la sensibilidad frente a la realidad vinculada con la capacidad de identificar situaciones del contexto sociocultural donde se movilice el conocimiento matemático. A través de la metodología basada en la creación de proyectos escolares de modelación matemática se posibilitó una comprensión más profunda de los procesos de aprendizaje y de las formas en que los estudiantes se relacionaron con su entorno. Así, la aplicación de técnicas como la observación participante y el uso de instrumentos como los diarios de campo y los cuestionarios permitieron registrar las reflexiones, emociones y transformaciones que surgieron durante el desarrollo de los proyectos.

En este marco, los estudiantes desarrollaron el sentido de realidad a partir de tres momentos clave: identificación, conexión y creación. Se evidenció que la relación con su entorno promueve el desarrollo de una sensibilidad frente a los fenómenos estudiados, y que los

proyectos escolares promueven la autonomía de los estudiantes cuando responden a sus intereses personales y colectivos. De esta manera, los estudiantes lograron reconocer la movilización de los conocimientos matemáticas en sus entornos, dotarlas de sentido y resignificar su entorno a través de ellas manifestando un desarrollo del Sentido de Realidad.

# 1 Planteamiento del problema

En este apartado se describen los elementos que permiten consolidar el problema de la investigación. Estos incluyen la participación en una serie de seminarios al interior de los cursos de Práctica Pedagógica, en el marco de la formación dentro del programa de Licenciatura en Matemáticas y Física; la vinculación a una institución educativa donde se desarrollaron procesos de observación, intervención, reflexión e investigación; revisión de documentos curriculares nacionales y de la institución, entre otros. En particular, la experiencia de Práctica que dio origen a esta investigación se constituyó en una oportunidad para observar, analizar y reflexionar sobre las maneras en que los estudiantes atribuyen sentido a las matemáticas, y para indagar las posibilidades que emergen al vincular los saberes matemáticos con los contextos socioculturales donde se construyen.

El espacio de la Práctica Pedagógica se fortaleció mediante las actividades desarrolladas en los encuentros con profesores y compañeros, denominados seminarios. En ellos se construyeron dos elementos fundamentales para la sistematización de la experiencia en el aula: los diarios de campo, que documentaron observaciones, cuestionamientos y reflexiones de la docente en formación, y las fichas de lectura, en las que se registraron análisis, comentarios y aportes derivados de las discusiones del seminario. Esta sistematización se vio permeada por el contexto institucional donde se desarrolló la práctica, ya que comprender las dinámicas propias de la escuela resultó esencial para interpretar las experiencias vividas y las percepciones de los estudiantes frente a las distintas áreas del conocimiento. Por ello, se presenta a continuación una descripción de la institución educativa donde se llevó a cabo la práctica pedagógica.

La Institución Educativa La Inmaculada Concepción, fundada en el año 1941, está en el barrio Santo Tomás del municipio de Guarne (Antioquia - Colombia). Esta institución articula programas de media técnica como lo son Recursos Humanos, Asistencia Administrativa y

Asistencia Comercial. Esta institución es de carácter oficial, atiende una población mixta y cuenta con jornada diurna (mañana y tarde) y nocturna (Ciclos Lectivos Especiales Integrados) con estudiantes de primaria, secundaria y media. En su Proyecto Educativo Institucional [PEI], se expresa una orientación hacia el fortalecimiento de la dignidad humana de los estudiantes, reconociéndolos como seres sociales y culturales. En coherencia con este principio, la institución promueve espacios para el desarrollo de procesos investigativos que buscan integrar saberes de distintas disciplinas y vincularlos con los contextos socioculturales donde habitan los estudiantes, por lo que espacios como la Feria de Ciencias se consolidan como escenarios de aprendizaje significativo que incentivan la curiosidad, la indagación y el pensamiento crítico.

Durante la inmersión en la institución, fue recurrente que la profesora en formación fuese cuestionada en las clases de matemáticas sobre el para qué se estudia esta área. Si bien los estudiantes parecen reconocer la importancia de saber las operaciones básicas, no manifiestan lo mismo con conceptos y procesos de las matemáticas; en el proceso de Práctica se escucharon expresiones como: “los números imaginarios ni siquiera son reales, ¿para qué tengo que estudiarlos?” (Diarios de campo, 2/10/2023); “No entiendo para qué estudiamos esto, nadie lo va a necesitar” (Diario de campo, 4/10/2023); “Con sumar y restar ya tengo suficiente, con eso puedo manejar la plata, no la voy a factorizar” (Diario de campo, 11/10/2023).

Los cuestionamientos de los estudiantes suelen remitir a una pregunta central “¿Para qué sirve estudiar matemáticas?” (Diarios de campo, 5/03/2024). Con respecto a este cuestionamiento, docentes de matemáticas han manifestado que sus respuestas “son insuficientes para develar las relaciones existentes entre las matemáticas y el mundo real” (Villa-Ochoa et al., 2009, p. 1092). La dificultad manifiesta para dar respuesta a los cuestionamientos de los estudiantes contribuye a que la pregunta por el “¿para qué?” de las matemáticas continúe siendo un interrogante recurrente. En consecuencia, los estudiantes aun expresan sentimientos de

aversión hacia esta área del conocimiento, lo cual se evidencia en comentarios como: “eso es muy difícil, profe, yo no entiendo la matemática” o “en esta clase [la de matemáticas] es la única donde todos nos aburrimos” (Diarios de campo, 2/10/2023, 24/10/2023).

Las expresiones emergentes en las clases permiten poner en evidencia la percepción que los estudiantes tienen de las matemáticas, las cuales la sitúan como una materia para estudiar por obligación. Esto es coherente con las ideas que plantea Blum (1993) al decir que es recurrente la presencia de quejas sobre la falta de sentido en la enseñanza de las matemáticas.

Estas percepciones permiten identificar que las matemáticas carecen de sentido para los estudiantes, aspecto que ha sido de interés en la investigación en educación. Por ejemplo, algunos autores han abordado la necesidad del sentido para propiciar el aprendizaje, como Coll (1988), quien planteaba que, aunque no es claro cómo los estudiantes atribuían sentido a lo que aprendían, esto era relevante para propiciar la realización de aprendizajes significativos. En consonancia, Salinas et al. (2011) hacen un abordaje más específico de la necesidad del sentido en un campo matemático especifico, pues problematizan la enseñanza del cálculo y mencionan como necesario “reenfocar la enseñanza en busca de un aprendizaje que implique que un razonamiento matemático tenga sentido y significado para el estudiante” (p. 66).

Por su parte, Arenas et al. (2020) desarrollaron una investigación orientada a conocer los sentidos y significados que los estudiantes confieren a la asignatura de matemáticas, ya que estos influyen en el aprendizaje y el rendimiento académico de los mismos. En consonancia con esto, Alvarado (2014) justifica la necesidad de que las matemáticas tengan sentido para los estudiantes ya que para ellos suele ser un conocimiento que no se significa, ni se reconoce en términos de aplicabilidad o de utilidad; en adición, manifiesta que la conformación de este sentido tiene una influencia directa en las actitudes, motivaciones, expectativas y acciones de los estudiantes.

En sintonía con las preocupaciones que la literatura reporta alrededor del sentido de las matemáticas, los documentos curriculares de Colombia mencionan estrategias para la atribución de este (MEN, 1998a; 2006), las cuales están orientadas bajo unos mismos principios. En primer lugar, se menciona que los estudiantes dan sentido y este puede atribuirse a objetos, actividades, prácticas, aprendizajes y de forma particular, al conocimiento matemático y a la matemática en sí misma (MEN, 1998a). En segundo lugar, se establece que el sentido puede ser atribuido, construido y reconstruido (MEN, 1998a), situándolo como un elemento dinámico, es decir, algo puede tener sentido para el estudiante, pero esta atribución viene de un proceso de construcción y de reconstrucción.

Establecidos estos principios, las estrategias que denotan los documentos curriculares hacen una mención recurrente al uso del contexto como necesario para la atribución de sentido. El MEN (2006) estipula que el contexto es un lugar "no sólo físico, sino ante todo sociocultural– desde donde se construye sentido y significado para las actividades y los contenidos matemáticos" (p. 25). Por consiguiente, se entiende el contexto como aquel lugar donde se da la construcción de sentido por medio de las conexiones entre las actividades, los contenidos y la vida cotidiana de los estudiantes.

Una idea similar es presentada por los lineamientos curriculares de matemáticas (MEN, 1998a), donde se retoman planteamientos de Schoenfeld para afirmar que los estudiantes necesitan aprender matemáticas en clases en donde los valores de las matemáticas como una disciplina con sentido sean reflejadas en la práctica cotidiana. De esta manera se establece una conexión entre la atribución de sentido y la cotidianidad, al permitir que los estudiantes evidencien cómo los conocimientos matemáticos toman relevancia en el mundo real.

El MEN (1998b) menciona que "la búsqueda de respuestas a preguntas sobre el mundo físico que se hacen los niños resulta ser una actividad rica y llena de sentido si se hace a través de

recolección y análisis de datos" (p. 47). Al entender el mundo físico como aquello que es tangible, se resalta que el sentido de estas actividades surge de la conexión entre el conocimiento matemático y lo concreto, mediada por un proceso de investigación. En adición, se menciona que dichas actividades [llenas de sentido] permiten encontrar relaciones con otras áreas del currículo.

La noción de Sentido, evidenciada en los documentos curriculares de matemáticas, también se reconoce en documentos curriculares de otras áreas (MEN, 1998b), donde se manifiesta una preocupación por la carencia de sentido debido a la falta de vinculación del conocimiento científico con el mundo de la vida. Según el MEN (2004), dicho mundo de la vida se describe como "el mundo de las calles con sus gentes, automóviles y buses; el mundo de los almacenes con sus mercancías, sus compradores y vendedores; el mundo de los barrios, las plazas de mercado, los parques, las veredas" (p. 6).

Así, en los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2006), tanto en el apartado de Ciencias Naturales como en el de Matemáticas, al hacer mención del sentido se encuentran múltiples referencias a una relación con el "mundo", el cual es acotado de diferentes formas en los diversos apartados. Por tanto, en esta investigación asumiremos la noción de mundo real como el conjunto de nomenclaturas referentes a la vida cotidiana, mundo físico, mundo de la vida y demás términos relacionados con el entorno donde habitan los estudiantes.

A partir de los planteamientos propuestos por los documentos curriculares reportados anteriormente, las experiencias de los estudiantes de la institución educativa donde se realizó la práctica, quienes expresan no reconocer el sentido de la matemática, y la información reportada por la literatura de investigación respecto a las percepciones que los estudiantes tienen de las matemáticas, se evidencia una preocupación para que los estudiantes atribuyan sentidos a las matemáticas y al mundo real. Por tanto, esta investigación se enfoca en explorar una manera para

propiciar que los estudiantes puedan propiciar sentido a los conocimientos matemáticos que adquieren.

Así, se establece como pertinente la exploración del potencial que tiene la vinculación de las matemáticas con el mundo real, con miras a propiciar procesos en los cuales los estudiantes puedan construir sentidos para sus conocimientos matemáticos por medio de su relación con situaciones del contexto, y también dar sentido al contexto a través de las matemáticas. En este enfoque bidireccional, las matemáticas se convierten en una herramienta no solo para entender y abordar problemas reales, sino también para interpretar y transformar la realidad que los estudiantes experimentan en su vida cotidiana.

Esta relación en doble vía se hace explícita en los Lineamientos Curriculares de Matemáticas al mencionar que "el principal objetivo de cualquier trabajo en matemáticas es ayudar a las personas a dar sentido al mundo que les rodea" (MEN, 1998a, p. 18), donde es la matemática la que permite la construcción de sentido en relación al mundo real; y al enunciar el contexto que rodea al estudiante, el cual "da sentido a las matemáticas que [el estudiante] aprende" (MEN, 1998a, p. 19), es decir, es el aprovechamiento del mundo real el que permite la construcción de sentido en relación con las matemáticas.

En el marco del interés investigativo por comprender cómo se construyen significados al articular el mundo real con las matemáticas, tanto la literatura nacional (MEN, 1998a; Villa-Ochoa et al., 2017) como la internacional (Blum, 1993; Gallardo, 2012) han señalado la modelación matemática como una estrategia clave para propiciar dicha articulación. Esta posibilidad tiene un fundamento en la construcción de modelos, ya que estos "ayudan a comprender que las matemáticas no son simplemente una memorización de reglas y algoritmos, sino que tienen sentido" (MEN, 2004, p. 9).

Respecto a cómo se concibe el mundo real desde la modelación matemática se destacan al menos dos visiones. En la primera, el término ha sido usado para describir el mundo exterior a las matemáticas, es decir, para referir a "todo lo relacionado con la naturaleza, la sociedad o la cultura, incluyendo tanto la vida cotidiana como los temas de enseñanza y las disciplinas curriculares diferentes de las matemáticas" (Blum et al., 2007, p. 8). En la segunda, presente en diversos contextos investigativos, se ha optado por categorizar los contextos culturales y sociales como lo "extra-matemático" (Niss et al., 2007). De esta manera, junto con lo matemático, estos elementos conformarían lo que se entiende como el "mundo real". En el marco de la presente investigación, se adoptará esta concepción del mundo real, al entender que está compuesto tanto por lo matemático como por lo extra-matemático y al reconocer la interacción entre ambos componentes como parte integral del proceso de modelación matemática.

El punto de partida de la modelación son situaciones problemáticas que pueden ser extraídas del mundo real (MEN, 1998a; Biembengur y Hein, 1997; Blum y Borromeo, 2009). Posterior a esto se da un transitar entre las situaciones problemáticas y las matemáticas que surgen mediante las formas de representar, esquematizar o analizar estas situaciones y, finalmente, el mundo real se establece también como el punto de llegada, puesto que es donde se validan las construcciones hechas en el proceso de modelación.

El reconocimiento del mundo real como punto clave en la modelación y en la construcción de sentido implica comprender que las matemáticas son solo una de las disciplinas a partir de las cuales este se puede interpretar y entender, pero que, por sí solas, pueden resultar insuficientes para abordar las situaciones problemáticas que emergen de dicho contexto. Así, el tratamiento de situaciones problemáticas provenientes del mundo real a partir solo de las matemáticas puede suponer una forma limitada de tratarlos, proporcionando comprensiones parciales de estas.

En esta línea, Torres (2000) plantea que “la complejidad del mundo y de la cultura actual obliga a desentrañar los problemas con múltiples lentes, tantas como áreas del conocimiento existen” (p.47). Los profesores brindan partes de conocimiento a los estudiantes correspondientes a sus currículos esperando que, llegado el momento, sepan dar uso de el en sus vidas. Sin embargo, en lo que al diario vivir de los estudiantes refiere, un conocimiento no suele bastar para permitirles dar solución a las situaciones problemáticas que se les presentan, por tanto, se ven en la necesidad de crear conexiones entre los diversos saberes que han adquirido y ahí, aquello que se vio en un curso específico será nutrido por experiencias, discusiones, habilidades o conocimientos que se desarrollaron en otros espacios.

En torno a la necesidad de contextualizar lo que se enseña, se suele fomentar en los estudiantes la creación de conexiones entre el conocimiento adquirido en la escuela y el mundo real. Sin embargo, surge entonces la pregunta por la necesidad de promover el establecimiento de conexiones entre conocimientos adquiridos en diferentes áreas escolares o incluso, de poner en discusión temáticas comunes desde las visiones de diferentes disciplinas. En correspondencia, que el mundo real no este confinado a un solo dominio disciplinario demarca la posibilidad de reconocer la modelación no solo como aquel proceso que establece conexiones entre las matemáticas y el mundo real, sino que vincula el conocimiento matemático con diversas formas de interpretarlo.

En relación con lo anterior, algunos documentos curriculares señalan que las matemáticas adquieren sentido al vincularse con el mundo real (MEN, 1998b; 2006), y proponen la modelación matemática como una estrategia pedagógica para fortalecer dicho vínculo. Este enfoque permite que los estudiantes no solo apliquen el conocimiento matemático en contextos prácticos, sino que también integren conocimientos, métodos y perspectivas de otras áreas del saber para abordar problemas complejos. De este modo, la modelación matemática se configura

no solo como una estrategia, sino que también permite explorar las condiciones bajo las cuales las matemáticas se relacionan con la realidad y con otros saberes.

En el campo de la modelación matemática, Villa-Ochoa (2009) acuña el término de Sentido de Realidad, que alude a una sensibilidad que el profesor tiene frente a la realidad, y que está ligado a la capacidad de detectar situaciones del contexto sociocultural potenciales para que se pueda movilizar el conocimiento de los estudiantes. Sin embargo, en la modelación matemática no siempre se utilizan contextos que valoren la producción de conocimientos de las disciplinas que intervienen (Villa-Ochoa et al., 2017), e incluso existen algunas concepciones donde se refiere a una modelación en contextos intra-matemáticos, es decir, procesos de modelación enmarcados dentro de la misma disciplina. Si bien estas concepciones son apropiadas para ciertos contextos y propósitos, en el caso de esta investigación es importante el reconocimiento de las relaciones entre las matemáticas con otras disciplinas y saberes, debido a su relación con la vida real y potencial vínculo con la atribución de sentido.

Para comprender el término de Sentido de Realidad propuesto por Villa-Ochoa (Villa-Ochoa et al. 2009a; 2009b), hay que considerar que las disciplinas no existen aisladas, sino que se relacionan de forma constante en la constitución del mundo real. Estas relaciones se ven representadas en fenómenos sociales, culturales, naturales, y en las aulas de clase. Así, surge la necesidad de, en el papel de docentes en formación, preguntarse por las formas en que se puede aprovechar este vínculo entre las matemáticas y el mundo real desde la complejidad que este último implica, para propiciar la construcción de sentido de los estudiantes alrededor de las matemáticas.

Al indagar sobre vínculos entre las matemáticas y el mundo real, es notoria la presencia de elementos representativos de otras disciplinas como puntos de encuentro. Así, también se encuentra de forma recurrente el término interdisciplinariedad, presentándose como polisémico.

Espinoza (2018) postula que esta polisemia se debe a que “la interdisciplinariedad refleja y concreta la compleja realidad en todas las actividades humanas destinadas a comprenderla y transformarla”, por lo que sus concepciones son atadas al contexto en el que se desarrollan.

En relación con esto, algunos investigadores como Fragoso et al. (2017) definen la interdisciplinariedad como una interacción entre dos o más disciplinas, producto de lo cual se enriquecen mutuamente; Lodeiro (2013) la menciona en términos de un nivel de integración entre disciplinas, mientras que Fiallo (2016) la reconoce como un proceso, una filosofía de trabajo y una forma de pensar para conocer la complejidad de la realidad objetiva. Por su parte, Almenares et al. (2019) realizan una revisión de literatura en la que se revisan treinta y seis definiciones elaboradas por docentes en un transcurso de seis años, de las cuales cuarenta y siete por ciento responde a una acotación de integración disciplinar.

En el marco de este trabajo situamos la interdisciplinariedad con relación a la integración disciplinar, propendiendo por el reconocimiento y el fortalecimiento de las relaciones entre matemáticas y otras disciplinas, lo que aporta herramientas para que los estudiantes puedan desarrollar una sensibilidad con relación a cómo se movilizan sus conocimientos matemáticos fuera de la escuela y dejar de percibir las matemáticas como una disciplina sin sentido, contribuyendo al desarrollo de un Sentido de Realidad.

En esta línea, esta investigación se centra en explorar el Sentido de Realidad enfocado en los estudiantes, el desarrollo de este representa una posibilidad para “establecer relaciones entre el contexto sociocultural y las matemáticas escolares” (Villa-Ochoa, 2009, p. 170) no solo para los profesores, sino también para los estudiantes, quienes se cuestionan constantemente sobre el sentido de las matemáticas.

## 1.2 Pregunta de investigación

Los documentos curriculares en matemáticas, la literatura en Educación Matemática y la realidad de las clases de matemáticas acompañadas en la Institución Educativa la Inmaculada Concepción presentaron una necesidad alrededor de la construcción de sentido por parte de los estudiantes. Ante esto, el aporte que pretende dar esta investigación está relacionado con describir esos momentos donde se da el desarrollo del Sentido de Realidad, y dar cuenta de cómo la modelación matemática y el enfoque interdisciplinario aportan a este desarrollo.

En esta vía, se propone llevar a cabo un análisis detallado de las diversas experiencias desarrolladas en la Institución Educativa Inmaculada Concepción al trabajar por proyectos de modelación matemática con un enfoque interdisciplinario. En esta investigación se pretende dar cuenta de aquellos elementos que propician el desarrollo del Sentido de Realidad en los estudiantes.

Con base en lo expuesto anteriormente, esta investigación pretende responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo los proyectos de modelación matemática con enfoque interdisciplinario posibilitan el desarrollo del Sentido de Realidad en los estudiantes?

## 1.3 Objetivos

De manera específica, para dar respuesta a esta pregunta y en el marco del desarrollo de esta investigación, los objetivos de esta investigación son:

### *1.3.1 Objetivo general*

Analizar el desarrollo de Sentido de Realidad en estudiantes de noveno grado al realizar proyectos escolares de modelación matemática con un enfoque interdisciplinario.

### *1.3.2 Objetivos específicos*

- Caracterizar las acciones y momentos en los cuales los estudiantes desarrollan el Sentido de Realidad.

- Describir las reflexiones que emergen del desarrollo del Sentido de Realidad en los estudiantes.

# 2 Referentes teóricos

En esta sección se exponen referentes teóricos con los que se fundamenta la investigación, de manera que proporciona elementos para orientar la interpretación y el análisis de los datos. Los núcleos temáticos que se establecen en este trabajo son la modelación matemática, establecida como una estrategia educativa en la que se enmarca el Sentido de Realidad, y el enfoque interdisciplinario, como aquella mirada que orienta ese proceso.

## 2.1 Modelación Matemática

La modelación matemática se ha posicionado como un foco de interés para la comunidad educativa al postularse como una oportunidad para abordar no solo la enseñanza de conocimientos matemáticos; sino también, la aplicación y la socialización de estos, acciones relevantes ante las demandas educativas que la sociedad actual requiere (Biembenguth y Hein, 2004, Biembemgut, 2015a). Así, se ha abierto un campo de investigación que busca definir los objetivos y las maneras de vincular la modelación matemática a la escuela.

Dentro de este marco investigativo, la modelación matemática ha sido conceptualizada desde diversas perspectivas que enriquecen su comprensión, entre ellas se comprende la modelación; como un ambiente de aprendizaje (Barbosa, 2003; Rosa y Orey, 2012; Villa-Ochoa, Sánchez-Cardona y Parra-Zapata, 2022), un proceso (MEN, 1998; Blomhøj, 2004; Greefrath, 2011) o una metodología de enseñanza (Biembengut y Hein, 2004; Niss et al., 2007; Chavarría-Vásquez y Gamboa-Araya, 2024).

La modelación matemática como un ambiente de aprendizaje permite que los estudiantes puedan estudiar, problematizar e investigar fenómenos del mundo real a través del uso de las matemáticas, promoviendo la indagación, el diálogo y la reflexión crítica. A su vez, la modelación como un proceso implica el establecimiento de relaciones entre situaciones provenientes de la realidad y representaciones o estructuras matemáticas (a veces representados

en modelos). Esta concepción ha dado lugar a la identificación de etapas, acciones o subprocesos que configuran distintos trayectos (lineales o no lineales) entre la realidad y las matemáticas, frecuentemente representados en secuencias llamadas ciclos de modelación. Sin embargo, debido a factores como las diferencias en las fases reconocidas por distintos autores y la naturaleza no estrictamente lineal del proceso, no se habla de un único ciclo de modelación, sino de diversos, que responden a enfoques teóricos y metodológicos diferentes. Esta diversidad constituye un campo en permanente desarrollo investigativo. En esta línea, Borromeo Ferri (2006) y Perrenet y Zwaneveld (2012) realizan revisiones de varios ciclos de modelación propuestos por diferentes investigadores, analizando las fases que los integran y discutiendo sus implicaciones en educación matemática.

Finalmente, la modelación matemática también ha sido concebida como una estrategia de enseñanza en la que se parte de un tema o situación para formular preguntas que orienten la comprensión y la resolución de estas mediante herramientas matemáticas. Entre los aportes que se reconocen en su aplicación se destacan: la integración de las matemáticas con otras áreas, el desarrollo de habilidades para leer, interpretar y resolver problemas, además de permitir el acercamiento a procesos investigativos, el desarrollo del pensamiento crítico y dotar de sentido la matemática (Biembengut y Hein, 2003; 2004).

En el marco de esta investigación la modelación matemática se asumirá como una estrategia de enseñanza, ya que, como lo establecen Biembengut y Hein (2004), permite articular el aprendizaje de contenidos matemáticos con la formulación, el análisis y la resolución de situaciones provenientes del mundo real. De esta manera, se promueve una comprensión de las matemáticas en relación con otras áreas del conocimiento y con el entorno social y cultural de los estudiantes.

Con relación a la Modelación Matemática entendida como estrategia de enseñanza se reportan diferentes investigaciones en la literatura. Por ejemplo, en el trabajo de Caballero et al. (2020) se socializa una experiencia de modelación en torno a la enseñanza de la estadística a través de situaciones extraídas del contexto de los estudiantes y se da cuenta de un mayor rendimiento académico en los estudiantes y una mayor motivación. Por su parte, en Molina-Mora (2017) se presenta una experiencia de modelación matemática en torno a la educación universitaria, más específicamente, en un curso de cálculo integral y se da cuenta de cómo, apoyándose con la integración de TIC en la modelación, los estudiantes pudieron establecer conexiones entre el contenido matemático y sus campos de estudio específicos y desarrollar habilidades críticas en torno a la evaluación de los modelos.

En adición, Alemán et al. (2022) presentan una experiencia en relación con la resolución de situaciones problemas a través de la modelación matemática como estrategia de enseñanza. Derivado de esta experiencia establecen que la articulación entre los contenidos matemáticos y las situaciones reales o cotidianas permite "que el conocimiento matemático sea puesto en un plano diferente al teórico y conceptual y surja como una herramienta importante y de apoyo en otras áreas de conocimiento" (p. 2205). Además, este trabajo da cuenta de una mayor capacidad de resolución de problemas en sus estudiantes posterior a la estrategia. Estos resultados van en consonancia con lo expuesto por Biembengut y Hein (2004) respecto a cómo la modelación matemática como estrategia de enseñanza era defendida no solo por permitir que los estudiantes aprendan matemáticas en otros contextos, sino que también despertaran su sentido crítico.

Una vez presentadas algunas de las bondades de la modelación matemática como estrategia de enseñanza, es necesaria la delimitación de las formas en que esta puede llevarse al aula. En ese sentido, la implementación de la modelación no es homogénea ni lineal, por lo que se hace imprescindible reconocer las intenciones pedagógicas que orientan su uso y las

características de las acciones que la movilizan. Esta delimitación permite establecer criterios para el diseño, la aplicación y el análisis de experiencias de modelación matemática en contextos escolares determinados.

En torno a la manera en que la modelación matemática se lleva al aula, Barbosa (2006) establece dos características clave. Primero, debe centrarse en problemas, no en ejercicios; segundo, estos problemas deben provenir de contextos extra matemáticos, como situaciones cotidianas o de otras disciplinas. El enfoque en problemas extra matemáticos permite a los estudiantes desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución creativa, que van más allá de la mera aplicación de algoritmos. En contraste, los ejercicios tradicionales no requieren un esfuerzo profundo de pensamiento, pues suelen ser actividades mecánicas, enfocadas en la aplicación de contenidos o algoritmos memorizados. Como señala Echenique (2006) "los ejercicios no implican una actividad intensa de pensamiento para su resolución… son actividades de entrenamiento, de aplicación mecánica de contenidos o algoritmos aprendidos o memorizados". De manera similar, Díaz y Poblete (2001) explican que la resolución de ejercicios "resulta ser la práctica de una rutina en la cual [el estudiante] ya ha sido iniciado" (p. 36), lo que limita el desarrollo de otro tipo de habilidades en los estudiantes como la capacidad de formular preguntas relevantes, analizar contextos, integrar conocimientos de diversas disciplinas y desarrollar creatividad.

La modelación matemática puede asumirse como una estrategia que transforma el aula en un espacio de investigación, construcción de sentido y diálogo entre saberes. Biembengut y Hein (2004) conciben la modelación como una metodología que "parte de un tema y sobre él desarrolla cuestiones o preguntas que quiere comprender, resolver o inferir. Esas preguntas deberán ser respondidas mediante el uso del conjunto de herramientas matemáticas y de la investigación sobre el tema" (p. 107). Esta aproximación no sólo promueve la aplicación contextualizada del

conocimiento matemático, sino que además “es capaz de llevar al alumno a construir conocimientos que tienen significados o sentido para él” (p. 107), reconociendo su protagonismo en el proceso de aprendizaje.

Desde esta perspectiva, los autores proponen dos tipos de abordaje. El primero tiene como intención proponer situaciones de modelación matemática para la enseñanza de un contenido en específico. El segundo tiene como objetivo “crear condiciones para que los alumnos aprendan a investigar y elaboren modelos matemáticos” (Biembengut y Hein, 2004, p. 117). Este último abordaje propone un trabajo donde el docente funge como orientador, pero son los estudiantes quienes construyen sus trabajos de modelación mediante proyectos.

Autores como Villa-Ochoa et al. (2017) o Sánchez-Cardona et al. (2021) han mencionado que el uso de proyectos de modelación permite desarrollar la creatividad y el trabajo con conocimientos extra matemáticos, implicando así procesos de investigación en contextos reales. Sin embargo, el trabajo por proyectos de modelación también supone ciertas limitaciones y obstáculos, en especial porque los estudiantes requieren de tiempos mayores para llevar a cabo acciones como la recolección de datos, la familiarización con el fenómeno a estudiar, el desarrollo de modelos, el análisis de estos y los procesos de validación.

Con el fin de superar los desafíos mencionados, Biembengut y Hein (2004) proponen el trabajo de modelación a través de proyectos escolares. Esta modalidad permite aprovechar los beneficios de la modelación, como la integración de las matemáticas con otras áreas del conocimiento, el fomento del interés de los alumnos por las matemáticas, y la mejora en su capacidad para leer, interpretar, formular y resolver situaciones. No obstante, a diferencia de los proyectos de modelación, los proyectos escolares son de menor escala, exploran temáticas más delimitadas y permiten tratar los contenidos de manera más accesible y controlada. En esta línea, Biembengut (2015b) resalta que “uno de los propósitos de la educación se logra cuando a los

estudiantes se les ofrecen proyectos que les permiten ampliar su conocimiento, aprender sobre su entorno y hacerlos sentir valorados" (p. 818), lo que subraya la importancia y efectividad del trabajo por proyectos escolares en las clases de matemáticas.

Tomando esto en consideración, en el segundo enfoque propuesto por Biembengut y Hein (2004), el abordaje de los proyectos está estructurado en cinco fases que orientan la implementación en el aula (Figura 1). En la primera fase, se conforman grupos de trabajo y cada uno elige un tema de interés propio, asumiendo la responsabilidad sobre el desarrollo del proyecto. A partir de esta elección, los estudiantes, con orientación del profesor, buscan fuentes bibliográficas o se comunican con expertos para recolectar la información que consideren necesaria o pertinente. En la segunda fase se pretende propiciar la familiarización con el tema. En esta fase, los estudiantes elaboran una síntesis del proceso de indagación realizado y formulan preguntas que les permitan profundizar o cuestionar el enfoque elegido. A partir de estas inquietudes, el docente, en diálogo con el grupo, puede seleccionar una pregunta orientadora que conduzca el desarrollo de la investigación.

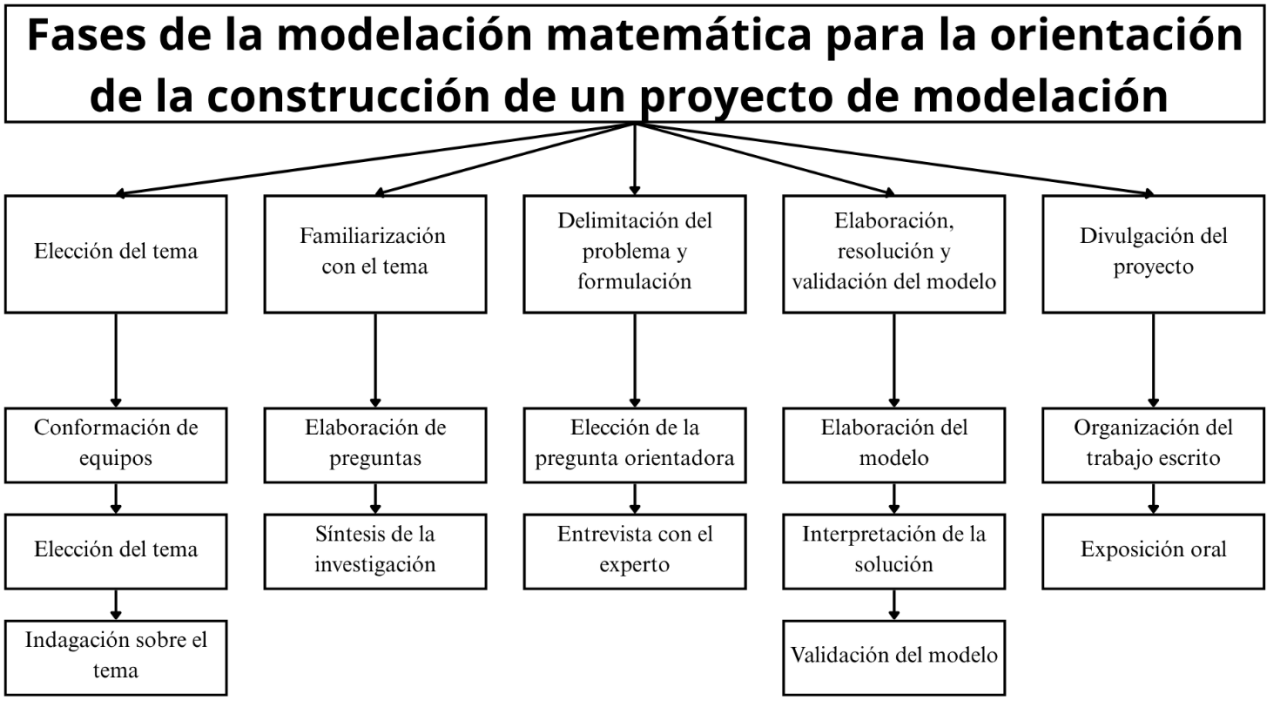
La tercera fase corresponde a la delimitación del problema. En este momento del proceso, se espera que el equipo de trabajo comience a formular preguntas a partir de la información recolectada, tales como: ¿Qué aspectos son relevantes para dar respuesta a la pregunta orientadora?, ¿De qué manera se puede establecer relaciones entre los datos obtenidos?, ¿Qué elementos matemáticos pueden contribuir al análisis y comprensión de dicha información? A partir de estas reflexiones, se busca construir una formulación del problema en términos matemáticos. Asimismo, esta fase puede incluir la elaboración de planes de acción para abordar la pregunta, la consulta con expertos y la integración de saberes provenientes de contextos extra-matemáticos que enriquezcan el abordaje del problema.

Posterior a esto, en la cuarta fase, se procede a la elaboración del modelo matemático, su resolución y validación. El propósito es construir un modelo que permita dar solución a la pregunta planteada, pero la naturaleza del modelo puede variar y propiciar el desarrollo de asuntos como descripciones, predicciones, comparaciones o análisis e interpretaciones. Para esto, se asumen los modelos como "un conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que representa, de alguna manera, el fenómeno en cuestión" (Biembengut y Hein, 2004, p. 106). Para la elaboración del modelo se requiere que el grupo de trabajo movilice conocimientos matemáticos y no matemáticos (que pueden provenir de otras áreas del conocimiento o de experiencias personales), y de "una buena dosis de intuición y creatividad para interpretar el contexto y discernir cuáles son las variables involucradas" (Biembengut y Hein, 1999, p. 12-13).

Finalmente, la quinta fase se centra en la socialización de los resultados. En esta etapa, los grupos diseñan estrategias para compartir los hallazgos obtenidos, que pueden incluir la elaboración de un informe escrito, una presentación oral u otros formatos pertinentes. De acuerdo con Biembengut y Hein (2004), "es de importancia esencial que el trabajo sea divulgado" (p. 119), ya que esta divulgación no solo visibiliza los cuestionamientos, procesos, creaciones y análisis realizados, sino que también contribuye al fortalecimiento de habilidades comunicativas y argumentativas en los estudiantes.

**Figura 1**

*Fases de la modelación matemática según Biembengut y Hein*




*Nota.* Adaptado de "Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática" (Biembengut y Hein, 2004)

Esta estructura muestra que la modelación matemática no solo favorece la comprensión de conceptos e información, sino que también fortalece habilidades investigativas, comunicativas y colaborativas. En adición, al involucrarse en su propio proceso de investigación, los estudiantes se convierten en corresponsables de su aprendizaje, lo que les permite conectar la matemática con áreas de su entorno y sus intereses personales, además de desarrollar un sentido crítico y creativo, un pensamiento reflexivo y autonomía (Biembengut y Hein, 2004).

Este abordaje también permite a los estudiantes mirar su entorno con otros ojos, reconocer situaciones de su contexto para comprenderlas, analizarlas y resignificarlas mediante el conocimiento matemático. Desde esta perspectiva, el aprendizaje trasciende la adquisición de

contenidos y se convierte en una oportunidad para interpretar el mundo, así, esta estrategia "es capaz de llevar al alumno a construir conocimientos que tienen significados o sentido para él" (Biembengut y Hein, 2004, p. 108), lo que refuerza la idea de que los proyectos de modelación no solo benefician el conocimiento académico, sino también el desarrollo personal y social de los estudiantes.

La construcción de sentido que posibilita la modelación matemática ha captado el interés de la comunidad académica, al ser reconocida como una vía para acercar las matemáticas a la vida de los estudiantes y subsanar sus cuestionamientos sobre el para qué estudiar esta disciplina (Villa-Ochoa et al. 2009). Este potencial ha motivado a docentes a incorporar experiencias de modelación en sus aulas, con el propósito de que los estudiantes construyan significados en torno al conocimiento matemático. Así, en el marco de la modelación matemática autores como Villa-Ochoa, en diversas investigaciones han acotado al termino de Sentido de Realidad como un componente al incorporar la modelación en las aulas de clase. Para comprender este término, se retoman los planteamientos de Villa-Ochoa et al. (2009, 2010, 2011, 2013), quien lo define para los profesores como la sensibilidad que estos tienen frente a la realidad y la capacidad de identificar situaciones y oportunidades en el contexto sociocultural que permitan movilizar el conocimiento matemático de los estudiantes.

Este Sentido de Realidad, más que una componente racional del conocimiento del profesor es "una componente subjetiva que metafóricamente actúa como una lupa con la cual el profesor observa la realidad objetiva y le posibilita la (re)significación de dicha realidad a partir de un proceso de modelación matemática" (Villa-Ochoa et al, 2010, p. 1449). En coherencia con esto, se considera que, al enfrentar situaciones reales del contexto sociocultural al interior del aula, la modelación se convierte en una herramienta que permite (re)significar dichos contextos. Así, al enfocar el término de Sentido de Realidad en la población estudiantil, entendemos este

como la sensibilidad que un estudiante tiene frente a la realidad y su capacidad para reconocer situaciones y oportunidades en el contexto sociocultural que permitan movilizar el conocimiento matemático (Villa-Ochoa et al., 2009).

El desarrollo del Sentido de Realidad está "fuertemente influenciado por las relaciones académicas vividas entre el sujeto y las matemáticas" (Villa-Ochoa et al. 2010, p. 1089). Así, se concibe como una construcción subjetiva que se ve influenciada por la experiencia educativa, el contexto y la significación personal que tiene el estudiante en relación con el conocimiento matemático. En esta línea, el Sentido de Realidad se configura como una sensibilidad que posibilita a los estudiantes mirar su entorno con una disposición distinta, reconociendo situaciones del contexto sociocultural que pueden ser comprendidas, cuestionadas o transformadas mediante el conocimiento matemático.

En coherencia con lo anterior, Villa-Ochoa et al. (2009) afirman que el Sentido de Realidad permite la "(re)elaboración" del significado de esa realidad o la generación de una nueva "interpretación" de la misma, como resultado de la experiencia de modelación matemática. Es decir, a través de la construcción y uso de modelos, el estudiante no solo aplica conceptos matemáticos, sino que también resignifica su entorno, desarrollando una mirada crítica, investigativa y creativa que incentiva el diálogo y la indagación en relación con diversas problemáticas provenientes de la realidad, involucrando al estudiante en el desarrollo del conocimiento (Villa-Ochoa et al., 2009; Villa-Ochoa y Jaramillo, 2011).

El Sentido de Realidad se caracteriza por permitir que los estudiantes tengan una sensibilidad hacia su contexto sociocultural, permitiéndoles identificar cómo los conceptos matemáticos pueden aplicarse a su propia realidad. Esto les permite comprender que las matemáticas no son solo teorías abstractas, sino que están presentes en sus contextos, como sus experiencias familiares, culturales y comunitarias. Además, esta perspectiva valora la

subjetividad, entendiendo que el Sentido de Realidad que desarrolla cada estudiante es único, aunque provenga de las mismas experiencias.

También, se requiere que los estudiantes piensen de manera creativa; una creatividad orientada a encontrar soluciones y a explorar nuevas formas de comprender y abordar la realidad. En paralelo, se espera que adopten una actitud reflexiva, analizando cómo las situaciones que enfrentan se relacionan con el mundo que los rodea. De esta manera, el Sentido de Realidad impulsa la conexión entre las matemáticas y la vida cotidiana, a través de la modelación de contextos donde los estudiantes transforman su comprensión del entorno y utilizan las matemáticas no solo para explicarlo, sino también para cuestionarlo.

Durante el proceso de modelación, el reconocimiento y la aplicación de conocimientos matemáticos por parte de los estudiantes requiere que estos pongan en uso su pensamiento matemático para enfrentarse a problemas socioculturales “en los cuales los estudiantes se ven enfrentados a la identificación y manipulación de datos, a la simplificación y abstracción de cantidades y variables” (Villa-Ochoa et al, 2009, p. 170). A través de estas acciones, los estudiantes desarrollan herramientas para reconocer interrelaciones entre variables y adquirir una visión más crítica de los problemas. Este proceso les permite identificar patrones y relaciones no evidentes, fortaleciendo su capacidad para abordar problemas que demandan un análisis desde varias perspectivas.

Para propiciar el desarrollo del Sentido de Realidad en el aula, se hacen necesarios algunos elementos clave. Resulta fundamental que el estudiante sea parte activa del desarrollo del conocimiento, lo cual implica que este asuma un rol que va más allá del simple receptor de información, así, el estudiante se convierte en protagonista de su proceso de aprendizaje formulando preguntas, explorando estrategias, validando sus ideas y reconstruyendo significados.

Este relacionamiento es clave para que la modelación matemática no se reduzca a una actividad instrumental.

Asimismo, es necesario que la realidad problematizada en los proyectos de modelación trascienda la idea de revestir un concepto matemático en situaciones artificiales, y se centre en problematizar aspectos propios del contexto capaces de despertar el interés del estudiantado. Así, en lugar de partir de un contenido matemático para luego buscarle una aplicación contextual, se plantea comenzar con la exploración de fenómenos del mundo real que interpelen a los estudiantes y desde los cuales emerja la necesidad de recurrir a herramientas matemáticas (Villa-Ochoa et al, 2009).

En consonancia, se destaca la importancia de promover la reflexión sobre el contexto como un espacio de problematización que permita generar cuestionamientos, reflexiones y posicionamientos críticos. En este marco, la función del docente no se limita a mostrar ejemplos donde las matemáticas se vean reflejadas en el mundo real, sino que debe orientar procesos donde los estudiantes puedan reconocer y movilizar sus conocimientos matemáticos en él.

En consecuencia, el desarrollo del Sentido de Realidad constituye un primer paso para trascender del aprendizaje de las matemáticas basada en la transmisión de conocimientos, permitiendo que los estudiantes construyan un posicionamiento crítico y reflexivo y resignifiquen sus realidades, dando pie a procesos de atribución, construcción y reconstrucción de sentido (Villa-Ochoa et al., 2009). De este modo, la modelación matemática como estrategia toma un papel importante, puesto que fomenta el desarrollo de un Sentido de Realidad al permitir que los estudiantes exploren fenómenos del mundo real y utilicen herramientas matemáticas para interpretarlos y solucionarlos. Desde esta perspectiva, la interdisciplinariedad se presenta como un recurso valioso para fomentar el Sentido de Realidad, al permitir abordar los problemas desde diversas áreas del conocimiento. Esta integración no solo amplía la comprensión de los

contenidos, sino que también incrementa la motivación de los estudiantes al mostrar que lo aprendido en clase se moviliza fuera del aula y se evidencia en su contexto. Por lo tanto, la interdisciplinariedad se presenta como un enfoque que permite potenciar el Sentido de Realidad, al ofrecer una visión más completa y enriquecida del conocimiento, lo que justifica la necesidad de profundizar en algunos elementos que son considerados para el desarrollo de esta investigación.

## 2.2 Enfoque Interdisciplinario

En el currículo colombiano se propone una enseñanza que se organiza por áreas del conocimiento, lo que permite abordar conceptos, métodos, técnicas y prácticas propias de cada disciplina. Esta organización no implica necesariamente una fragmentación del saber, pues los mismos documentos curriculares hacen llamados a la articulación de contextos y conocimientos de otras disciplinas. Sin embargo, en la práctica escolar, esta integración presenta desafíos frente a la experiencia de los estudiantes, quienes interactúan cotidianamente con un mundo complejo y globalizado en el que los saberes no se presentan de manera fragmentada. Por ello, resulta pertinente promover en el aula experiencias de aprendizaje que reconozcan esta confluencia de conocimientos y favorezcan la resolución de situaciones desde una perspectiva más integrada y coherente con el contexto en el que viven.

En la escuela, los objetos y las temáticas de estudio suelen abordarse dentro de un solo campo disciplinar a la vez, aunque este enfoque permite profundizar en las particularidades de los temas, dificulta que los estudiantes logren conectar los conocimientos adquiridos con otras disciplinas o con situaciones del mundo real. Un ejemplo de esta limitación es cómo las representaciones de las situaciones problemáticas en el aula a menudo se presentan como “totalidades aisladas, relativamente estáticas, conformadas por elementos yuxtapuestos, poco diferenciados y pobremente relacionados entre sí” (Vasco et al., 1999, p. 10). Esto resalta la

necesidad de trabajar desde una perspectiva interdisciplinaria, donde los conocimientos se entrelacen y se presenten en contextos más completos y dinámicos, permitiendo una comprensión conectada con la realidad.

Ante esto, la necesidad latente de que el conocimiento matemático responda a "una multiplicidad de opciones e intereses que permanentemente surgen y se entrecruzan en el mundo actual" (MEN, 1998, p. 3) exige que este conocimiento no se acople a una visión fragmentada del mundo, sino que interactúe con el conocimiento propio de otras disciplinas. Esto permite que el estudiante complemente sus conocimientos y aborde los problemas con perspectivas más amplias e integrales.

Como respuesta a la necesidad de permitir estas interacciones, la interdisciplinariedad ha sido un término referenciado recurrentemente cuando se atiende a la necesidad de no ver el conocimiento de forma aislada. En relación, Fragoso (2016) postula que la finalidad de la interdisciplinariedad es que la integración de saberes correspondientes a campos de conocimientos diferentes permita abordar problemas relativos a un objeto de conocimiento, no desde la particularidad, sino desde la relación entre estos campos. Fragoso et al. (2017) aluden a la interacción entre dos o más disciplinas cuando se refieren a la interdisciplinariedad, destacando que estas interacciones enriquecen mutuamente sus marcos conceptuales, procedimientos y metodologías. Lodeiro (2013) presenta una visión similar, ya que también describe la interdisciplinariedad como una interacción entre disciplinas que produce un enriquecimiento mutuo, sin embargo, se distingue de Fragoso al clasificar la interdisciplinariedad como un nivel de integración disciplinar, lo que implica que existen diferentes niveles con variadas profundidades en esta integración. Esto sugiere que la interdisciplinariedad no es un concepto único o uniforme, sino que puede manifestarse de manera más superficial o profunda, dependiendo del grado de conexión y colaboración entre las disciplinas involucradas.

De estos planteamientos se evidencia que hay un referente común hacia la integración o la interacción entre disciplinas. De esta manera, en el marco de esta investigación asumiremos la postura de Lenoir (2013), quien recoge tres diferentes posturas culturales de la interdisciplinariedad y establece que un enfoque interdisciplinario debe unir elementos correspondientes a las perspectivas que están presentes en Francia, Estados Unidos y Brasil. Con ánimos de abogar por una complementariedad, Lenoir (2013) recoge tres propósitos para tener en cuenta cuando se realizan actividades interdisciplinarias:

- Una búsqueda de sentido, es decir, adoptar el proyecto como meta común y considerar los saberes en su complementariedad.
- Una búsqueda de la funcionalidad, donde hay cooperación entre las personas involucradas de diferentes disciplinas o profesiones.
- Una búsqueda de lo humano que considera al sujeto, a uno mismo y a los otros.

Tomando en cuenta las tres perspectivas expuestas por Lenoir (2013), a continuación, se presenta una síntesis de sus características (Tabla 1).

**Tabla 1**

*La interdisciplinariedad desde tres perspectivas.*

| **Perspectiva** | **Características** | **Propósito** |
|---|---|---|
| Filosófica y/o epistemológica | Unión abierta entre pensamiento y práctica interdisciplinaria. | Búsqueda del sentido (lógica racional). |
| | Enfoque en la reflexión y el pensamiento crítico. | |
| | El saber se concibe como herramienta de emancipación. | |
| | Consideración de la conceptualización y construcción de la problemática. | |
| | Reflexión epistemológica sobre los saberes disciplinarios en interacción. | |
| | Considera la interdisciplinariedad como una construcción académica y conceptual. | |
| Instrumental | Realización de la acción productiva (resolver la problemática una vez construida). | Búsqueda de la funcionalidad (lógica instrumental). |
| | De carácter pragmático y metodológico. | |
| | Enfatiza el “saber hacer”: competencias, inserción social, habilidades prácticas. | |
| | La interdisciplinariedad se concibe como medio, no como fin. | |
| | Foco en la resolución de problemas reales y sociales. | |
| | Apunta a la integración funcional de los saberes (aprendizaje aplicado). | |
| Afectiva | Considera la dimensión humana, afectiva y subjetiva. | Búsqueda del «sí» (lógica subjetiva). |
| | Importancia de la relación social en el aprendizaje y la enseñanza. | |
| | Concentración en el 'yo' integrador y no en las relaciones entre disciplinas. | |
| | La interdisciplinariedad sirve para la realización del sujeto. | |
| | Fundada en una perspectiva fenomenológica e introspectiva. | |
| | Se considera una práctica transformadora. | |

*Nota.* Adaptado de La interdisciplinaridad: por un matrimonio abierto de la razón, de la mano y del corazón, por Lenoir (2013)

Si bien las perspectivas teóricas de la interdisciplinariedad permiten comprender las diversas formas en que se conciben las relaciones entre disciplinas (ya sea desde una lógica racional, instrumental o subjetiva), resulta necesario avanzar hacia su concreción en contextos educativos específicos. En este sentido, transitar del concepto de interdisciplinariedad hacia un enfoque interdisciplinario supone traducir esas perspectivas teóricas en decisiones metodológicas concretas, donde las disciplinas se integren de manera coherente y complementaria para responder a problemáticas relevantes, favorecer la comprensión integrada del conocimiento y enriquecer la experiencia de aprendizaje.

Un enfoque interdisciplinario, por tanto, debe estar alineado con las características esenciales de la interdisciplinariedad, no solo en lo que respecta a la articulación de saberes, sino también en función de los propósitos que dicha perspectiva teórica plantea. Así, no basta con reunir contenidos de distintas disciplinas: es necesario generar actividades que permitan su interacción real, que propicien la construcción de significados compartidos, y que contribuyan a desarrollar en los estudiantes una comprensión más compleja, contextualizada y crítica del conocimiento. Así, las intervenciones bajo este enfoque deben diseñarse para favorecer procesos de integración que respondan tanto a los principios del enfoque adoptado como a las necesidades y realidades de los estudiantes, permitiendo que la interdisciplinariedad se exprese en las prácticas de aula de manera auténtica y significativa.

De esta manera, se pretende que el enfoque interdisciplinario permita considerar y evidenciar los relacionamientos entre disciplinas, y así trascender la idea de integración entendida como simple coexistencia de múltiples disciplinas del conocimiento. En cambio, se busca enfatizar las interacciones que emergen en el proceso de integración, promoviendo una visión más compleja e interrelacionada del conocimiento. Dicho enfoque no se limita a la presencia

simultánea de contenidos disciplinares, sino que promueve la generación de conexiones significativas entre ellos en función de un propósito común de enseñanza.

En el marco de la modelación matemática, las tres perspectivas de la interdisciplinariedad propuestas por Lenoir (2013) permiten comprender los proyectos de modelación matemática desde una visión integral del conocimiento y de la práctica educativa.

Desde la perspectiva filosófica o epistemológica, la modelación se concibe como una oportunidad para reflexionar sobre el sentido del conocimiento matemático, su relación con otras áreas y su función dentro de la comprensión del mundo. Esta mirada permite que el proceso de modelación no se limite a la aplicación de fórmulas, sino que se transforme en un ejercicio de pensamiento crítico, donde los estudiantes construyen significados y reconocen el carácter emancipador del saber matemático al enfrentarse a problemas reales.

En la perspectiva instrumental, la modelación matemática se asocia directamente con la acción productiva: resolver situaciones reales, formular y validar modelos, y generar soluciones contextualizadas. Esta dimensión enfatiza el “saber hacer” mediante la integración funcional de saberes y la aplicación práctica del conocimiento. En los proyectos de modelación, ello se refleja en el diseño de estrategias metodológicas que buscan dar respuesta a problemáticas concretas del entorno, articulando la teoría con la práctica.

Finalmente, la perspectiva afectiva permite reconocer el componente humano y social que está en los procesos de modelación. En los proyectos, los estudiantes no solo aplican conocimientos matemáticos, sino que dialogan, colaboran y se reconocen como parte de una comunidad que reflexiona sobre su realidad. Esta perspectiva aporta el componente introspectivo y transformador del aprendizaje, al promover la reflexión sobre el propio proceso y el impacto de las acciones en el contexto.

En conjunto, estas tres perspectivas permiten comprender la modelación matemática desde un enfoque interdisciplinario que articula el pensamiento racional, la acción práctica y la dimensión humana del aprendizaje, permitiendo a los estudiantes dotar de sentido las matemáticas al integrarlas en la comprensión y transformación de su entorno.

# 3 Marco metodológico

Este apartado describe el enfoque metodológico que orientó la presente investigación, así como las decisiones técnicas y procedimentales que se adoptaron para su desarrollo. Es parte de un paradigma que reconoce la complejidad de los fenómenos educativos y la importancia de comprender las experiencias y los significados construidos por los actores en contextos específicos. En ese sentido, se presenta el contexto en el que se llevó a cabo la intervención, las características de los participantes, las técnicas y los instrumentos que se utilizaron para la recolección de información.

Asimismo, se expone el diseño que se implementó durante la intervención en la Institución Educativa Inmaculada Concepción; se detallan sus propósitos, momentos y elementos que lo componen y la estructura de su aplicación. Finalmente, se describe el proceso que se empleó para el análisis de los resultados, el cual busca ofrecer una interpretación de las evidencias que se recogieron, en coherencia con los objetivos del estudio y el enfoque cualitativo que lo sustenta. Los diferentes elementos que componen la metodología resultaron fundamentales para analizar cómo se configura el Sentido de Realidad en el marco de proyectos escolares de modelación matemática que se desarrollaron desde un enfoque interdisciplinario.

## 3.1 Paradigma y enfoque de investigación

La presente investigación se enmarcó en el paradigma interpretativo, el cual parte del supuesto de que la realidad educativa es una construcción social que debe ser comprendida desde los significados, las percepciones, las intenciones y las acciones de quienes la experimentan. El paradigma interpretativo centra su atención en la acción humana, concebida como una manifestación guiada por los significados que las personas construyen en interacción con otros. Desde esta perspectiva, el interés investigativo no se limita a los comportamientos visibles, sino

que se orienta a comprender las representaciones simbólicas que los sujetos elaboran sobre sus propias prácticas.

Este paradigma considera fundamental la perspectiva de los participantes, ya que una comprensión profunda de casos particulares permite conocer significados, tendencias o simbolismos que configuran una realidad. La interpretación, en este contexto, *"*supone, por un lado, la construcción de sentido, y, por otro, modos diferentes, diversos, singulares de construir ese sentido*"* (Vain, 2012, p. 39). Esto se alinea con el objetivo de la investigación, el cual se centra en analizar el desarrollo de Sentido de Realidad en estudiantes de noveno grado al realizar proyectos escolares de modelación matemática con un enfoque interdisciplinario.

Este paradigma implica una actitud metodológica abierta y flexible, en la que los diseños de investigación se construyen desde la globalidad y en relación con los contextos. En palabras de Ricoy Lorenzo (2006), este paradigma *"*busca profundizar en la investigación, planteando diseños abiertos y emergentes desde la globalidad y contextualización*"* (p. 17). Esto permite no solo interpretar los fenómenos, sino también adaptar los procesos investigativos al dinamismo de los contextos de los participantes.

En esta línea, el paradigma interpretativo resulta especialmente pertinente para el campo educativo, ya que reconoce la complejidad y la diversidad inherente a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Como plantea Sáez (1989) *"*los procesos de educación son procesos globales, holísticos, intangibles. Se construyen, no siempre son los mismos, únicos y repetibles; muy al contrario, son divergentes y múltiples" (p. 28). En consecuencia, este paradigma permite aproximarse a la comprensión de la educación desde una perspectiva sensible a sus múltiples formas de manifestación. Así, "el tipo de conocimiento que se obtiene de la investigación es un conocimiento comprensivo, no prescriptivo. Se trata de comprender los fenómenos educativos tal y como se producen en la práctica*"* (Sáez, 1989, p. 28). Este argumento reafirma la importancia

de explorar las dinámicas escolares en su singularidad y su complejidad con el ánimo de reconocer que cada experiencia educativa es única y situada en un contexto particular.

Este paradigma parte de un supuesto epistémico clave: la relación entre quien investiga y lo investigado es dialógica y subjetiva. El investigador no se sitúa como un observador externo, sino como un sujeto que co-construye el conocimiento junto a los participantes. En este sentido, la objetividad no se concibe como neutralidad, sino como el acceso reflexivo al simbolismo que crean los participantes (Santamaría, 2013). En el contexto de esta investigación, este paradigma se vio reflejado al asumir que el conocimiento no surge de la mera observación de los estudiantes, sino del diálogo constante con ellos y de la interpretación compartida de sus experiencias. En este proceso, las reflexiones, emociones y construcciones simbólicas que emergen durante el trabajo de modelación se consideran insumos esenciales de análisis que permiten comprender cómo los estudiantes atribuyen sentido a su aprendizaje y transforman su manera de ver la realidad.

En concordancia con el paradigma de la investigación, esta se orientó por un enfoque cualitativo, el cual pretende explorar la comprensión que los participantes tienen de un fenómeno basados en su relación con el contexto. En consecuencia, este enfoque se caracteriza por tener planteamientos abiertos, analizar múltiples realidades subjetivas y permitir al investigador contextualizar el fenómeno, adquirir una riqueza interpretativa y una profundidad en los significados que perciben y experimentan los participantes derivados de la investigación (Hernández et al., 2014).

El enfoque cualitativo “extrae significado de los datos y no necesita reducirlos a números ni debe analizarlos estadísticamente” (Hernández et al., 2014, p. 10). Así, el investigador recaba datos a través de expresiones escritas, verbales, no verbales y visuales para describir, analizar y reconocer tendencias, perspectivas, emociones, experiencias, significados y subjetividades de los participantes, en el marco de esta investigación este enfoque se materializa en la interpretación de

los discursos, producciones y comportamientos de los estudiantes, reconociendo en ellos no solo información descriptiva, sino manifestaciones de sentido y construcción de conocimiento.

En esta mirada, el investigador es consciente de que hace parte del fenómeno estudiado y que su función es construir conocimiento y reconstruir la realidad desde un carácter holístico, es decir, procura considerar el fenómeno como un todo e intenta evitar su fragmentación en pequeñas partes. Así, este enfoque se desarrolla con base a un proceso inductivo, donde se parte de la exploración para generar descripciones a partir de las cuales se desarrollan las aproximaciones teóricas al fenómeno.

De esta manera, Hernández et al. (2014) define el enfoque cualitativo como:

> *Un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo "visible", lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos.* (p. 9)

Finalmente, este enfoque permitió analizar el desarrollo del Sentido de Realidad porque posibilita comprender los significados que los estudiantes atribuyen a sus experiencias y producciones en contextos reales. Desde esta perspectiva, la investigadora observó cómo los participantes movilizan sus conocimientos matemáticos en situaciones cotidianas y cómo, a través de esa interacción, construyen una sensibilidad que les permite abstraer, reflexionar y resignificar su relación con el entorno. De igual manera, el paradigma interpretativo respaldó este propósito, pues busca comprender cómo los sujetos otorgan sentido a sus experiencias, favoreciendo la construcción de significados y la interpretación profunda de los fenómenos en su contexto.

### 3.2 Contexto y participantes del estudio

La investigación se realizó en la Institución Educativa Inmaculada Concepción, ubicada en la zona urbana de Guarne (Antioquia - Colombia). Esta Institución de carácter público orienta

su quehacer pedagógico hacia la formación integral de personas con competencias académicas y ciudadanas, promoviendo procesos de inclusión que fortalezcan el ser, el saber y el hacer.

Su Proyecto Educativo Institucional fomenta la investigación y la aplicación práctica de conocimientos como base para experiencias de aprendizaje significativas. En adición, la filosofía institucional se sustenta en principios como la formación integral, el aprendizaje significativo y la interacción con el entorno. Además, se promueven valores éticos y sociales fundamentales para la convivencia armónica, como el respeto, la justicia, el liderazgo y la solidaridad con el propósito de formar ciudadanos comprometidos con el desarrollo social, cultural, científico, tecnológico y ambiental de su entorno. (PEI, INEDICO, 2020).

En esta Institución Educativa, el área de matemáticas consta de cinco horas lectivas a la semana, las cuales están distribuidas entre Matemática y Estadística. Sin embargo, dado que el proyecto se caracteriza por un enfoque interdisciplinar, la implementación de las actividades se llevó a cabo en diferentes espacios como las clases de Ciencias Naturales e Inglés.

En este contexto, la investigación se realizó con un grupo del grado noveno, el cual estuvo compuesto por 32 estudiantes, siendo estos adolescentes de entre 14 y 16 años, pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. Estos estudiantes fueron distribuidos en grupos de trabajo, cada uno compuesto por 4 estudiantes. Los estudiantes participaron de todas las actividades propuestas a lo largo de siete sesiones, dosificadas a lo largo de un mes y medio.

Esta dinámica de trabajo fue fundamental para observar la manera en que se configuraron sus experiencias en torno a la modelación matemática con enfoque interdisciplinario. Con el propósito de comprender estas experiencias y recuperar las voces de los participantes, se recurrió a distintas técnicas e instrumentos de recolección de información, seleccionados por su pertinencia para captar tanto dimensiones individuales como colectivas.

### 3.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de información

Para el proceso de recolección de información se seleccionaron diversas técnicas e instrumentos que permiten obtener datos detallados sobre las experiencias y las percepciones de los participantes. Las técnicas, según Zapata (2023), "constituyen los procedimientos concretos que el investigador utiliza para recoger información" (p. 8). En este estudio, la técnica seleccionada fue la observación participante, la cual se materializó en el seguimiento directo de las experiencias desarrolladas durante los proyectos de modelación. A través de esta técnica fue posible registrar las interacciones, las reflexiones y las transformaciones que los estudiantes vivieron en el proceso, comprendiendo desde adentro cómo se configuraban sus formas de pensar, sentir y construir conocimiento.

Por su parte, los instrumentos son un "recurso metodológico que se materializa en un conjunto de reactivos, expresados en un dispositivo o un formato (impreso o digital) que se utiliza para recoger, registrar o almacenar los aspectos relevantes del estudio recabado de las fuentes adecuadas." (Zapata, 2023, p. 9). De esta manera, los instrumentos se constituyen en medios para la recolección de datos, permitiendo registrar la información de forma estructurada y orientada al análisis. Su uso posibilita la identificación de elementos relevantes del proceso investigativo como los comportamientos, expresiones y producciones que emergen durante el desarrollo del proyecto, y la posterior organización de los insumos recogidos en función de los objetivos de la investigación. Los instrumentos elegidos fueron seleccionados para captar tanto las experiencias individuales como grupales alrededor de la intervención, en esta línea, los instrumentos usados fueron: cuestionarios, diarios de campo y productos producidos por los estudiantes.

### *3.3.1 Observación participante*

El cuestionamiento de una realidad, objeto o fenómeno supone una observación guiada por la indagación, orientada a comprender aquello que trasciende lo evidente (Martínez, 2007). En esta línea, la observación se convierte en una técnica esencial en la investigación cualitativa, ya que permite al investigador adentrarse en el contexto de los sujetos y observar de manera directa sus comportamientos, actitudes y eventos, ya sea en un entorno natural o controlado Medina et al. (2023). Esta técnica permite obtener una comprensión más profunda del fenómeno que se investigó, revelando tendencias y relaciones que podrían pasar desapercibidas con otros métodos de recolección de datos como las encuestas estructuradas o las observaciones puntuales.

La observación, como técnica, puede llevarse a cabo de diversas maneras. En este estudio, se empleó la observación participante, donde la investigadora no se limita a ser un observador externo, sino que se involucra activamente en el contexto de estudio, interactuando con los participantes y registrando detalladamente lo que observa. Como afirman Medina et al. (2023), "el investigador debe registrar de forma descriptiva lo observado a partir de la interacción con los sujetos" (p. 21), asunto que permite una comprensión más amplia y contextualizada de las dinámicas que ocurren en el entorno.

Para garantizar la calidad de los datos recogidos, la observación debe registrarse de manera sistemática y detallada en instrumentos como fichas, diarios de campo o bitácoras, ya que estos instrumentos permiten al investigador capturar las observaciones de forma organizada y reflexiva. El registro que permiten estos instrumentos es crucial, ya que proporciona una base sólida para el análisis posterior, esto en línea con la idea de que la observación participante también "se trata de conocer los significados y sentidos que otorgan los sujetos a sus acciones y prácticas" (Sánchez, 2005, p. 117). Para esto, en esta investigación se hizo uso de los diarios de campo como instrumento de recolección de información.

### *3.3.2 Diario de campo*

El diario de campo es un instrumento fundamental en la investigación cualitativa, ya que permite al investigador registrar, de manera continua, las observaciones, las reflexiones y las percepciones durante el proceso investigativo. Como señala Martínez (2007), "El Diario de Campo es uno de los instrumentos que día a día nos permite sistematizar nuestras prácticas investigativas; además, nos permite mejorarlas, enriquecerlas y transformarlas" (p. 77). Este instrumento no solo facilita la organización de los datos, sino que también actúa como una herramienta de mejora constante, permitiendo al investigador reflexionar sobre su práctica y hacer ajustes durante el proceso. De este modo, el diario de campo no solo documenta los hechos, sino que favorece un análisis más profundo y una interpretación continua a lo largo del estudio.

El diario de campo resulta crucial para captar las complejidades de los fenómenos observados, ya que ofrece la oportunidad de ir más allá de los datos superficiales y explorar las dinámicas subyacentes (Bonilla y Rodríguez, 2005). Esta capacidad de profundizar resalta la importancia del diario como herramienta para obtener una comprensión rica y detallada del contexto investigado. En adición, permite a la investigadora identificar patrones y relaciones que en un primer momento podrían no ser evidentes, así, el proceso de escribir en el diario se convirtió en un espacio reflexivo donde la investigadora pudo interpretar los eventos observados, conectar la teoría con la práctica y obtener nuevas perspectivas sobre los datos.

Al registrar las observaciones y los pensamientos a lo largo del proceso investigativo, el diario brinda la oportunidad de realizar un ejercicio constante de autoanálisis, cuestionando el significado de lo observado y su relación con el objetivo de la investigación o los presupuestos iniciales. De este modo, el diario de campo se convirtió en un espacio dinámico de interpretación que facilita un análisis más profundo y reflexivo, lo cual es fundamental para comprender el fenómeno en su totalidad. En esta investigación, el diario de campo fue un instrumento de

observación y reflexión sistemática que permitió registrar no solo los acontecimientos del aula, sino también las percepciones de la investigadora frente a las reacciones de los estudiantes, sus intervenciones verbales y no verbales, y los procesos de participación y apropiación del aprendizaje, así como las dinámicas de interacción, actitudes y las acciones que no fueron captadas por medio de las producciones o cuestionaros.

Por ejemplo, a través de este registro fue posible reconocer momentos en los que los estudiantes lograban vincular los contenidos con situaciones de su vida cotidiana o generaban nuevas interpretaciones frente a los fenómenos estudiados. Asimismo, el diario permitió identificar situaciones clave relacionadas con la construcción del Sentido de Realidad, donde los estudiantes demostraron capacidad para analizar, cuestionar y transformar su comprensión del mundo.

### *3.3.3 Cuestionario*

Los cuestionarios constituyen una herramienta fundamental en la investigación cualitativa, ya que permiten recopilar datos y opiniones de los participantes en torno a una pregunta específica (Medina et al., 2023). Esta herramienta permitió a la investigadora estructurar las preguntas de manera que se aborden aspectos relevantes para el estudio, facilitando la recopilación de información, asunto que contribuyó al logro de los objetivos de la investigación.

En esta investigación se emplearon cuestionarios de tipo abierto, los cuales permiten a los participantes construir sus propias respuestas sin restricciones de opciones predeterminadas (Medina, 2023). Esta modalidad facilita la exploración de percepciones, significados y experiencias, al posibilitar mayor amplitud y profundidad en las respuestas.

### *3.3.4 Producciones de los estudiantes*

Las producciones de los estudiantes constituyeron un instrumento valioso para la recolección de información dentro del proceso investigativo. A través de ellos se recogieron

elementos como tabulaciones, diagramas, modelos y otras representaciones que surgieron del desarrollo de las guías de trabajo. Estos materiales permitieron identificar cómo los estudiantes comprenden, organizan y comunican los fenómenos estudiados, así como las estrategias que emplearon para resolver los problemas propuestos.

La información contenida en estos productos resultó relevante porque las representaciones no solo evidenciaron los procedimientos que utilizaron, sino también las formas en que los estudiantes concibieron el fenómeno estudiado. Así, el papel de la representación se hizo fundamental para entender la comprensión que los estudiantes tienen de lo modelado (Mesa, 2018, p. 113).

De acuerdo con esta perspectiva, el modelo matemático cumple la función de representar una realidad que el modelador reconoce y comprende a partir de sus saberes previos, los cuales provienen de su experiencia cotidiana. En ese proceso, recurre a formas de representación que son aceptadas socialmente como matemáticas y que, al emplearse, adquieren significados convencionales compartidos (Mesa, 2018). Así, los productos de los estudiantes se convirtieron en evidencia del proceso de modelación y de la manera en que los participantes tradujeron su comprensión del mundo en expresiones y representaciones matemáticas susceptibles de análisis.

### 3.4 Diseño de intervención en el aula

La intervención que aquí se presenta se fundamenta en las fases metodológicas propuestas por Biembengut y Hein (2004) para el trabajo por proyectos escolares de modelación matemática, integrando un enfoque interdisciplinario que articula saberes matemáticos con conocimientos provenientes de otras áreas, según las necesidades de cada proyecto. Esta propuesta busca responder a la necesidad de generar experiencias de aula que no solo promuevan el aprendizaje de contenidos matemáticos, sino que también favorezcan el desarrollo del pensamiento crítico, la conexión con fenómenos reales y la comprensión integrada del conocimiento.

La intervención se organizó por sesiones, de forma que cada una aportara a un proceso progresivo de análisis, construcción y validación de modelos. A lo largo de estas sesiones, se propusieron actividades contextualizadas que promovieran la exploración activa por parte de los estudiantes y orientaran el desarrollo de sus proyectos de modelación con enfoque interdisciplinario.

El diseño de la intervención se estructuró en siete sesiones, cada una constituida por diversas actividades secuenciales que responden a una lógica de progresión. Estas actividades se organizaron para favorecer el desarrollo gradual de habilidades de modelación matemática, la integración de saberes provenientes de distintas disciplinas y la apropiación significativa de los conceptos abordados. Insumos como los cuestionarios, actividades y producciones de los estudiantes se encuentran alojados en el siguiente drive de acceso abierto (Insumos).

La secuencialidad propuesta permitió que los estudiantes avanzaran desde la exploración y la comprensión del problema hasta la construcción, la validación y la comunicación de modelos, articulando sus conocimientos previos con nuevas formas de representar y de interpretar la realidad. A partir de la información que se recolectó durante las sesiones de intervención que se presentan a continuación en la Tabla 2, se comprendió cómo se desarrolló el Sentido de Realidad en los estudiantes. Estos registros constituyeron la base para el análisis interpretativo que se abordará en el siguiente capítulo, dedicado a la presentación y la discusión de los resultados.

**Tabla 2**

*Síntesis del diseño de la intervención*

| Sesión | Nombre de la actividad | Tiempo |
|---|---|---|
| 1 | Huellas matemáticas<br>Preguntas para explorar | 2 horas |
| 2 | Caminando en compañía | 2 horas |

| Sesión | Nombre de la actividad | Tiempo |
|---|---|---|
| | Creando un destino en común | |
| 3 | Árbol de conocimientos: nuestro mapa<br>Reconocimiento de gráficas: nuestra lupa<br>Búsqueda de información | 4 horas |
| 4 | Creación del modelo, recorriendo el camino<br>Buzón del guía: nuestra brújula | 4 horas |
| 5 | Círculo de reconocimiento, entrelazando caminos<br>Interpretación del modelo | 4 horas |
| 6 | Un vistazo al paisaje<br>Mirando atrás | 4 horas |
| 7 | Apreciando el camino recorrido | 2 horas |

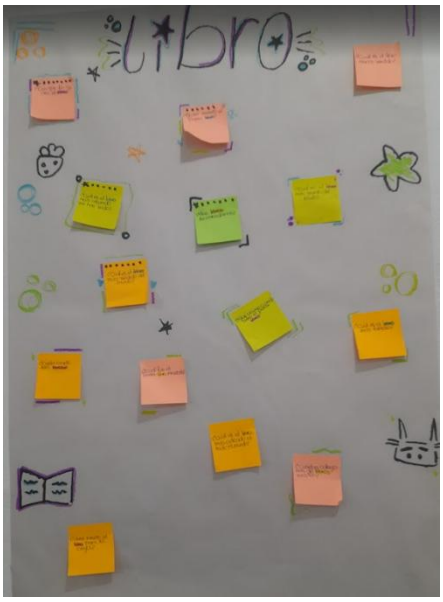
### *3.4.1 Sesión 1*

Esta sesión se estructuró en dos actividades. En un primer momento, se inició con una actividad llamada “Huellas matemáticas”, la cual se constituyó en un cuestionario abierto de cuatro preguntas que indagó por las percepciones que los estudiantes tenían ante las matemáticas y su conexión con el mundo real. Este cuestionario se realizó de manera individual. La segunda actividad llamada “Preguntas para explorar” tuvo como intención que los participantes reconocieran el papel de las matemáticas como herramienta para comprender y abordar problemas del mundo real. Los estudiantes se dividieron en grupos por medio de una dinámica de rompecabezas. Así, cada grupo encontró en sus rompecabezas un objeto sobre el cual debían formular las preguntas que se les ocurrieran, esto se hizo mediante post-its que se pegaron en un papel Kraft. Finalmente, a esta construcción se le llamo muro de la exploración (Figura 2).

***Figura 2***

*Estudiantes construyendo sus muros de exploración.*




Luego de esto, los grupos realizaron el cuestionario que acompañaba la actividad en el cual los estudiantes realizaron asociaciones entre sus preguntas y las diferentes áreas del conocimiento que aportaron a la solución de esta. De esta manera, los estudiantes se aproximaron a la construcción de preguntas de investigación y realizaron discusiones donde analizaron el papel de las matemáticas.

### *3.4.2 Sesión 2*

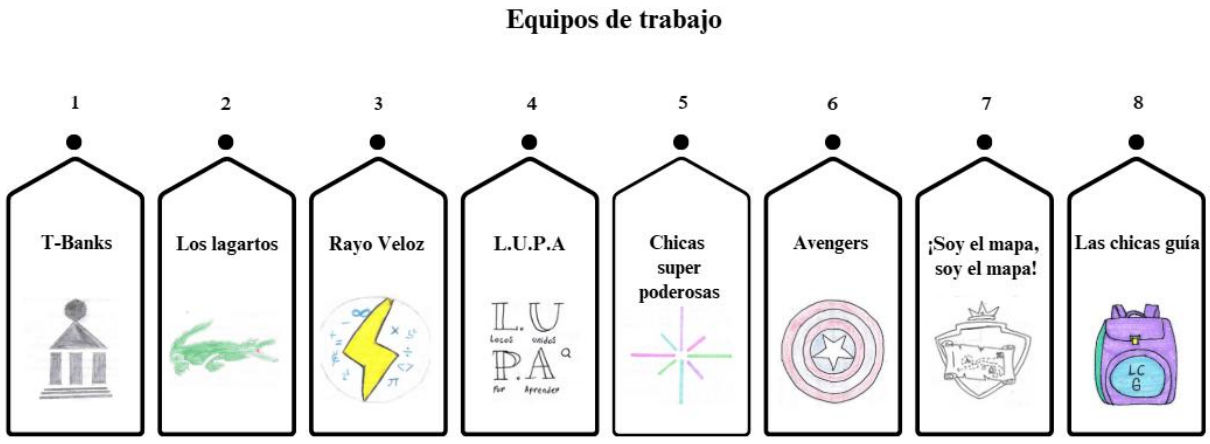
La segunda sesión de la intervención tuvo como propósito fortalecer la colaboración dentro de los equipos de trabajo, así como orientar el inicio del proceso investigativo a partir de los intereses comunes del grupo. Para ello, se desarrollaron dos actividades secuenciales.

La primera actividad, titulada “Caminando en compañía”, se orientó a la conformación de los equipos de trabajo y al fortalecimiento de la identidad grupal en el inicio del proceso. Una vez organizados en ocho grupos de cuatro integrantes cada uno, se le entregó a cada equipo un material de trabajo que incluía una carpeta destinada a recoger los productos y los registros de

todas las sesiones, así como diversos insumos:  resaltadores, marcadores, post-its, entre otros elementos útiles para el desarrollo de las actividades. A partir de allí, cada grupo procedió a crear un nombre y un logotipo que los representara, promoviendo así el sentido de pertenencia y de cohesión (Figura 3). Posteriormente, se realizó la asignación de roles dentro de los equipos, definiendo funciones como gestor del tiempo, ilustrador, comunicador, entre otros, con el fin de fomentar la corresponsabilidad y garantizar una participación organizada y equitativa en las actividades por venir.

**Figura 3**

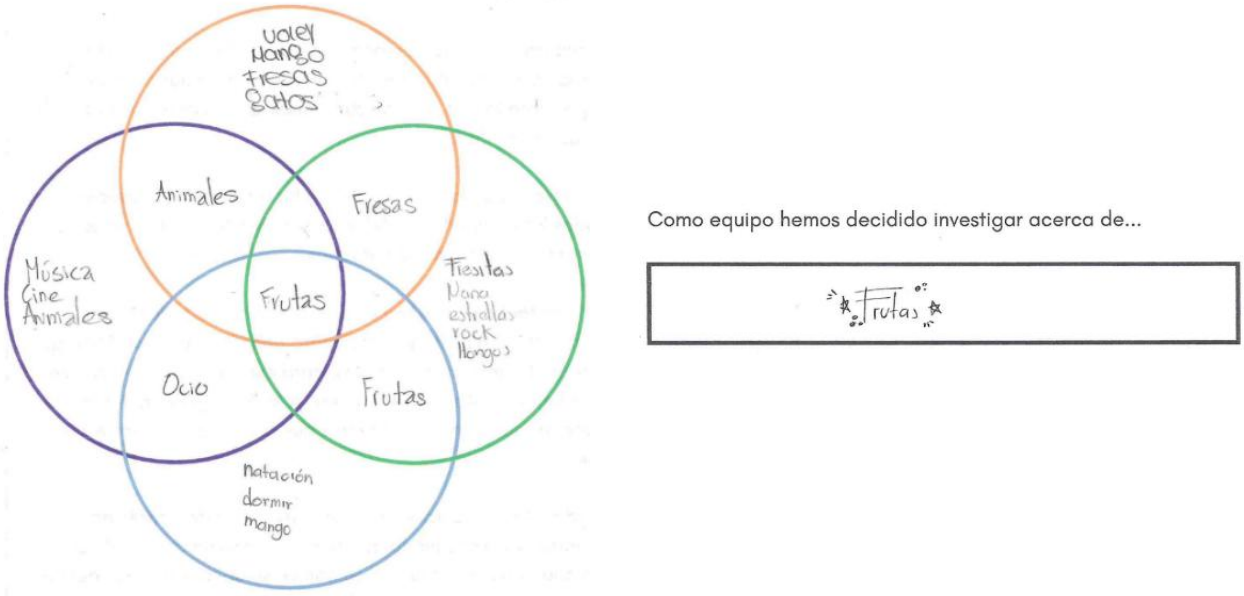
*Nombres y logos de los equipos.*




La segunda actividad, denominada “Creando un destino en común”, se centró en identificar intereses compartidos entre los integrantes de cada equipo, así, a partir de un esquema que permitía orientarlos y filtrarlos, los grupos reflexionaron sobre temas que despertaran su curiosidad o preocupación (Figura 4). En un momento posterior, una vez ya establecido el tema a investigar, los estudiantes formularon varias preguntas orientadoras que sirvieran como punto de partida para el desarrollo de sus investigaciones. Esta sesión permitió no solo promover la participación, sino también garantizar que los proyectos surgieran de motivaciones genuinas de los estudiantes, fortaleciendo así la conexión entre el aprendizaje y el contexto inmediato.

**Figura 4**

*Definición de intereses en común*




Elaborado por: Equipo ¡Soy el mapa, soy el mapa!, Sesión 2.

### *3.4.3 Sesión 3*

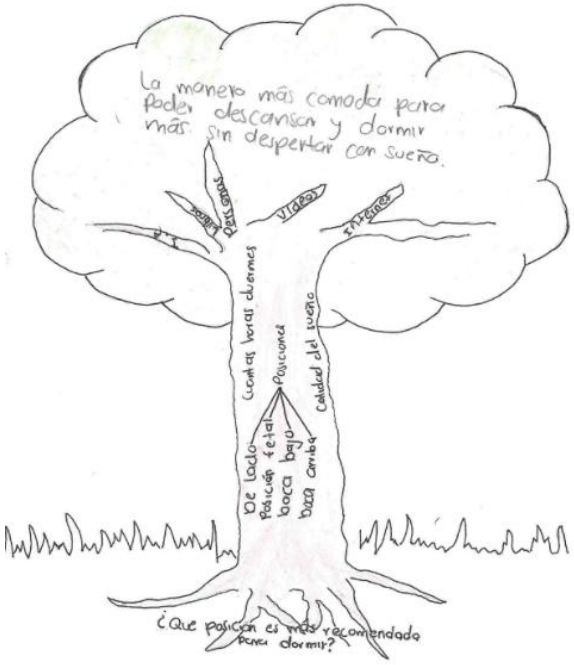
La tercera sesión tuvo como propósito central avanzar en la consolidación del proyecto de investigación de cada grupo, orientando a los estudiantes en la búsqueda autónoma de información, la organización de ideas y la comprensión de modelos gráficos. Para ello, se desarrollaron tres actividades secuenciales, cada una articulada con un propósito específico.

La primera actividad, titulada “Árbol de conocimientos: nuestro mapa”, permitió a los estudiantes organizar la información esencial para el desarrollo de su investigación. Para esto, cada grupo tuvo una asesoría con la docente (la investigadora de este trabajo) para escoger una pregunta orientadora proveniente de las que ya habían formulado en la sesión anterior; para esta elección tomaron en cuenta la viabilidad de su desarrollo. Con esta pregunta orientando el proceso, se realizó una actividad en la que, a través de la metáfora visual del árbol, donde las raíces representan la pregunta central, el tronco la información necesaria, las ramas las fuentes

posibles y las hojas, de construcción posterior, la información encontrada (Figura 5), los equipos estructuraron su plan investigativo. Esta actividad, con el apoyo de su respectivo cuestionario, facilitó la identificación de variables y aspectos medibles, además de permitirles que generaran hipótesis sobre lo que encontrarían en la investigación.

***Figura 5***

*Árbol de conocimientos.*




Elaborado por: Equipo Chicas super poderosas, sesión 3.

La segunda actividad, “Reconocimiento de gráficas: nuestra lupa”, tuvo como objetivo introducir a los estudiantes en la lectura y la interpretación de modelos gráficos relacionados con sus temáticas generales. A cada equipo se le entregó una gráfica previamente seleccionada, que representaba datos reales de fenómenos similares al que estaban abordando. A partir de su análisis, los estudiantes exploraron cómo las gráficas informan, revelan relaciones entre variables y muestran tendencias. Esta experiencia permitió que se familiarizaran con los lenguajes visuales que, posteriormente utilizaron en sus propios modelos.

Finalmente, en la tercera actividad, “Búsqueda de información”, los estudiantes iniciaron de manera autónoma la recolección de datos y la información relevante para su investigación. Utilizaron diversas fuentes como internet, libros, entrevistas o conversaciones con compañeros y docentes. Además, se organizaron para continuar este proceso por fuera del aula, mostrando iniciativa y responsabilidad frente al desarrollo de sus proyectos.

### *3.4.4 Sesión 4*

Esta sesión constituyó un hito en la intervención, pues los estudiantes transitaron de la fase de exploración e indagación al diseño de un modelo orientado a representar, de manera estructurada, la información recolectada en torno a la situación de estudio. Esta sesión tuvo como objetivos centrales favorecer la construcción de modelos a partir de los datos obtenidos y generar instancias de retroalimentación externa que fortalecieran el proceso investigativo. Para ello, se propusieron dos actividades complementarias.

La primera actividad, titulada “Creación del modelo: recorriendo el camino”, invitó a los equipos a construir un modelo inicial que representara los elementos clave de su investigación y evidenciar las relaciones entre ellos. Esta representación buscaba condensar la información recolectada, las variables definidas y las relaciones observadas. Los estudiantes eligieron la forma del modelo para que se adecuara a su pregunta de investigación y a los datos disponibles, reflexionando sobre la utilidad del modelo como herramienta para explicar un fenómeno.

La segunda actividad, denominada “Buzón del guía: nuestra brújula”, consistió en la elaboración de una carta dirigida a un experto desconocido, en la que cada grupo debía comunicar de manera clara y organizada el proceso de investigación y de modelado realizado hasta el momento. El grupo de expertos seleccionados (Figura 6) estuvo conformado por personas cuyas profesiones y oficios guardaban una estrecha relación con los temas de investigación desarrollados por los distintos equipos. Esta selección buscó garantizar un

acompañamiento pertinente y enriquecedor, capaz de ofrecer perspectivas técnicas, conceptuales y prácticas que fortalecieran el desarrollo de los proyectos. En algunos casos, los expertos aportaron su conocimiento a más de un grupo debido a la afinidad entre las temáticas.

**Figura 6**

*Grupo de expertos.*




Esta comunicación escrita funcionó como un ejercicio de síntesis y de reflexión, así como una oportunidad para realizar preguntas a un experto sobre el proceso que realizaron o la temática que estudiaron. Las cartas se dispusieron en un buzón para su posterior entrega a los expertos (Figura 7).

**Figura 7**

*Buzón de recolección de cartas.*




### *3.4.5 Sesión 5*

La quinta sesión tuvo como propósito fortalecer las habilidades comunicativas y analíticas de los estudiantes a partir de la socialización de sus procesos investigativos y la interpretación crítica de los modelos construidos. A través de dos actividades articuladas, se promovió el intercambio de ideas entre equipos, la formulación de preguntas y el análisis reflexivo de los avances logrados hasta el momento.

La primera actividad, “Círculo de reconocimiento: entrelazando caminos”, consistió en una dinámica de rotación por estaciones, en la que los equipos presentaron sus investigaciones a otros compañeros. Cada grupo, en su turno, asumía el rol de expositores y luego de visitantes, permitiendo establecer diálogos sobre los avances del proceso, las decisiones tomadas, los desafíos enfrentados y las observaciones sobre el modelo que se elaboró.

La segunda actividad, “Interpretación del modelo”, propuso a los equipos profundizar en el análisis del modelo previamente construido. Con base en un cuestionario orientador los estudiantes identificaron las relaciones que emergían de los datos y reflexionaron sobre las posibles conclusiones que se podían derivar del modelo. Esta actividad permitió avanzar hacia

una comprensión más rigurosa del fenómeno que se estudió, fortalecer la capacidad de interpretar representaciones y extraer aprendizajes relevantes a partir de ellas.

### *3.4.6 Sesión 6*

La sexta sesión se constituyó en dos actividades con propósitos fundamentales dentro del proceso investigativo. Por un lado, compartir públicamente los resultados alcanzados a través de las investigaciones desarrolladas por los equipos; y por otro, generar un espacio de reflexión crítica sobre el camino recorrido, los aprendizajes obtenidos y los desafíos enfrentados.

La primera actividad, “Un vistazo al paisaje”, consistió en una jornada de exposiciones en la que cada equipo socializó los aspectos centrales de su investigación: desde la pregunta orientadora hasta las conclusiones construidas a partir del modelo elaborado (Figura 8). En este espacio, los estudiantes presentaron de manera organizada su proceso, el modelo propuesto y las relaciones identificadas entre las variables. Además, las presentaciones dieron lugar a preguntas, comentarios y discusiones entre los distintos grupos, enriqueciendo la comprensión colectiva y fomentando la valoración del trabajo de los otros. En adición, los estudiantes organizaron todos los cuestionarios y los insumos del proyecto en su carpeta de manera secuencial y la entregaron a la docente como informe final.

**Figura 8**

*Socialización.*




Elaborado por: Equipo L.U.P.A, sesión 6.

La segunda actividad, “Mirando atrás”, se dedicó a la reflexión grupal sobre la experiencia vivida. Para ello, cada grupo recibió una carta de respuesta que elaboraron los expertos. Estos ofrecieron observaciones respecto a la temática que se investigó, respondieron a las preguntas que se formularon previamente por los estudiantes y brindaron retroalimentación sobre los modelos que construyeron.

La lectura de estas cartas no solo ofreció nuevos insumos conceptuales, sino que contrastó las comprensiones con una mirada externa y especializada. Posteriormente, los estudiantes completaron un cuestionario abierto diseñado para invitarles a reflexionar sobre su proceso de investigación, los aprendizajes que obtuvieron, las transformaciones en su forma de pensar y las implicaciones referentes al trabajo que realizaron. Esta actividad cerró la sesión promoviendo una mirada consciente y crítica sobre la experiencia vivida.

### *3.4.7 Sesión 7*

La séptima y última sesión de la intervención se orientó a explorar las percepciones de los estudiantes frente a las matemáticas y su relación con el mundo real, como cierre del proceso investigativo desarrollado. A través de un ejercicio de autoevaluación, se buscó recoger las voces individuales de los participantes, dando lugar a la valoración personal del recorrido que se realizó y a la identificación de posibles transformaciones en su forma de comprender y vincular las matemáticas con su entorno.

La actividad titulada “Apreciando el camino recorrido”, consistió en el diligenciamiento individual de un cuestionario abierto diseñado para indagar: ¿cómo vivieron los estudiantes la experiencia de investigación y modelación?, ¿qué lugar encontraron para las matemáticas dentro de sus proyectos?, y ¿de qué manera perciben ahora su utilidad, sentido y presencia en la vida cotidiana? Este instrumento permitió acceder a valoraciones subjetivas y genuinas del proceso, ofreciendo elementos clave para comprender el impacto formativo de la propuesta.

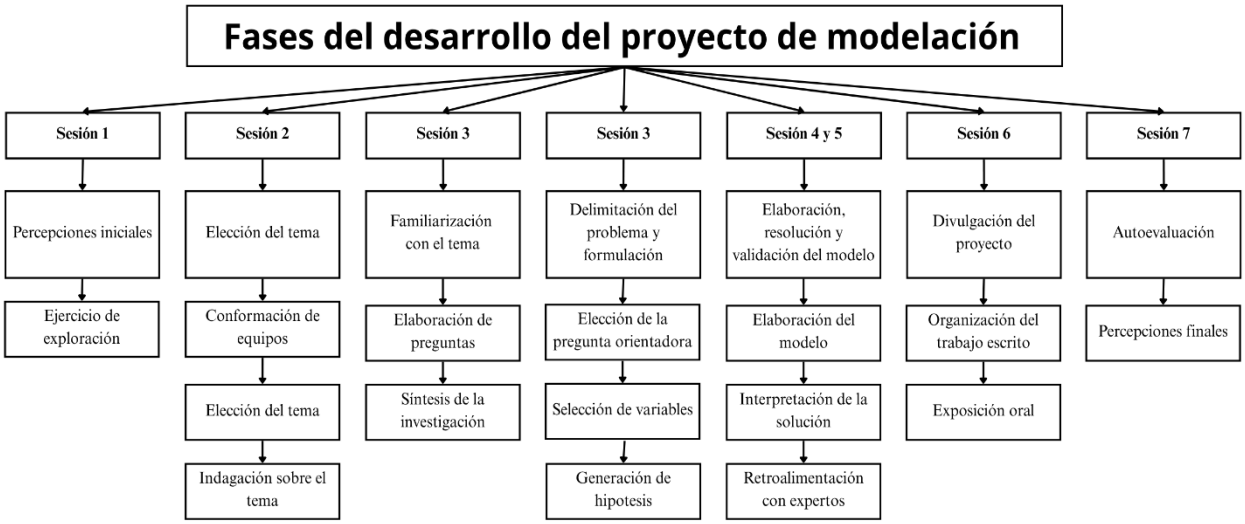
Más allá de ser una evaluación final, esta actividad funcionó como un espacio de cierre reflexivo, donde cada estudiante tuvo la oportunidad de mirar hacia atrás, reconocer sus avances, resignificar su relación con las matemáticas y proyectar nuevas formas de aproximarse al conocimiento desde una perspectiva crítica, situada e interdisciplinaria.

De este modo, el desarrollo de las siete sesiones se articuló con las fases de modelación propuestas por Biembengut y Hein (2004), tal como se presenta en la Figura 9. Las sesiones 1 y 7 se ubican por fuera de dichas fases, ya que su propósito no se relacionó directamente con el desarrollo del proyecto de modelación, sino con la exploración de las percepciones iniciales y finales de los estudiantes respecto al reconocimiento de las matemáticas en el mundo que los rodea. A lo largo del proceso, se realizaron algunas adaptaciones al esquema original propuesto por los autores, siendo significativa la fase que se relaciona con la validación del modelo, así, en

lugar de concebirla como un ejercicio de comprobación externa, en esta intervención se transforma en un proceso de retroalimentación formativa donde los expertos aportan a la construcción de modelos y al desarrollo de los proyectos desde sus conocimientos ofreciendo ideas, resolviendo dudas y validando hipótesis de los estudiantes.

**Figura 9**

*Fases del desarrollo del proyecto de modelación.*




*Nota.* Elaboración propia a partir de las fases propuestas por Biembengut y Hein (2004)

Así, aunque Biembengut y Hein (2004) ubican la interacción con el experto dentro de la fase tres, aclaran que esta puede tener lugar en cualquier momento que se considere oportuno. En este caso, dicha interacción se concretó en la sesión 5, a través de la carta que cada equipo recibió del experto al que habían escrito en la sesión 4. En ella se ofrecieron respuestas a las preguntas formuladas por los estudiantes, así como observaciones y comentarios sobre los modelos construidos. Más que validar los resultados, esta estrategia permitió generar un diálogo que fortaleció el proceso reflexivo de los estudiantes y amplió sus marcos de comprensión sobre el fenómeno investigado.

### *3.4.8 El enfoque interdisciplinario en el diseño*

Un enfoque interdisciplinario implica la integración de contenidos provenientes de distintas disciplinas, así como también la articulación de diversas formas de concebir esa integración. Por ello, el diseño de la intervención incorpora características provenientes de tres lógicas fundamentales de la interdisciplinariedad: epistemológica, instrumental y afectiva. Lenoir (2013) sostiene que estas perspectivas deben comprenderse de manera complementaria, ya que cada una aporta elementos clave para consolidar relaciones entre saberes que sean relevantes, aplicables y significativos para los estudiantes. A continuación (Tabla 3), se presenta cómo se evidencian en la intervención algunas de las características del enfoque interdisciplinario según la perspectiva en la que se enmarca.

**Tabla 3**

*Características del enfoque interdisciplinario en el diseño de la intervención.*

| Perspectiva | Característica | Sesiones | Evidencias en la intervención |
|---|---|---|---|
| Filosófica y/ o epistemológica | Enfoque en la reflexión y el pensamiento crítico | 2, 3, 4, 5, 6, 7 | En diversas fases del proceso, como la selección de variables, la formulación de preguntas y la construcción de conclusiones, los estudiantes desarrollaron habilidades de pensamiento crítico al analizar su objeto de estudio a partir de las perspectivas de diferentes disciplinas. Este enfoque promueve una búsqueda de sentido en el conocimiento, para cuestionar lo que se conoce y cómo se conoce, especialmente al dialogar con expertos y otros equipos. Estas instancias promueven la reflexión crítica sobre el fenómeno investigado, integrando múltiples perspectivas de manera razonada. |
| Filosófica y/ o epistemológica | Consideración de la conceptualización y la construcción de la problemática | 2, 3 | Desde la creación colaborativa de preguntas investigativas, los estudiantes conceptualizaron problemas vinculados a sus intereses. La actividad 'Preguntas para explorar' promueve que relacionen sus inquietudes con diversas disciplinas, identificando qué saberes pueden contribuir a su comprensión. Esto conecta con la búsqueda del sentido, al permitir que el problema emerja del diálogo interdisciplinar. |
| Instrumental | Foco en la resolución de problemas reales y sociales | 3, 4, 5 | La creación y la interpretación de modelos busca representar fenómenos reales que los estudiantes identificaron como significativos. El modelo no es una simple actividad matemática, sino una herramienta para responder a sus preguntas, muchas de las cuales tienen un trasfondo social o cotidiano. Esta lógica instrumental busca funcionalidad y utilidad en el conocimiento al conectar lo que se aprende con el mundo real. |
| Instrumental | Integración funcional de saberes (aprendizaje aplicado) | 3, 4, 5, 6 | Durante el proceso de modelación, los estudiantes utilizaron saberes matemáticos, científicos, tecnológicos y sociales de manera integrada. El análisis de gráficas, la interpretación de datos y la retroalimentación con expertos evidenció cómo los conocimientos se aplican de forma práctica y articulada. Esta característica reflejó una búsqueda de funcionalidad: el conocimiento se activa en contextos reales y se vuelve operativo en la resolución de la pregunta planteada. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Afectiva | Considera la dimensión humana, afectiva y subjetiva | 2, 3, 5, 6 | Los proyectos partieron de intereses personales y colectivos, elegidos por cada equipo. El trabajo colaborativo, la posibilidad de definir estrategias propias y el reconocimiento de las emociones y las subjetividades en las discusiones reflejan una lógica del 'sí', donde se valida la voz de los estudiantes. Este enfoque valora la experiencia y el vínculo con los temas tratados. |
| Afectiva | Importancia de la relación social en el aprendizaje y la enseñanza | 2, 5, 6, 7 | El intercambio entre equipos y con expertos, así como el reconocimiento de los saberes propios y ajenos, fortaleció el componente social del aprendizaje. La interacción permitió resignificar los conocimientos y construir nuevas comprensiones colectivas. Esta lógica subjetiva promueve un aprendizaje en comunidad, donde se reconoce al otro y a sí mismo como sujetos con conocimientos que pueden compartirse y entretejer diálogos. |

Tal y como lo plantea Lenoir (2013), el enfoque interdisciplinar no puede reducirse al simple posicionamiento en común de saberes disciplinares, sino que debe sustentarse en la complementariedad de distintas lógicas que orientan la integración de los conocimientos. Por esta razón, en la intervención se articularon de manera intencionada elementos que favorecen la construcción crítica de problemas y la reflexión conceptual, la resolución de situaciones significativas mediante el uso funcional de diversos saberes y la implicación subjetiva de los estudiantes en procesos colaborativos con sentido para ellos, con la intención de favorecer dicha integración.

### 3.5 Consideraciones éticas

Esta investigación siguió todos los lineamientos establecidos en el Código de Ética de la Universidad de Antioquia (2021). Además, se acogió al marco ético-jurídico institucional, nacional e internacional, y se mantuvo la transparencia y la veracidad en cada etapa del proceso investigativo, con el propósito de privilegiar la integridad y el respeto por los participantes en todo el proceso de investigación. En este marco, se veló por el respeto de los derechos humanos y la vida en todas sus formas, así como por la protección de la biosfera y la biodiversidad. Asimismo, se respetó la propiedad intelectual, se reconocieron debidamente las contribuciones de todos los participantes, y se evitó cualquier forma de plagio o apropiación indebida. La gestión de la investigación se realizó con responsabilidad al velar por el uso adecuado de los recursos y por la difusión oportuna y completa de los resultados, de acuerdo con los principios de rigor, honestidad y compromiso social que orientaron la investigación.

Dado que los participantes en esta investigación fueron menores de edad, se obtuvo el consentimiento informado tanto de los estudiantes como de sus padres o representantes legales (Anexo 1). Este consentimiento se firmó antes de su participación y aseguró que los participantes y sus familias comprendieran los términos y condiciones en que se realizó la investigación.

Además, se les informó que tenían plena potestad para desistir de su participación en cualquier momento, sin que esto afectara su relación con la institución o el desarrollo de su proceso educativo.

También se siguieron los lineamientos establecidos en la Guía ética para la investigación en educación de la Asociación Británica de Investigación en Educación (2024), que orientó las prácticas en la investigación educativa. Estos lineamientos cubrieron aspectos clave como el consentimiento, la transparencia, el derecho a retirarse del proceso, el manejo de incentivos, los posibles daños derivados de la participación en la investigación, la privacidad, el almacenamiento y tratamiento de los datos de los participantes, y la divulgación de la información. Estos principios garantizaron que todos los procesos se condujeran con el máximo respeto hacia los participantes y en cumplimiento con los estándares internacionales de ética investigativa.

Para cumplir con estos lineamientos éticos, se llevaron a cabo acciones como evitar el uso de los nombres reales y, en su lugar, referirse a los participantes de forma anónima, con el fin de asegurar que la información recolectada no se vinculara directamente con ninguna persona específica. También se informó a los participantes que no sufrirían repercusiones personales ni académicas como consecuencia de su decisión de participar o abandonar el estudio. Asimismo, se dejó claro que su participación fue completamente voluntaria, sin ningún tipo de incentivo o presión externa, y se explicó detalladamente todas las actividades que se desarrollaron durante el proceso investigativo.

### 3.6 Análisis de la información

El análisis de la información que se recolectó en esta investigación cualitativa se desarrolló mediante un conjunto de procedimientos que permiten identificar, organizar e interpretar los datos de manera rigurosa y sistemática. Entre estas técnicas se destacan la transcripción, la categorización, la codificación, el análisis categorial y la triangulación. Estas

estrategias posibilitaron la comprensión profunda de experiencias, percepciones y significados que construyeron los participantes.

La transcripción fue la primera etapa del análisis; en esta se trasladó el material obtenido a partir de los diarios de campo y los cuestionarios abiertos a un formato que permitió su lectura y análisis. Posteriormente, se realizó una codificación inicial que identificó fragmentos significativos del discurso o del contenido que respondieron a las categorías emergentes.

A partir de este proceso, se avanzó en la codificación, la cual consistió en la agrupación de los códigos en conjuntos temáticos más amplios y con sentido interpretativo. Esta operación implicó asociar los códigos a las categorías que expresaron significados vinculados con situaciones, contextos, prácticas, interacciones, comportamientos, opiniones, sentimientos, perspectivas sobre un problema, estrategias o procesos, entre otros elementos (Vives y Hamui, 2021).

Con base en las categorías emergentes (Tabla 4) del proceso de codificación, se llevó a cabo un análisis categorial que permitió profundizar en la comprensión del fenómeno estudiado. Este tipo de análisis, según Rueda et al. (2023), se desarrolla a través de tres fases interrelacionadas: la reducción de datos, lo cual para esta investigación consistió en organizar y depurar la información relevante; el análisis descriptivo, en el cual se caracterizaron las categorías identificadas y se establecieron relaciones entre ellas; y la interpretación, orientada a construir significados y explicaciones más amplias sobre los hallazgos. De este modo, el análisis categorial posibilitó pasar de la descripción de los datos a una comprensión interpretativa que dio cuenta del Sentido de Realidad que se configuró en las experiencias de los estudiantes.

***Tabla 4***

*Categorías emergentes.*

| **Objetivo general** | **Objetivo especifico** | **Categoría asociada** | **Subcategoría** | **Técnicas e instrumentos** |
|---|---|---|---|---|
| Analizar el desarrollo de Sentido de Realidad en estudiantes de noveno grado al realizar proyectos escolares de modelación matemática con un enfoque interdisciplinario. | Caracterizar las acciones y momentos en los cuales los estudiantes desarrollan el Sentido de Realidad. | Momentos que posibilitan el desarrollo del Sentido de Realidad. | Identificación | Observación participante, cuestionarios, diarios de campo y productos producidos por los estudiantes. |
| | | | Conexión | |
| | | | Creación | |
| | Describir las reflexiones que emergen del desarrollo del Sentido de Realidad en los estudiantes | Reflexiones derivadas de los proyectos de modelación con un enfoque interdisciplinario. | | |

Finalmente, se aplicó la triangulación como estrategia para fortalecer la validez del análisis. Esta permitió contrastar la información recolectada por los instrumentos de recolección, las herramientas de análisis de la investigación y las categorías emergentes de la codificación. Esta técnica se comprendió como “la acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información, (...) y que en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación” (Cisterna, 2005, p. 68), lo que posibilitó una interpretación más robusta y fundamentada de los hallazgos obtenidos.

## 4 Resultados y discusión

El presente apartado expone los resultados obtenidos a partir del proceso de intervención en el aula y de la información recolectada mediante los diferentes instrumentos y técnicas

empleadas y, a su vez, la discusión teórica que estos resultados evocan. Los hallazgos se organizan en torno a las categorías emergentes del proceso de codificación expuestas en el apartado anterior (Tabla 4), que permiten comprender cómo se desarrolla el Sentido de Realidad en los estudiantes que participaron en proyectos de modelación con un enfoque interdisciplinario. Este análisis considera en un primer apartado los momentos, acciones y reflexiones que emergieron durante la implementación de los proyectos de modelación matemática y que configuran el desarrollo de Sentido de Realidad en los estudiantes, mientras que en un segundo apartado se presentan las reflexiones derivadas de estos proyectos, que dan cuenta de un proceso de resignificación y posicionamiento crítico alrededor de la realidad.

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a los ocho equipos de trabajo que participaron en la intervención y que fueron descritos previamente. Con el fin de mantener la claridad y la coherencia en la exposición, se utilizó una codificación específica (Tabla 5) para hacer referencia a cada uno de ellos, la cual permitió identificar de manera organizada las evidencias y los aportes provenientes de los distintos grupos durante el desarrollo de los proyectos de modelación.

**Tabla 5**

*Equipos de trabajo.*

| **Equipos** | **Código** | **Logo** |
|---|---|---|
| T-Banks | N1 |  |
| Los lagartos | N2 |  |
| Rayo veloz | N3 |  |

| Equipos | Código | Logo |
|---|---|---|
| L.U.P.A | N4 |  |
| Chicas super poderosas | N5 |  |
| Avengers | N6 |  |
| ¡Soy el mapa, soy el mapa! | N7 |  |
| Las chicas guía | N8 |  |

### 4.1 Momentos que posibilitan el desarrollo del Sentido de Realidad.

Durante la intervención se identificaron momentos clave en el desarrollo del Sentido de Realidad, los cuales permitieron comprender cómo los estudiantes vinculan su entorno y el conocimiento matemático. En esta línea, se presentan y analizan tres momentos que orientaron este proceso: identificación, conexión y creación. En los tres apartados se expone cómo, a través de estos momentos, se desarrollan las dos dimensiones que componen el Sentido de Realidad: la sensibilidad al contexto sociocultural, que se ve manifestada en la disposición del estudiante para percibir, interpretar y comprender los fenómenos de su entorno, y la capacidad de reconocimiento, que le permite identificar situaciones y oportunidades en dicho contexto para movilizar el conocimiento matemático.

Finalmente, se incluirá un apartado de discusión en el que se analizará de manera integral cómo la articulación entre estos tres momentos fortalece el desarrollo del sentido de realidad, al propiciar que los estudiantes comprendan las matemáticas no solo como un saber escolar, sino como una disciplina que permite leer, explicar y transformar su contexto.

### *4.1.1 Identificación*

En el momento de identificación se recopilan evidencias de aquellas situaciones en las que los estudiantes reconocieron la presencia de las matemáticas en su entorno, constituyendo un primer acercamiento para observar cómo este conocimiento se moviliza en los contextos de los estudiantes. Este momento se caracteriza por el reconocimiento de las conexiones entre el contexto sociocultural y el saber matemático. Las evidencias consideradas incluyen manifestaciones de carácter individual, registradas en las percepciones iniciales y finales, así como observaciones del proceso grupal desarrollado durante el proyecto.

En la primera sesión se realizó un cuestionario abierto con el que se indagó sobre los lugares en los que los estudiantes reconocían las matemáticas. Alrededor de este cuestionario se recogen tres agrupaciones de respuestas: la primera, referida a esos lugares donde los estudiantes reconocieron las matemáticas en sus contextos cercanos a su vida personal (Tabla 6). La segunda, referida a aquellos contextos escolares donde reconocieron las matemáticas, pero que eran ajenos a las clases propias del área (Tabla 7). La tercera, referida a la proyección que tenían sobre sus futuros y sobre como las matemáticas aparecerían (o no) en ellos (Tabla 8). A continuación, se expone cada agrupación a partir de fragmentos relevantes relativos a cada contexto. En la primera agrupación se recogen las respuestas relativas al contexto personal:

**Tabla 6**

*Reconocimiento de las matemáticas en un contexto personal.*

| Fragmento | Tipo de experiencia |
|---|---|
| "Cuando voy a comprar algo, hago cuentas del dinero que gaste" (p.1) | Financiera |
| "Cuando salí de fiesta y me tocó sumar todo lo que debía" (p.3) | |
| "Una vez que tuve que ir a la tienda a cambiar un billete" (p.4) | |
| "Cuando quiero saber cuánto me baja un descuento, cuando pago algo y saber cuánto es la devuelta" (p.24) | |

| | |
|---|---|
| “Tengo un familiar que compra dólares, a él le toca mirar el valor y multiplicarlo en pesos para saber cuánto debe pagar por x cantidad” (p.34) | |
| “En videos, fotos, ángulos de construcciones, juegos etc. (...) en Minecraft las uso bastante con los números, haciendo multiplicaciones, divisiones e infinidad de cálculos… en shooters o en deportes como tiro al arco, donde calculo la caída de bala en el juego o la caída de la flecha en el deporte” (p.51) | Tecnología |

Las experiencias de los estudiantes revelan una movilización del conocimiento matemático en situaciones financieras cotidianas, en las que demuestran una comprensión funcional de las matemáticas vinculada al manejo del dinero, el cálculo de precios, descuentos, conversiones de moneda o el control de gastos. En estos casos, las matemáticas se reconocen como una herramienta de gestión práctica en la vida diaria, manifestado en razonamientos proporcionales, aritméticos y estimativos aplicados a contextos concretos, esto corresponde con lo expuesto por Bolstad (2023), quien manifiesta que estos son los contextos más comunes en los que los estudiantes reconocen las matemáticas. Sin embargo, solo un estudiante manifestó reconocer las matemáticas en una experiencia distinta a la financiera, asociándolas al uso de entornos digitales y tecnológicos. La tecnología se configura como un contexto cercano a la vida del estudiante, ya que demuestra tener experticia con videojuegos, lo que lo lleva a reconocer como las matemáticas se reinterpretan creativamente para resolver problemas de simulación, diseño o precisión. En este caso, el conocimiento matemático se traslada al ámbito de los videojuegos, donde se aplican cálculos, proporciones y estimaciones espaciales vinculadas con la física y la geometría del mundo real.

A partir de este contraste, surge un cuestionamiento relevante: ¿por qué, entre treinta y dos estudiantes, solo uno manifestó reconocer las matemáticas en una experiencia diferente a las financieras? Este hallazgo invita a reflexionar sobre la necesidad de que la escuela promueva escenarios más amplios para el reconocimiento del conocimiento matemático, donde los estudiantes puedan explorar su utilidad más allá de la financiera y descubrir su potencial creativo

y transformador en otros campos, permitiéndoles dar respuesta sobre el sentido de las matemáticas.

En la segunda agrupación, orientada a explorar los reconocimientos que los estudiantes tenían de las matemáticas en contextos académicos tenía el condicional de que no fuera en clases de asignaturas relacionadas al área de matemáticas (como matemáticas, geometría, álgebra o estadística). En adición, no se condicionó el que fueran contextos de educación formal.

**Tabla 7**

*Reconocimiento de las matemáticas en un contexto académico.*

| Fragmento | Área asociada |
|---|---|
| "En clases de música se utiliza la matemática para leer partituras o contar tiempos" (p.1) | Artes |
| "En artística la usé para medir la margen y la resta la usé para el dibujo" (p.25) | |
| "Tal vez en artística para márgenes o dibujos" | |
| "En educación física, porque calculamos los tiempos en que corremos o hacemos otro ejercicio" (p.5) | Educación Física |
| "En las clases de educación física, cuando hicimos un test utilizamos las matemáticas para medir el tiempo y la velocidad" (p.21) | |
| "En educación física cuando me toca contar los balones y repartirlos" (p.46) | |
| "En sociales calculando el tiempo años antes de cristo" (p.7) | Sociales |
| "En sociales ya que estábamos viendo sobre la historia y la profesora nos contó de ello a base de años y sumando más acontecimientos" (p.19) | |
| "En sociales para crear mapas" (p. 41) | |
| "En emprendimientos el profesor nos ponía actividades en equipo de ingresos y egresos" (p.13) | Emprendimiento |
| "En la clase de lenguaje para realizar un ejercicio sobre sílabas" (p.18) | Lenguaje |
| "En física para la gravedad y en ciencias para algunos diagramas" (p.35) | Física |
| "En física para tests [laboratorios]" (p. 41) | |
| "En clase de cocina" (p.50) | Extracurricular |

Los estudiantes logran reconocer la presencia de las matemáticas en función de su utilidad dentro de diversos contextos académicos, donde las aplican de manera práctica para resolver tareas específicas. Sus referencias evidencian que las matemáticas se utilizan en áreas como educación física, sociales, artísticas, lenguaje o emprendimiento, generalmente para realizar

cálculos, mediciones, conteos o estimaciones vinculadas con las actividades propias de cada asignatura.

Asimismo, algunos estudiantes mencionan contextos extracurriculares en los que las matemáticas están presentes, aunque con menor profundidad o complejidad. Ante esto se encontraron expresiones como que el uso de las matemáticas en esas áreas “no pasa de las matemáticas básicas” (p. 41), lo cual corresponde a la presencia del cuestionamiento sobre el sentido de las matemáticas más allá de las operaciones básicas que se reportó en el planteamiento del problema. Aun así, el hecho de que las identifiquen en distintos escenarios como “el cálculo de promedios académicos” (p.30) o el manejo de proporciones en actividades artísticas y la relación de variables en contextos físicos indica una ampliación sobre como las matemáticas se vinculan con prácticas cotidianas y académicas que trascienden el espacio tradicional de la clase de matemáticas.

En la tercera agrupación se reunieron las respuestas relacionadas con la relevancia de las matemáticas en las profesiones que constituyen los proyectos de vida de los estudiantes. En ellas, los participantes reconocen que este conocimiento puede resultar útil para su futuro personal y profesional.

**Tabla 8**

*Reconocimiento de las matemáticas en un contexto profesional.*

| Fragmento | Aplicación |
|---|---|
| “Se necesita saber la cantidad del medicamento” (p.2) (Veterinaria) | Cálculo |
| “Si, porque es necesario saber calcular los medicamentos o demás cosas que demos a los pacientes” (p.6) (Medicina) | |
| “Toca calcular los centímetros, medir las telas, etc” (p. 39) (Diseñadora de moda) | |
| “Necesito sacar un porcentaje del camión, aceite, gasolina, Diesel” (Camionero) | |
| “Necesitarías unas medidas para lo que vaya a realizar” (Gastronomía) | |

| | |
|---|---|
| "Necesitamos estar enterados de los ingresos, gastos, pagos, necesidades e implementos cuando se tenga un negocio" (p.8) (Belleza-Psicología) | Finanzas |
| "Para las cuentas, promociones y garantías" (p.20) (Administradora) | |
| "Estaré en un banco haciendo préstamos" (Asesor financiero) | |
| "Para interpretar datos estadísticos y entender principios de física aplicados a la biología" (p. 14) (Medicina) | Lenguaje |
| "Gráficas y cálculos" (p.36) (Finanzas) | |
| "Obvio, ya que gran parte de la programación usa números" (p.51) (programación) | |

Diversos estudiantes manifestaron necesitar mucho de las matemáticas en su profesión, pero no saber exactamente para qué, reconociendo que socialmente se les ha dicho que deben tener ese conocimiento, pero que se limita a ser una concepción que se les transmite y no algo de lo que ellos realmente sean conscientes. Un estudiante que espera ser ingeniero en sistemas manifestó una crítica relacionada, diciendo que, si necesitaba las matemáticas, pero "no tan complejas como las que la escuela presenta, y presenta como importantes" (p.42). Al dialogar con él, manifiesta que con los conocimientos de las operaciones básicas y un poco de geometría debería ser suficiente.

Comentarios en la misma línea fueron expresados por otros estudiantes, quienes señalaron que, más allá de las operaciones básicas, muchos de los contenidos matemáticos les resultan poco útiles. Algunos afirmaron que "la mayoría son inútiles y a veces se pierde el tiempo, deberían ser opcionales depende a lo que se estudie" (p.35), mientras que otros consideraron que "en la vida, lo que son ecuaciones o cosas complejas no son usadas comúnmente" (p.41) y por esto no son importantes.

Más allá de las críticas y del reconocimiento limitado que los estudiantes expresan sobre las matemáticas antes del desarrollo de los proyectos, resulta significativo el sentido que les atribuyen: las perciben ante todo como una herramienta útil y funcional. Su comprensión se centra en la aplicación de los contenidos en actividades cotidianas o académicas concretas,

especialmente en aquellas relacionadas con el conteo, el cálculo y las finanzas. Desde esta mirada pragmática, las matemáticas se valoran en la medida en que sirven para resolver problemas prácticos o gestionar situaciones de la vida diaria, pero se desdibujan sus dimensiones más abstractas, comunicativas o creativas. Son pocos los estudiantes que logran concebirlas como un lenguaje que permite describir, interpretar o transformar la realidad desde una perspectiva más amplia. Esto se alinea con lo que plantea Villa-Ochoa et al. (2009b), al señalar que la relación entre la realidad y las matemáticas se construyen más desde el uso instrumental y las aplicaciones prácticas que desde procesos reflexivos orientados a comprender e interpretar esa realidad.

De ahí que el desarrollo del Sentido de Realidad busque que los estudiantes amplíen los contextos socioculturales en los que reconocen las matemáticas, vinculando una sensibilidad que les permita dotarlas de sentido, comprender su papel en distintos ámbitos de la experiencia humana y establecer conexiones más profundas entre el conocimiento matemático y la vida cotidiana.

De esta manera, para trascender la idea de un transitar único desde las matemáticas hasta el mundo (la aplicación) “es necesario madurar la idea del proceso contrario, es decir, ir de los fenómenos del mundo real a las matemáticas” (Villa-Ochoa et al., 2009b, 168) así, la identificación se constituye como el primer momento en el desarrollo del Sentido de Realidad, pues marca el punto de partida en el que los estudiantes comienzan a reconocer en el mundo real aquello que asocian con las matemáticas. Este reconocimiento inicial, aunque limitado en su alcance conceptual, representa un acercamiento valioso ya que evidencia la manera en que los estudiantes vinculan el conocimiento matemático con experiencias concretas y significativas para ellos. Es en este momento donde se hace visible su forma de mirar la realidad a través de la lente de lo que entienden por “lo matemático”, permitiendo comprender cómo empiezan a construir una relación entre el conocimiento escolar y los fenómenos que observan en sus contextos.

### *4.1.2 Conexión*

Aquí se reúnen aquellos momentos en que los estudiantes vincularon conocimientos que asociaban a las matemáticas con sus proyectos de investigación, saberes previos y aprendizajes provenientes de otras áreas, evidenciando el enfoque interdisciplinario que orientó el proceso. Este enfoque permitió que los estudiantes comprendieran la relación entre distintos campos del conocimiento y cómo estos se integran para dar respuesta a problemáticas reales. En este marco, cada equipo desarrolló un proyecto de investigación guiado inicialmente por una pregunta orientadora. Aunque estas preguntas fueron transformándose a lo largo del proceso investigativo, su formulación inicial permite vislumbrar los intereses de cada grupo. A continuación (Tabla 9), se presenta una síntesis de dichas preguntas.

**Tabla 9**

Síntesis de las preguntas de investigación.

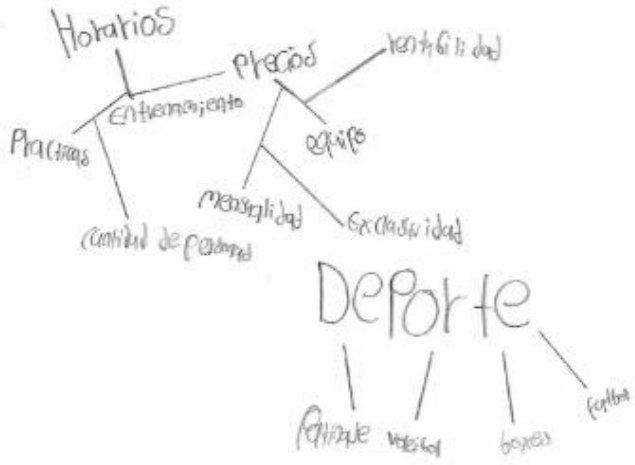
| **Equipo** | **Pregunta de investigación** |
|---|---|
| N1 | ¿Cómo ha sido la evolución de la fruta? |
| N2 | ¿Cuál es la zona con mayor y menor diversidad de fauna y flora en Guarne? |
| N3 | ¿Qué aspecto del deporte motiva más a seguir entrenando? |
| N4 | ¿Cuántas horas de estudio dan mejor rendimiento académico? |
| N5 | ¿Cuál es la proporción de semilla y comida en una fruta? |
| N6 | ¿Qué posición es más recomendada para dormir? |
| N7 | ¿Cómo se relacionan el tiempo en redes sociales y las notas? |
| N8 | ¿Cuánta gente practica el deporte más costoso de Guarne? |

En el momento de conexión, los estudiantes comienzan a vincular las matemáticas con los fenómenos que investigan, reconociendo su papel como herramienta para interpretar, analizar y explicar lo que observan. A diferencia de la fase de identificación que estaba centrada en reconocer la presencia de las matemáticas en la vida cotidiana, aquí las relaciones se construyen con una intención más clara: las matemáticas se convierten en un medio para explorar el mundo y responder preguntas derivadas de sus propios intereses.

Uno de los primeros ejercicios diseñados para propiciar la conexión entre la experiencia personal y el proceso investigativo consistió en que los estudiantes, a partir de sus saberes y vivencias, elaboraran una red de factores que consideraran influyentes en su temática de estudio. La representación elaborada por los estudiantes (Figura 10) evidencia un proceso de conexión entre el fenómeno elegido y las posibles variables que permiten abordarlo. En este caso, el tema central de investigación (Deporte) se desglosa en distintos factores como los precios, los horarios, la cantidad de personas y las prácticas. Estos elementos reflejan una comprensión inicial de que el fenómeno puede ser analizado a partir de relaciones cuantificables, necesarias para responder a la pregunta: "¿Cuánta gente practica el deporte más costoso de Guarne?"

**Figura 10**

*Red de factores relevantes a investigar.*



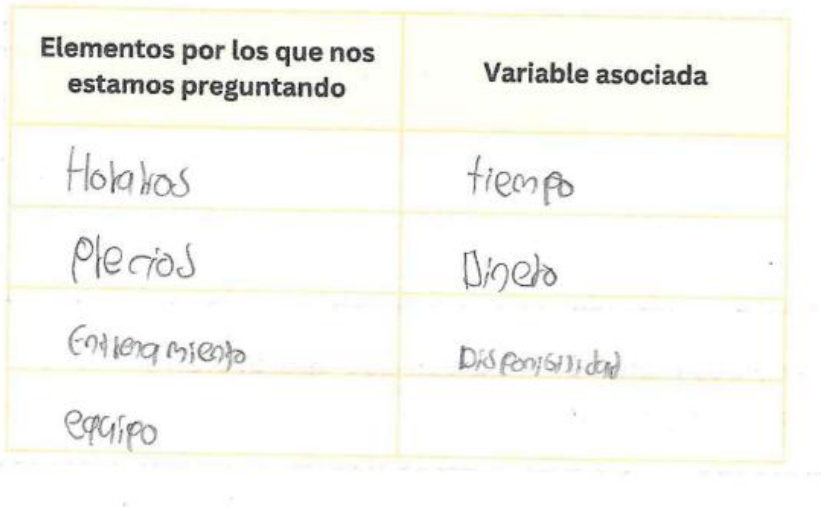

Elaborado por: Equipo N8. ¿Cuánta gente practica el deporte más costoso de Guarne?

A partir de este esquema se observa cómo los estudiantes logran reconocer y jerarquizar los factores más relevantes para abordar el problema, tales como el costo, el número de practicantes o la exclusividad del deporte, iniciando así la construcción de un modelo mental del fenómeno

estudiado. En este grupo, tres de los cuatro integrantes practicaban deportes de manera formativa, lo que permitió que las relaciones establecidas se fundamentaran en sus propias experiencias y conocimientos del contexto deportivo. La inclusión de elementos como “entrenamiento”, “equipos” o “flexibilidad” evidencia una aproximación en la que las matemáticas comienzan a adquirir sentido al ser utilizadas como una herramienta para organizar, comparar y medir aspectos del mundo real.

**Figura 11**

*Relación factores relevantes – Variables N8.*




Elaborado por: Equipo N8. ¿Cuánta gente practica el deporte más costoso de Guarne?

En esta representación (Figura 11) se muestra el proceso mediante el cual los estudiantes logran discriminar los factores más relevantes para responder a la pregunta planteada sobre el deporte más costoso de Guarne. En ella se evidencia un ejercicio de análisis en el que los participantes comienzan a reconocer qué elementos cambian y cuáles se mantienen constantes o estables dentro del fenómeno estudiado. Por ejemplo, al relacionar los horarios con el tiempo o los precios con el dinero, los estudiantes establecen correspondencias directas entre aspectos observables del contexto y magnitudes que pueden ser medidas o comparadas. Asimismo, al incluir

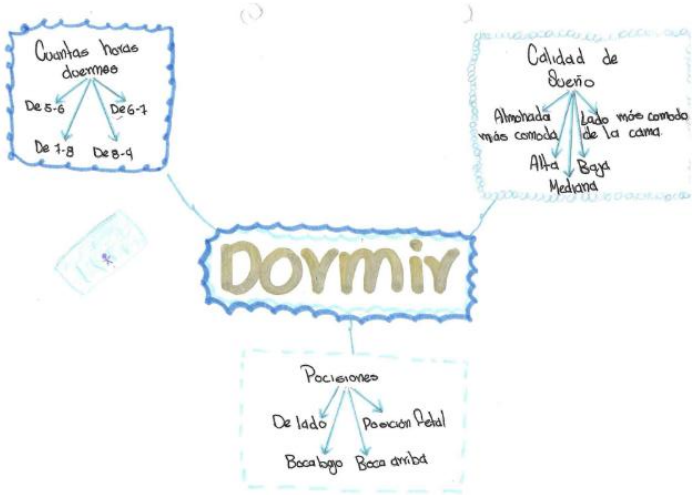
factores como el entrenamiento o el equipo, empiezan a distinguir entre aquellos aspectos que varían según las condiciones o el tipo de deporte y aquellos que permanecen fijos, lo cual constituye una transición hacia la noción de variable.

En este punto, el proceso de análisis se convierte también en un ejercicio de reflexión, pues, como señalan Muñoz et al. (2024), "la recolección de los datos les implicó a los estudiantes un proceso de reflexión sobre cuáles aspectos necesitan información y cómo estos les permiten medir y valorar una parte del fenómeno en cuestión" (p. 60). Esta acción de pensar qué y cómo medir evidencia que los estudiantes comienzan a construir una mirada más estructurada del problema, reconociendo la función de las matemáticas como un medio para comprender y representar la realidad. De este modo, los factores dejan de percibirse como simples características y pasan a ser concebidos como entidades susceptibles de medición y análisis, sentando así las bases para la formulación de un modelo matemático. En este ejercicio, la conexión surge del intento de traducir una pregunta del entorno en una estructura que puede analizarse matemáticamente, lo que constituye un paso clave hacia la modelación y la comprensión funcional del conocimiento matemático en contextos socioculturales cercanos.

El equipo N6 investigo alrededor del dormir, asunto que posteriormente se enmarco en la temática del sueño. Así, el equipo desarrollo la red de factores (Figura 12) que rodeaba su cuestionamiento sobre la posición más recomendada para dormir.

**Figura 12**

*Red de factores relevantes a investigar.*




Elaborado por Equipo N6. ¿Cuál es la posición más recomendada para dormir?

En este esquema se aprecia cómo los estudiantes establecen conexiones entre diferentes aspectos del acto de dormir, configurando una red de relaciones que les permite organizar y estructurar el fenómeno desde múltiples dimensiones. La idea central, “Dormir”, se desglosa en tres grandes categorías: cantidad de horas, calidad del sueño y posiciones al dormir. Cada una de ellas se ramifica en subelementos que detallan posibles variables, por ejemplo, las horas de descanso (de 5 a 9), el tipo de almohada, el lado más cómodo de la cama o la postura corporal.

Estas conexiones muestran un razonamiento relacional, en el que los estudiantes comienzan a diferenciar factores que pueden variar (como la cantidad de horas o la posición) de aquellos que podrían permanecer constantes o ser comparativos (como la comodidad o la calidad del sueño). El mapa conceptual evidencia, además, una red de relaciones, donde las matemáticas se insinúan como una herramienta útil para medir, clasificar y correlacionar variables relacionadas con un fenómeno cotidiano. A diferencia del equipo N8, este equipo buscó cuantificar las variables que no eran directamente susceptibles de medición, como las posiciones de sueño.

**Figura 13**

*Relación factores relevantes – Variables N6.*

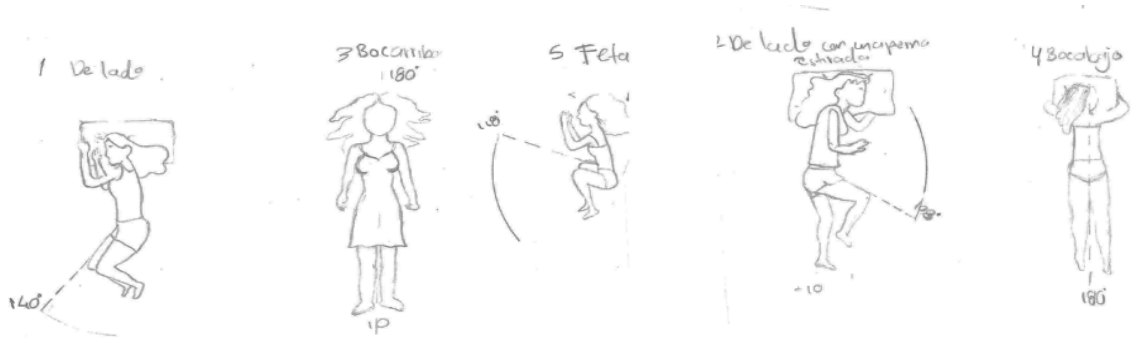
| Elementos por los que nos estamos preguntando | Variable asociada |
|---|---|
| Horas | Medir |
| Calidad | Escala |
| Posiciones | Angulos |

Elaborado por Equipo N6. ¿Cuál es la posición más recomendada para dormir?

Así, el equipo decidió asociar a las posiciones para dormir con los ángulos (Figura 13). Esto supuso para el equipo un ejercicio de simulación de las posiciones (Figura 14), un análisis sobre que ángulos eran los relevantes para la calidad del sueño, un proceso de medición y una reflexión sobre las implicaciones que esos ángulos tenían en el cuerpo humano, por ejemplo, en la columna vertebral.

**Figura 14**

*Diseño de posiciones.*




Elaborado por Equipo N6. ¿Cuál es la posición más recomendada para dormir?

En el diseño creado por el equipo se escogió como relevante el ángulo que formaban las piernas con la columna vertebral y fue este el susceptible de medición. A pesar de que la pregunta del equipo refería a la posición más recomendada para dormir, el desarrollo de su investigación implicó un ejercicio de investigación y discusión sobre asuntos como postura corporal, distribución de fuerzas en el cuerpo, estructura ósea e incluso enfermedades como la artritis.

> *Yo pensé que se dormía de cualquier manera mientras que fuera cómoda, lo importante era dormir. No sabía que la posición importaba tanto en el cuerpo, aunque nosotros lo sintiéramos como cómoda (...) con razón a algunas personas les duele la espalda al dormir* (Integrante N6-Transcripción)

Para este grupo, el permitirles trabajar sobre un tema que les resultaba cercano y agradable (el dormir) se convirtió en un factor motivador que facilitó la participación y el compromiso con la actividad. La elección del tema despertó interés y permitió que los estudiantes se implicaran desde su propia experiencia cotidiana, reflexionando sobre los factores que inciden en la calidad del sueño. Esta conexión afectiva y personal con el objeto de estudio favoreció que las matemáticas empezaran a adquirir sentido en función de algo que reconocían como parte de su realidad, dando paso a una exploración más genuina de cómo cuantificar, comparar y representar fenómenos de su entorno inmediato.

> *Cuando decidimos hacer el trabajo sobre dormir pensamos que la respuesta iba a ser un no, nunca pensamos que nos dejarías [Docente] y menos que nosotras podríamos investigar algo sobre eso con matemáticas, hasta aprendimos a usar un transportador virtual para medir.* (Integrante N6-Transcripción)

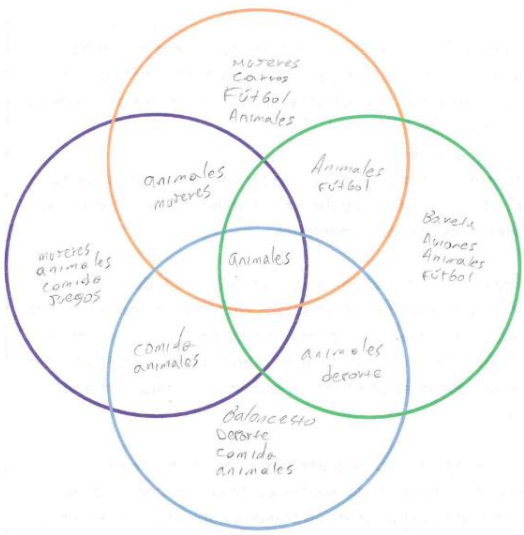
El modelo que el equipo construyó terminó adoptando un carácter más cuantitativo y formal que en su planteamiento inicial, así, los estudiantes pasaron de una representación gráfica basada en observaciones extraídas de sus propias experiencias sobre como las personas duermen,

a un ejercicio de abstracción en el que midieron ángulos entre las piernas y la espalda, analizaron posturas y establecieron comparaciones que les permitieron identificar patrones y relaciones numéricas. Este tránsito entre la observación y la formalización evidencia que la modelación no solo actúa como un medio para aplicar conocimientos previos, sino como un escenario para producir conocimiento matemático. En concordancia con lo que señalan Muñoz et al. (2024), la modelación "más allá de ser un agente motivador o ilustrador de las utilidades de la matemática, ofrece un referente para la producción de matemáticas por parte de los estudiantes" (p. 53), pues impulsa procesos de construcción, interpretación y validación de ideas propias, generadas a partir de fenómenos de su propio entorno.

En estos equipos se presentaron conexiones entre sus intereses personales y sus investigaciones, sin embargo, ese no fue el caso de todos. El equipo N2 empezó su investigación alrededor de los animales, asunto donde convergían los intereses de todos los integrantes (Figura 15), sin embargo, este tema inicial se fue desdibujando a lo largo del desarrollo del proyecto.

**Figura 15**

*Temática común.*

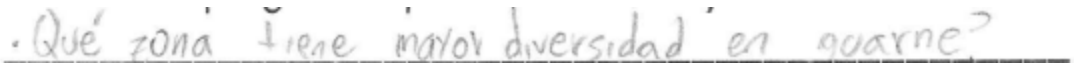



Elaborado por Equipo N2. ¿Cuál es la zona con mayor y menor diversidad de fauna y flora en Guarne?

En el transcurso del proyecto los estudiantes se enfrentaron a limitaciones en torno al desarrollo de la pregunta inicial (Figura 16); procesos como la identificación de factores relevantes y la recolección de datos supusieron dificultades para el equipo.

**Figura 16**

*Pregunta inicial.*




Elaborado por Equipo N2.

A diferencia de otros grupos, este equipo experimentó un distanciamiento progresivo de su tema de interés inicial, lo cual afectó la manera en que se vincularon con su proceso investigativo. En un primer momento, recurrieron a diversas fuentes de información (documentación oficial, expertos de la alcaldía y sitios web), pero la dificultad para acceder a datos concretos limitó el establecimiento de relaciones en la investigación. Esta situación los llevó a reformular su pregunta y a orientar su investigación hacia la flora y fauna del municipio; sin embargo, nuevamente se encontraron con obstáculos similares, lo que derivó en un nuevo cambio de enfoque hacia el estudio territorial de las veredas mediante herramientas digitales como Google Maps. Así, finalmente, su pregunta de estudio fue "¿Cómo se representa el territorio rural de Guarne en Google Maps?".

Este tránsito temático evidencia un proceso de constante redefinición del problema, donde la falta de información y de conexión con su propio interés impidió que emergiera una sensibilidad frente al fenómeno investigado. Las expresiones de inconformidad "Nos hubiera gustado hacer el proyecto inicial de la fauna y flora" (Integrante N2) reflejan un sentimiento de frustración y desapego, pues los estudiantes no lograron mantener el vínculo emocional ni el interés que inicialmente les motivaba. De esta manera, la pérdida de la conexión afectó su

implicación personal, mientras que la dificultad para acceder a la información y la "mala comunicación" interna debilitó el vínculo con el proceso. Estas dificultades experimentadas por los estudiantes coinciden con lo reportado por Biembengut y Hein (2004), quienes señalaron que aspectos como la disponibilidad para investigar y el trabajo en equipo pueden constituir obstáculos frecuentes en el desarrollo de proyectos de modelación escolar, lo que explica en parte las tensiones y limitaciones que atravesó este grupo en su experiencia investigativa.

La conexión entre los estudiantes y la temática de su proyecto representa un componente esencial en la construcción de vínculos significativos con el conocimiento. Cuando un grupo logra reconocer sus intereses en el objeto de indagación, como ocurrió con los equipos que trabajaron en torno al sueño y al deporte, se observa un involucramiento afectivo que trasciende la simple recolección de información o el cumplimiento de una asignación. En estos casos, los estudiantes no solo se acercaron al fenómeno mediante la observación o la medición, sino que también establecieron una relación con él al reconocerse como parte de la situación. Este vínculo, les permitió superar la visión de sus proyectos de modelación como "solo información o datos modelados por otros" (Villa-Ochoa y Jaramillo, 2010, p. 708).

Tal como señala Crisorio (2019), la sensibilidad "es la que nos ofrece las intuiciones, aunque sólo el entendimiento concibe y forma los conceptos" (p. 17). Este tipo de conexión posibilita que la comprensión no sea únicamente racional, sino también sensible: los estudiantes son sensibles al fenómeno, lo reconocen en su propia experiencia y, a partir de allí, lo transforman en objeto de conocimiento. En el grupo que investigó sobre el sueño, por ejemplo, el hecho de trabajar en torno a una situación que les gustaba y formaba parte de su vida cotidiana generó motivación y disposición para explorar cómo realizar mediciones de algo que, a primera vista, no les parecía medible; mientras que, en el grupo del deporte, la identificación con

prácticas familiares les permitió reconocer variables, establecer relaciones y problematizar el fenómeno en cuestión.

Por el contrario, el grupo que comenzó con la temática de los animales, pero que se vio obligado a modificar su pregunta de investigación, evidenció cómo la pérdida de conexión con el tema derivó en un distanciamiento personal del proyecto. En las expresiones de inconformidad como "Nos hubiera gustado hacer el proyecto inicial de la fauna y flora" (Integrante N2), emerge una forma de añoranza, es decir, el sentimiento de desear aquello con lo que antes se había logrado un vínculo. Esta añoranza revela una sensibilidad que, aunque debilitada por las dificultades del proceso, conserva la huella de un lazo afectivo con el conocimiento que no pudo consolidarse.

La sensibilidad, en este sentido, no es un atributo pasivo, sino un espacio de encuentro. Como afirman Silva y Grisales (2016), "La intersección entre los saberes y la vida, entre los sujetos y sus formas internas y externas" (p. 16). En el aula, esta intersección se manifiesta cuando el proyecto deja de ser un ejercicio externo y se convierte en un entramado de los intereses, emociones y experiencias de los estudiantes. Sin embargo, cuando dicha conexión se quiebra, también se interrumpe ese flujo entre la vida y el saber; las matemáticas dejan entonces de responder a las inquietudes de los estudiantes y comienzan a percibirse, como señala Bajtín (2000), como "aquello que no contesta a nada, (…) falto de sentido, como sacado del diálogo" (p. 162).

Finalmente, es importante reconocer que la conexión sensible con el objeto de estudio no surge automáticamente del contacto con la realidad. Como lo expresa Coccia (2011), "no es suficiente con hacer interactuar un objeto con el sujeto para producir percepción. (...) Es necesario sobre todo que el objeto real, el mundo, la cosa, devenga fenómeno, y que el fenómeno encuentre nuestros órganos de percepción" (p. 22). De este modo, la sensibilidad se constituye

cuando el fenómeno toca algo en el sujeto, cuando lo interpela y lo hace partícipe. Para el equipo N2, el desarrollar un proyecto sobre los territorios no fue suficiente para desarrollar una sensibilidad ante esta temática, la falta de conexión devino en que la problematización y representación de esta fuese limitada. En los procesos investigativos escolares, esta experiencia de encuentro y resonancia emocional es lo que permite que el conocimiento se vuelva significativo y formador.

La conexión entre los intereses personales y los proyectos de investigación se constituye en una vía para el desarrollo de la sensibilidad, manifestada en el desarrollo de los proyectos a través de la capacidad de los estudiantes para reconocer la complejidad del entorno y situarse frente a él desde una mirada interpretativa, donde problematizaban, establecían relaciones y comprensiones alrededor de sus fenómenos. Tal como afirman Silva y Grisales (2016), "la relación que el ser humano establece con el mundo y con su universo simbólico particular deviene sensible. (…) Lo sensible es un lugar de confluencia entre el sujeto y el objeto" (p. 13). En este sentido, la conexión no solo despierta el interés por aprender, sino que permite que la matemática deje de visualizarse solo como una herramienta para resolver operaciones y se convierta en un medio para comprender e interpretar el mundo, esto en consonancia de lo que Biembengut (2015b) dice que es el propósito de la educación "ampliar su conocimiento, aprender sobre su entorno y hacerlos sentir valorados" (p. 818).

Cuando los estudiantes trabajaron en torno a temas que les resultaban cercanos (como el deporte o el sueño), lograron establecer vínculos entre lo matemático y lo humano. Sus preguntas no se limitaron a medir o calcular; comenzaron a problematizar los fenómenos, a preguntarse por qué, cómo cambia o qué los afecta. En el caso del grupo que indagó por el deporte más costoso de Guarne, los estudiantes empezaron a cuestionarse si los precios realmente determinaban la exclusividad o si influían otros factores e incluso al establecer relaciones entre el costo y la

accesibilidad, utilizaron las operaciones no solo para calcular, sino para argumentar su comprensión sobre la desigualdad en el acceso al deporte mostrando una apertura a la complejidad del fenómeno, este tipo de reflexiones y problematizaciones serán presentadas de manera más amplia en la siguiente categoría.

De este modo, la sensibilidad se consolida como el puente entre el conocimiento y la experiencia, un punto de encuentro donde el saber matemático se enriquece al vincularse con la vida. A partir de ella se desarrolla en los estudiantes el Sentido de Realidad, puesto que permite al estudiante el interactuar con fenómenos de su contexto sociocultural reconociendo en él las situaciones en las que su conocimiento matemático se moviliza.

### *4.1.3 Creación*

El momento de creación corresponde a aquellos instantes en los que los estudiantes transformaron sus ideas y comprensiones en representaciones matemáticas. Según Biembengut y Hein (2002), la creación es un proceso inherente al ser humano; en este sentido, la construcción de un modelo supone no solo la observación cuidadosa de una situación o fenómeno, sino también su interpretación y la captación de los significados que emergen de ella. Así, en este momento, los estudiantes no se limitan a aplicar conocimientos previos, sino que los reconfiguran para dar forma a nuevas representaciones que expresan su comprensión de la realidad.

Luego de identificar los factores relevantes y establecer conexiones entre ellos, comienzan a construir modelos que buscan explicar, medir o representar los fenómenos estudiados. Este proceso implica el uso del conocimiento matemático para organizar la información y otorgarle sentido a partir de relaciones, proporciones y comportamientos observables. Así, la creación no se limita a la elaboración de un producto final, sino que se convierte en una forma de pensamiento en la que los estudiantes articulan sus interpretaciones de la realidad con herramientas matemáticas que les permiten aproximarse a su comprensión.

Para la creación de los modelos, los estudiantes iniciaron con ejercicios de tabulación, los cuales tenían como propósito organizar la información recolectada en tablas y registros sistemáticos que facilitaron la lectura, comparación y posterior interpretación y representación de los datos. La tabulación permitió que los estudiantes condensaran, organizarán y reconocieran las relaciones entre la información recolectada (Katayama, 2014) antes de proceder a la construcción de los modelos. Esta antesala permitió que, al observar la disposición de la información en las tablas, los estudiantes reflexionaran sobre las posibles formas de representarla, así, este proceso favoreció la transición del análisis descriptivo a la elaboración de modelos.

A continuación, se comparten algunas de las creaciones de los estudiantes y su transición de registro por tabulación a modelo. El equipo N3 estaba conformado por estudiantes que sentían afinidad con el deporte, incluidos estudiantes que entrenaban profesionalmente en ligas menores. Su investigación se desarrollaba alrededor del cuestionamiento sobre aquellas razones que los motivaban a seguir entrenando sus deportes, cuestión que terminó siendo dirigida a un público más extenso: sus compañeros de clase.

En un primer momento el equipo determinó los motivos que, desde sus experiencias personales eran más influyentes a la hora de mantenerlos comprometidos con sus entrenamientos. Estos fueron: salud y bienestar, superación personal, buen estado físico, éxito y logros y reconocimiento; al conversar con los estudiantes sobre lo que constituía cada motivo para ellos, las referencias hacia el concepto del éxito fueron bastante significativas. “Éxito es poder decir que gane y no me quede en el camino” refería uno de los integrantes, mientras que otro manifestaba que el éxito era “Ser profesional y tener una buena vida gracias al deporte”, estas expresiones dan cuenta de que algunos de los motivos podrían ser correlacionados, puesto que la concepción de éxito para los estudiantes se desglosaba en aspectos relacionados a la superación personal y al éxito y reconocimiento, sin embargo, ellos defendieron sus posturas y se

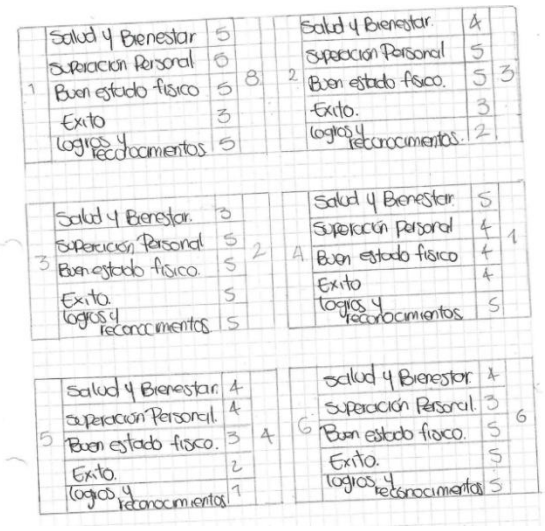
mantuvieron en que el éxito era un motivo en sí mismo. A partir de eso, los estudiantes llevaron a cabo una encuesta con aquellos compañeros que practicaban un deporte, para esto establecieron una escala de valoración sobre la relevancia o influencia que esos motivos tenían para mantenerlos entrenando, así, el 1 era un motivo sin influencia y 5 uno con mucha influencia.

Establecido esto, los estudiantes eligieron compañeros que entrenaban, quienes debían manifestar las horas que entrenaban a la semana y asignar una valoración a cada motivo, el registro de esto quedo consignado de la siguiente manera (Figura 17) y permitió que los estudiantes empezarán a pensar de qué manera representarían lo recolectado y buscarían la respuesta a su pregunta.

**Figura 17**

*Registro parcial por tabulación.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Número de encuestado | Motivo 1 | Valor asignado | Horas de entrena-miento |
| | Motivo 2 | Valor asignado | |
| | Motivo 3 | Valor asignado | |
| | Motivo 4 | Valor asignado | |
| | Motivo 5 | Valor asignado | |




Elaborado por: Equipo N3 ¿Qué aspecto del deporte te motiva más a seguir entrenándote?

En sus registros, ellos recopilaban dos datos: el valor asignado a cada motivo y las horas de entrenamiento, esto buscando comprobar su hipótesis de que ambos aspectos estaban relacionados.

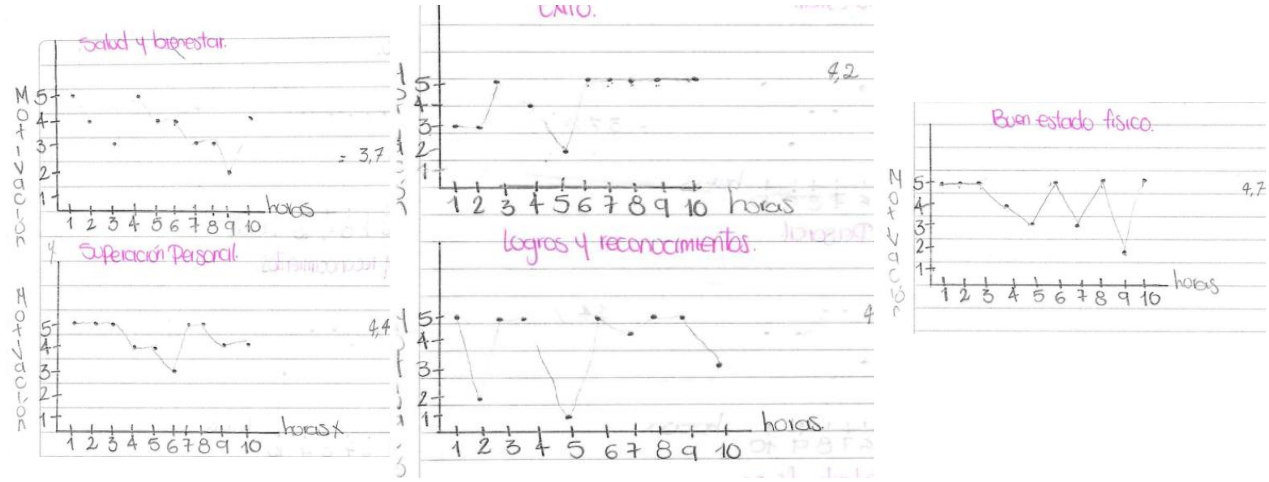
> *Creemos que las personas que más horas entrenan no quieren solo tener buen cuerpo, ese es un motivo más de la gente que entrena menos, quienes más*

*dedicación le ponen son los que persiguen el éxito en sus deportes.* (Integrante N3-Transcripción)

Finalmente se ilustra la representación (Figura 18) que han creado a partir de los datos que recolectaron.

**Figura 18**

*Relación entre la relevancia de los motivos y horas de entrenamiento.*




Elaborado por Equipo N3 ¿Qué aspecto del deporte te motiva más a seguir entrenándote?

En la búsqueda de los estudiantes por comprobar su hipótesis decidieron crear una gráfica para cada motivo, donde pudieran ilustrar que tenta relevancia tenía para sus compañeros (Eje y) en función de las horas que entrenaban (Eje x). Finalmente, las representaciones les permitieron a los estudiantes hacer dos análisis. El primero en función del promedio de relevancia que los estudiantes le asignaban a cada motivo (ilustrado al lado derecho de cada gráfica), donde encontraron que el motivo que más relevancia tenía para ellos era el buen estado físico y el que menos, la salud y el bienestar. Los estudiantes con esto logran dar respuesta a su pregunta, sin embargo, el segundo análisis que hacen a partir de los modelos se refiere más a la influencia de estos motivos en las horas de entrenamiento. Así, pudieron evidenciar que quienes más horas entrenaban daban relevancia al éxito, mientras que la relevancia que le daban a los otros motivos

era variable y comprobaron que su hipótesis inicial podría ser cierta en su entorno cercano. Este hallazgo evidencia el desarrollo del Sentido de Realidad, pues los estudiantes lograron interpretar los datos no solo desde una mirada numérica, sino comprendiendo las dinámicas y motivaciones presentes en su contexto. Al contrastar sus hipótesis con la información obtenida, reconocieron relaciones entre los aspectos sociales y personales que influyen en la práctica deportiva, movilizando así el conocimiento matemático para comprender una situación de un contexto deportivo, diferente a aquellos escenarios donde suelen evidenciar las matemáticas.

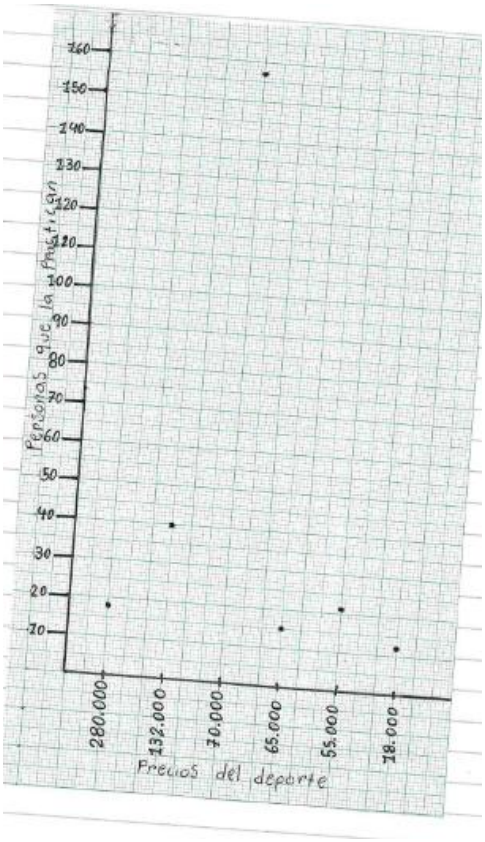
El análisis de sus modelos permitió a los estudiantes validar su hipótesis e identificar relaciones significativas entre los motivos personales y la dedicación al entrenamiento. En consonancia con Biembengut y Hein (2004), este enfoque favoreció que los estudiantes asumieran una actitud activa frente al aprendizaje, investigaran con propósito y desarrollaran sentido crítico al formular sus modelos y usarlos para desarrollar interpretaciones, atribuyendo significado a los resultados obtenidos. En conclusión, este ejercicio permitió a los estudiantes ir más allá de la simple representación gráfica de los datos, al convertir los modelos en herramientas para interpretar y analizar información, además, las relaciones establecidas y la comprobación de su hipótesis les permitieron desarrollar reflexiones y más cuestionamientos entorno a su tema de investigación.

Otros equipos también tuvieron la oportunidad de poner sus hipótesis a prueba. El equipo N8 desarrolló su investigación a partir del interés por comprender la relación entre los costos de los deportes y la cantidad de personas que los practican en el municipio de Guarne. Con este propósito, construyeron un modelo (Figura 19) que representaba la cantidad de practicantes (eje y) en función del precio estimado de cada disciplina deportiva (eje x). Su intención era comprobar la hipótesis de que los deportes más costosos serían los menos practicados, pues consideraban que los factores económicos constituían una limitación importante para la práctica

deportiva. Para ello, recopilaron información sobre distintas áreas del conocimiento, establecieron comparaciones y organizaron los datos en una gráfica que les permitiera visualizar posibles patrones.

**Figura 19**

*Relación costo del deporte-cantidad de personas que lo practican.*




Elaborado por: Equipo N8. ¿Cuánta gente practica el deporte más costoso de Guarne?

No obstante, una vez construyeron y analizaron su modelo, los estudiantes advirtieron que su hipótesis inicial no se cumplía. La representación gráfica no evidenciaba una relación directa entre el costo del deporte y el número de practicantes, lo que los llevó a reconsiderar sus ideas previas. Este hallazgo los impulsó a formular nuevas preguntas sobre aquello que el modelo realmente mostraba: “¿por qué los deportes más caros eran practicados por más gente que algunos deportes baratos?, ¿qué otros factores más allá del dinero incidían en la elección de un

deporte?" (Equipo N8). De esta manera, reconocieron que el factor económico no era tan determinante como habían supuesto, este proceso implicó un ejercicio de análisis y reflexión sobre la accesibilidad al deporte, las diferencias socioeconómicas y las condiciones que facilitan o dificultan la participación de las personas en determinadas actividades. Así, el desarrollo de proyectos de modelación se transformó en una experiencia de aprendizaje donde el contraste entre sus hipótesis y los resultados los llevó a construir una comprensión más profunda y crítica del fenómeno estudiado.

Este proceso evidencia el desarrollo del Sentido de Realidad, en tanto los estudiantes lograron ir más allá de la simple aplicación de procedimientos matemáticos para adentrarse en una comprensión crítica de las situaciones que los rodean. Al contrastar sus hipótesis con los resultados y reflexionar sobre los factores sociales y económicos implicados, demostraron una disposición investigativa y creativa frente a la realidad. En este sentido, tal como plantean Villa-Ochoa et al. (2009) y Villa-Ochoa y Jaramillo (2011), este tipo de experiencias fomenta una mirada crítica e indagadora que promueve el diálogo y la reflexión sobre problemáticas del contexto, involucrando activamente al estudiante en la construcción del conocimiento y fortaleciendo su sensibilidad hacia las dinámicas del entorno.

El hecho de que sean los propios estudiantes quienes construyan los modelos otorga a la experiencia de aprendizaje un carácter profundamente formativo. Al crear sus propios modelos, los estudiantes no se limitan a observar o reproducir procedimientos ya establecidos, sino que se involucran activamente en un proceso de construcción de conocimiento que articula la realidad con las matemáticas. Como señalan Muñoz-Mesa et al. (2014), "el interés inicial de los estudiantes no está en las nociones matemáticas sino en comprender un poco más los fenómenos asociados al mismo" (p. 58); es decir, la motivación nace de la necesidad de interpretar su

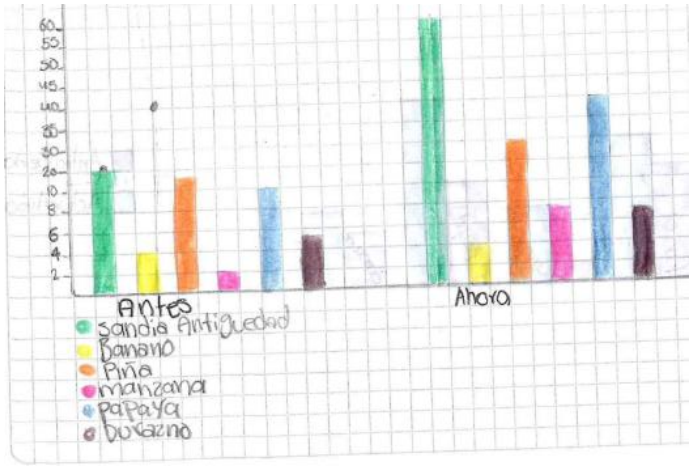
entorno, y es precisamente en esa búsqueda donde las matemáticas cobran sentido y se vuelven herramientas para explicar y comprender.

En este proceso, los estudiantes ponen en juego sus saberes previos, confrontan sus ideas y elaboran representaciones que no son unívocas, sino abiertas a diversas interpretaciones. Tal como advierten Muñoz-Mesa et al. (2014), “su carácter auténtico, hacen que se encuentren a merced de múltiples interpretaciones respecto a las experiencias e interacciones entre los participantes” (p. 57). Esta multiplicidad de interpretaciones enriquece la experiencia, pues cada grupo construye su propio camino para abordar el problema, generando aprendizajes distintos, pero igualmente valiosos.

El equipo N1 pudo experimentar cómo la construcción del modelo requería un proceso de modificación continua, por lo que contaron con diferentes versiones del modelo. Este equipo investigaba cómo fue la evolución de la fruta en la historia; después de determinar que el factor representativo de este cambio sería el tamaño (diámetro para las frutas que se asemejan a esferas, longitud para las no que no), hicieron un mapeo sobre los tamaños promedio de las frutas en la antigüedad y en la actualidad. En la primera versión de su modelo (Figura 20) realizaron dos representaciones simultáneamente, comparando el antes y el ahora de los tamaños de las frutas.

**Figura 20**

*Primera versión del modelo de evolución de las frutas.*

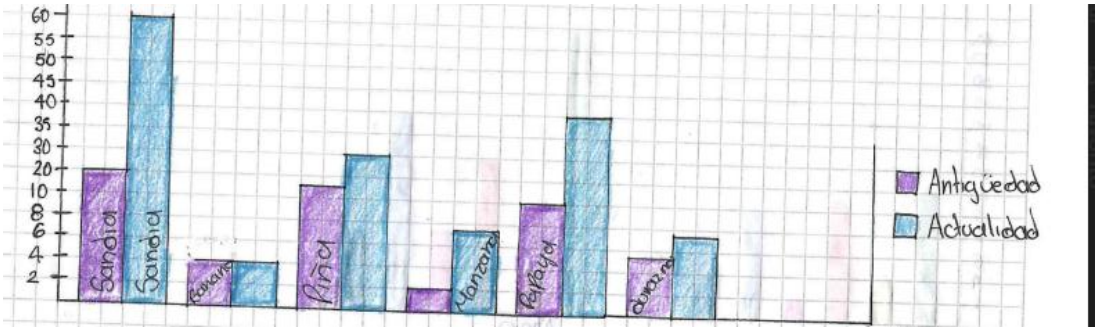



Elaborado por equipo N1 ¿Cómo es la evolución de las frutas?

Sin embargo, encontraron que este modelo no permitía observar fácilmente el cambio en cada fruta, lo que no les permitía dar respuesta sobre el cambio individual, sino grupal. Esto no se ajustaba a lo que querían en su investigación, así que intentaron una nueva versión (Figura 21), donde u modelo ya representaba ambas temporalidades simultáneamente, pero permitía evidenciar de forma inmediata el cambio individual de cada fruta en el tiempo.

**Figura 21**

*Segunda versión del modelo de evolución de las frutas.*

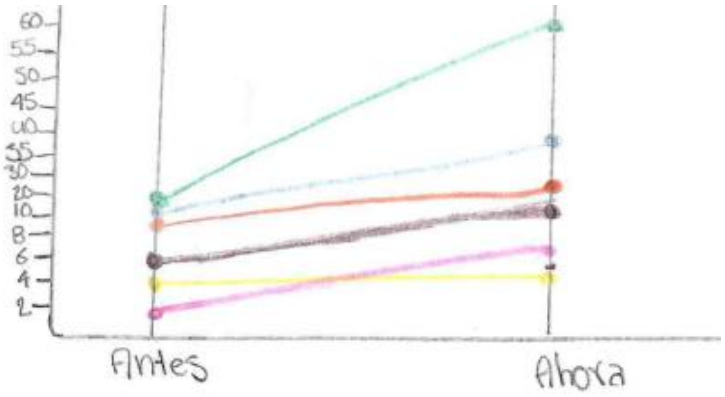



Elaborado por equipo N1 ¿Cómo es la evolución de las frutas?

Aunque este modelo les permitía responder a su cuestionamiento, decidieron hacer una nueva versión (Figura 22) donde pudieran observar no el tamaño antes y el tamaño después sino el cambio directamente.

**Figura 22**

*Tercera versión del modelo de evolución de las frutas.*




Elaborado por equipo N1 ¿Cómo es la evolución de las frutas?

En esta versión mejorada, el modelo permite visualizar de forma directa la variación en el tamaño de cada fruta a lo largo del tiempo. En el eje horizontal se representan los momentos “Antes” y “Ahora”, mientras que cada línea corresponde a una fruta distinta y conserva el código de color establecido en la primera versión del modelo (Figura 20). La inclinación de cada línea expresa la pendiente, la cual indica la tasa de cambio del crecimiento: cuanto mayor es la pendiente, más notable resulta el aumento del tamaño en ese periodo. Así, el modelo ofrece una representación clara y precisa de la evolución de las frutas, haciendo visible el cambio sin recurrir a cálculos adicionales y permitiendo comprender el fenómeno desde el concepto matemático de la pendiente. En este sentido, es posible evidenciar como se trasciende del contexto de la situación a un vínculo directo con las matemáticas, permitiéndoles dotar de sentido el uso de las matemáticas.

La elaboración de varias versiones del mismo modelo permitió que los estudiantes se involucraran en un proceso continuo de análisis, ajuste y reinterpretación del fenómeno estudiado. En cada nueva versión, reflexionaron sobre los resultados obtenidos, reconocieron errores, propusieron mejoras y transformaron sus representaciones, construyendo así conocimiento de manera activa. Este proceso da cuenta de cómo la modelación "favorece que el alumno actúe, investigue y cree conocimiento y sentido crítico, principalmente en la formulación y validación del modelo" (Brito-Vallina et al., 2011, p. 137).

Más allá de reproducir una solución, los estudiantes produjeron y transformaron saberes, integrando sus observaciones con los conceptos matemáticos que emergían. En esta línea, la creación de múltiples versiones se convierte en un acto formativo y reflexivo, un "escenario donde el conocimiento es producido, transformado y multiplicado por todos los individuos" (Silva y Grisales, 2016, p. 16).

Cada revisión del modelo y las transformaciones realizadas por los estudiantes representan un avance en el desarrollo del Sentido de Realidad, pues en este proceso no solo afinan sus modelos, sino también su mirada sobre cómo el conocimiento matemático se moviliza para dar sentido a su contexto. Al comparar versiones, justificar decisiones y redefinir sus representaciones, los estudiantes desarrollan una sensibilidad frente a la situación estudiada y a la manera en que las matemáticas pueden permitir interpretarla.

La creación de varias versiones del modelo muestra que la modelación no es un proceso lineal, sino una espiral ascendente de comprensión y transformación. Como plantean Muñoz-Mesa et al. (2014), en la medida en que los estudiantes simplifican variables y producen nuevos modelos, logran releer la realidad de formas cada vez más profundas y significativas. En ese recorrido, los estudiantes dejan de ser receptores para convertirse en productores de conocimiento, ya que "en tanto entran en contacto con ese conocimiento, producen su propia

versión y, al posicionarse como emisores, devuelven al mundo un saber recreado y retroalimentado por su universo simbólico y cognitivo" (Silva y Grisales, 2016, p. 11). Este ejercicio de revisión constante no solo fortalece el pensamiento crítico, sino que evidencia la sensibilidad que han desarrollado, pues es precisamente esa sensibilidad la que impulsa al estudiante a mirar de nuevo, a cuestionar y a transformar lo que crea (Villa-Ochoa, 2009b).

En consonancia, la sensibilidad, entendida como esa facultad humana de percibir y sentir el mundo desde lo íntimo, se convierte en el eje que enlaza la experiencia con la creación, puede comprenderse como una forma de conciencia que permite reconocer aquello que nos afecta y nos moviliza interiormente, revelando la manera en que nos vinculamos con lo que nos rodea (Valera-Villegas et al., 2010). En este sentido, la sensibilidad no se reduce a la emoción, sino que constituye una subjetividad plena, una apertura hacia el mundo que posibilita el encuentro entre lo racional, lo afectivo y lo creativo.

En el aprendizaje, y particularmente en los procesos en los que los estudiantes crean sus propios modelos, la sensibilidad se expresa como la capacidad de contemplar, imaginar y reflexionar sobre lo que se construye. Tal como plantean Silva y Grisales (2016), la creación es un espacio en el que "todos los sujetos en tanto seres políticos y productores de sus universos simbólicos encuentran en lo sensible el lugar de apareamiento de imágenes, de producción de sentido" (p. 16).

Al crear un modelo, el estudiante no repite fórmulas, sino que establece un vínculo entre su experiencia y el conocimiento matemático, haciendo de la creación un acto de comprensión y de expresión personal dotado de sentido. Este proceso contribuye directamente al desarrollo del Sentido de Realidad, pues implica reconocer que el conocimiento no se recibe de manera pasiva, sino que se construye activamente al interactuar con los fenómenos del entorno. En la medida en que el estudiante conecta sus vivencias, percepciones y saberes previos con las herramientas

matemáticas, estas se posicionan como señalan Villa y Jaramillo (2011), en un papel más significativo dentro del proceso de aprendizaje al hacer del estudiante partícipe de la construcción del conocimiento. Así, la modelación favorece que el estudiante desarrolle una sensibilidad frente a la realidad y una comprensión más profunda de cómo las matemáticas pueden movilizarse para interpretar el contexto.

Desde esta perspectiva, la sensibilidad se convierte en el espacio donde pensar y sentir convergen en los proyectos de modelación y permiten que los estudiantes creen. Así, la matemática deja de ser solo un lenguaje formal para transformarse en una vía de producción de sentido. (Biembengut y Hein, 2004), En esa relación entre lo sensible y lo racional, el sentido emerge de la práctica misma, pues "proviene de la propia práctica social que tiene lugar en los espacios de interacción para la constitución del modelo matemático" (Barrios, 2024, p. 5). Así, el acto de modelar no se limita a representar fenómenos, sino que se vuelve un proceso de diálogo, interpretación y reconstrucción del mundo compartido.

### *4.1.4 Configuración del Sentido de Realidad*

El recorrido por los tres momentos (identificación, conexión y creación) configura un proceso en el que la sensibilidad y el sentido se entrelazan para dar lugar al desarrollo del Sentido de Realidad en los estudiantes de manera progresiva. El momento de identificación permitió a los estudiantes reconocer sus conocimientos y concepciones previas sobre las matemáticas y su relación con el entorno, funcionando como un punto de partida en el cual las experiencias de cada uno moldean sus capacidades de reconocimiento de las matemáticas en la realidad cotidiana. Este primer acercamiento fue fundamental para despertar cuestionamientos sobre las formas en que las matemáticas se manifiestan en lo que viven, de esta manera, la identificación marca el inicio del tránsito hacia una comprensión sensible del contexto.

En el momento de conexión, los estudiantes logran construir puentes entre sus conocimientos previos y los fenómenos que estudian. Aunque no siempre se trabaje un contenido matemático específico y aislado, las ideas y procedimientos que emergen del trabajo con el fenómeno tienden a integrarse y articularse entre sí, como lo afirman Muñoz-Mesa et al. (2014), al decir que los proyectos de modelación permiten que los conocimientos que surgen "aporten a la articulación en red de diferentes nociones numéricas, estadísticas, variacionales y algebraicas" (p. 65). Esta integración se ve fortalecida por la sensibilidad, pues permite que los estudiantes reconozcan las variaciones, relaciones y regularidades del fenómeno desde una experiencia significativa. En esta línea, "las situaciones enmarcadas en contextos que le son familiares a los estudiantes desencadenan múltiples ideas, propuestas y análisis sobre esa porción de realidad que se busca modelar mediante relaciones matemáticas" (Muñoz-Mesa et al., 2014, p. 66). De esta manera, la conexión trasciende la simple asociación entre datos o conceptos: implica un involucramiento afectivo e intelectual que transforma la observación del entorno en una lectura y comprensión matemática, permitiendo a los estudiantes pensar el mundo desde lo que sienten y conocen.

En el momento de creación los estudiantes resignifican y transforman el conocimiento, devolviéndolo al mundo desde su universo simbólico y afectivo. La idea de modelo matemático no solo refiere a la simbolización de relaciones cuantitativas, sino también al encuentro de diferentes registros y descripciones que, en conjunto, retratan una situación particular (Muñoz-Mesa et al., 2014). Entonces la creación, entendida como un acto de interiorización y exteriorización de lo sensible (Silva y Grisales, 2016, p. 23), les permite reconocer la movilización del conocimiento matemático en prácticas significativas, donde el sentido, como elemento que enriquece la significación de los modelos (Barrios, 2024), emerge en las comprensiones construidas. En este momento el estudiante no se limita a aplicar procedimientos,

sino que formula, ajusta y valida sus propias representaciones del fenómeno, asumiendo un rol en la producción del conocimiento, así como lo manifestó el equipo N6 al buscar crear sus propias representaciones matemáticas de las posiciones para dormir o el equipo N1 al transformar continuamente sus modelos.

En su conjunto, los tres momentos propician un Sentido de Realidad que se manifiesta como la sensibilidad hacia el contexto y la capacidad para reconocer la movilización del conocimiento matemático en situaciones concretas. Como advierte Villa-Ochoa (2013), despertar ese sentido es necesario para evitar prácticas exclusivamente transmisivas; solo a partir de él es posible transformar las condiciones del aula y anclar el aprendizaje en la vida social.

En síntesis, los proyectos escolares de modelación matemática permitieron evidenciar tres momentos claves en el desarrollo del Sentido de Realidad. Estos fueron transversalizados por la sensibilidad y el sentido, y posibilitaron que los estudiantes no solo aprendieran matemáticas, sino que produjeran, analizaran y transformaran conocimiento. Así, la modelación se configura como una estrategia que hace visibles las conexiones entre saberes, otorga valor a la experiencia como fuente de sentido y convierte la práctica matemática en una forma de comprensión sensible del mundo.

## 4.2 Reflexiones derivadas de los proyectos escolares

En este apartado se presentan las reflexiones derivadas de los proyectos escolares de modelación desarrollados por los diferentes grupos de estudiantes. Cada proyecto, abordado desde una perspectiva interdisciplinaria, permitió integrar saberes de distintas áreas del conocimiento y situarlos en contextos cercanos a la realidad de los participantes. A partir de estas experiencias, los estudiantes formularon preguntas, construyeron modelos y analizaron fenómenos que vinculan la matemática con la biología, la educación física y las ciencias sociales. Las reflexiones que se exponen a continuación recogen las principales comprensiones,

aprendizajes y resignificaciones surgidas en cada grupo, evidenciando como los proyectos de modelación con un enfoque interdisciplinario permiten el desarrollo del Sentido de Realidad desde la sensibilidad y el sentido.

### *4.2.1 Equipo N1: ¿Cómo ha sido la evolución de la fruta?*

El grupo N1 desarrolló comprensiones en torno a lo que ellos denominaron "agricultura selectiva", a partir del análisis de los cambios que las frutas han tenido con el paso del tiempo. Al comparar diferentes especies y variedades, los estudiantes identificaron variaciones notorias en el tamaño, el color y la forma de las frutas, lo que los llevó a indagar sobre los procesos que permiten dicha evolución. En diálogo con el experto y mediante su propia búsqueda, descubrieron que los agricultores suelen seleccionar las mejores semillas para replantarlas, aumentando así las probabilidades de obtener plantas más grandes, resistentes y productivas.

Estas observaciones condujeron a una reflexión más amplia sobre los factores que intervienen cuando se busca mejorar una fruta, como el tipo de suelo, las condiciones climáticas o las necesidades alimentarias de la población. Una de las estudiantes expresó:

> *En ese tiempo tenía que haber mucha hambre, y las frutas cambiaron su aspecto, pero lo más importante fue su tamaño, todas crecieron; los agricultores debían querer eso, cada vez tener frutas más grandes para alimentar más gente y vender más* (Integrante N2 – Transcripción).

Esta interpretación refleja cómo los estudiantes comenzaron a relacionar la evolución de las frutas con las dinámicas sociales y económicas de cada época. Durante la socialización del proyecto, las ideas del grupo generaron nuevas preguntas en otros equipos, tales como: *¿Cómo hicieron para cambiarla?*, *¿Nunca intentaron combinar las frutas?*, *¿En qué afecta la planta con el cambio?* (Cuestionarios, Sesión 5); evidenciando que el trabajo del N1 promovió la curiosidad científica al abrir la posibilidad de comprender la agricultura como un proceso histórico que se

modifica según las necesidades colectivas, y de transformar una visión estática de la fruta (concebida solo como alimento) hacia una perspectiva que la reconoce como resultado de procesos intencionados de selección y transformación humana, esto da cuenta de la sensibilidad desarrollada por los estudiantes frente al contexto, en tanto lograron reconocer la relación entre las prácticas humanas y los procesos naturales, comprendiendo cómo la acción colectiva transforma el entorno. Al mismo tiempo, refleja una capacidad de reconocimiento sobre cómo se moviliza el conocimiento matemático al vincular conceptos como proporción, probabilidad y cambio con la agricultura, manifestando así comprensiones relacionadas a la práctica agrícola de la selección de semillas.

### *4.2.2 Equipo N2: ¿Cómo se representa el territorio rural de Guarne en Google Maps?*

El equipo N2 enfrentó diversos desafíos metodológicos a lo largo de su investigación, entre ellos la necesidad de reformular su pregunta en varias ocasiones. Este proceso de redefinición surgió al reconocer la complejidad del fenómeno que buscaban estudiar y la dificultad de acceder a información precisa sobre las veredas de Guarne. Finalmente, de esta dificultad surgió la pregunta final, donde el grupo centró su trabajo en analizar cómo se representaba el territorio rural en Google Maps, comparando los límites digitales con los registros documentales disponibles.

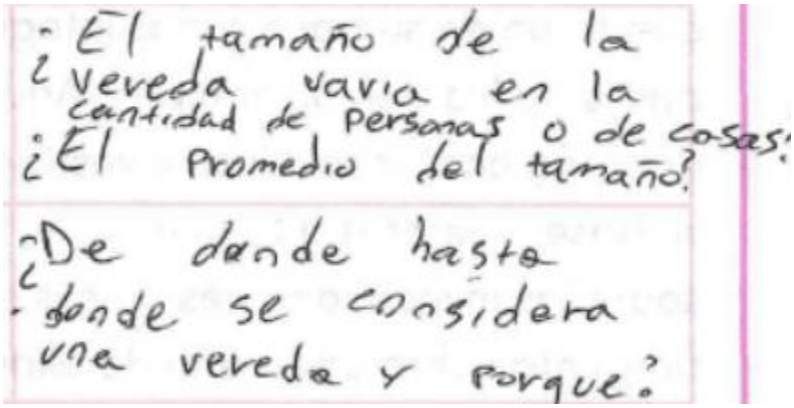
A partir de esta indagación, los estudiantes identificaron dos hallazgos principales: en primer lugar, la escasa información oficial sobre la extensión y delimitación de las veredas; y en segundo, la falta de precisión en los límites que la plataforma digital mostraba. Frente a ello, decidieron recrear los límites de las veredas en Google Maps utilizando cálculos a escala y contrastando la información con fuentes locales. Aunque los resultados no coincidieron plenamente con las estimaciones esperadas, el proceso se convirtió en una oportunidad para

reflexionar sobre los criterios con los que se construyen los mapas y sobre las tensiones entre la representación cartográfica y la realidad territorial.

Durante la socialización del proyecto, surgieron cuestionamientos entre los grupos (Figura 23) donde los estudiantes realizan supuestos y tratan de responder a la luz de sus percepciones acerca de si los límites territoriales determinan a la comunidad o si, por el contrario, son las comunidades quienes dan forma al territorio.

**Figura 23**

*Cuestionamientos emergentes.*




A estas cuestiones se les suman algunas suposiciones emergentes sobre cómo se daba esa delimitación.

> *No creo que se fueran a medir con metro para poner un tope y pasar a Hojas Anchas [Vereda de Guarne], demás que decían que de la casa de Juan en adelante era la otra vereda y luego con el tiempo los municipios marcaron esos límites (Integrante – N2)*

De manera posterior, el experto confirmo de manera parcial sus sospechas al manifestar que “en el caso de Guarne y en gran parte de Colombia [Las veredas] fueron trazadas a partir de aparatos geográficos, es decir, de ese río a esa quebrada es mi lote” (Experto – Licenciado en

Ciencias Sociales y Campesino) y que, a partir de esto y de la constitución de las comunidades, es que se empezaron a hacer ejercicios de medición del territorio.

De esta manera el trabajo del N2 trascendió del cálculo y la representación espacial para convertirse en un ejercicio de comprensión crítica sobre la relación entre espacio e identidad. Los estudiantes comprendieron que el territorio no es solo una delimitación geográfica, sino una construcción colectiva configurada por las prácticas sociales y las comunidades que los habitan.

### *4.2.3 Equipo N3: ¿Qué aspecto del deporte motiva más a seguir entrenando?*

El equipo N3 planteó su investigación en torno a la relación entre los motivos que impulsan a entrenar y la cantidad de horas dedicadas al deporte por esta motivación. A partir de los datos recolectados y las conversaciones sostenidas, los estudiantes identificaron que quienes entrenaban más tiempo solían asociar su práctica con metas de superación personal y con la búsqueda del éxito, mientras que quienes entrenaban menos lo hacían principalmente por razones estéticas o por los reconocimientos obtenidos.

Una de las conclusiones del equipo fue que el éxito es el motivo que adquiere mayor relevancia entre quienes más horas dedican al entrenamiento, lo que evidenció que la constancia y el esfuerzo sostenido están vinculados con aspiraciones de crecimiento personal. Durante la socialización, este hallazgo derivó en una reflexión más amplia sobre el significado del éxito: algunos lo entendían como alcanzar metas visibles o recibir reconocimiento, mientras que otros lo asociaban con la mejora continua y la disciplina personal. Esta discusión permitió que los estudiantes resignificaran el deporte, comprendiendo que más allá de la competencia o la apariencia física, constituye una oportunidad para salir adelante, fortalecer la voluntad y construir un proyecto de vida cuando se le da constancia.

### *4.2.4 Equipo N4: ¿Cuántas horas de estudio dan mejor rendimiento académico?*

El equipo N4 orientó su proyecto a explorar la relación entre las horas de estudio y el rendimiento académico, partiendo de la curiosidad por comprender si existe una cantidad "ideal" de tiempo que de mejores resultados escolares. Para ello, diseñaron una encuesta que les permitió comparar hábitos de estudio con promedios académicos, encontrando una gran diversidad en las rutinas de los estudiantes. Durante el análisis, comprendieron que el rendimiento no depende únicamente del número de horas dedicadas, pues no encontraron relación alguna entre ambos factores, así, a partir de esto surgió una discusión sobre los imaginarios que tenían alrededor de los métodos de estudio.

En la reflexión colectiva, los estudiantes concluyeron que estudiar más no siempre implica aprender mejor, sino que factores como la calidad del estudio, la motivación y las formas de estudio son determinantes para lograr mejores resultados académicos. De este modo, resignificaron la idea del estudio como una práctica mecánica o cuantitativa, para entenderlo como un proceso consciente que requiere vincularse con el conocimiento de sí mismo, el descanso y el bienestar.

### *4.2.5 Equipo N5: ¿Cuál es la proporción de semilla y comida en una fruta?*

El equipo N5 centró su investigación en comprender si había una relación entre las semillas y la zona comestible de la fruta. Durante el desarrollo del proyecto, los estudiantes construyeron un modelo que buscaba relacionar numéricamente el tamaño de las frutas con la cantidad de semillas, pero al analizar los resultados notaron que no encontraban una correspondencia. Este hallazgo los llevó a reconocer que, más allá de los números, existían relaciones biológicas que explicaban las diferencias observadas.

En su diálogo con el experto, un gastrónomo y barista, lograron validar su modelo desde una perspectiva interdisciplinaria. El experto les explicó que el tamaño de las semillas se relaciona con la forma que las frutas tienen para reproducirse:

> *Las frutas grandes generalmente producen semillas grandes ya que tienen más nutrientes que aportar a la semilla, así esta tendrá más oportunidades de germinar. Mientras que las frutas pequeñas, que no cuentan con tantos nutrientes, generan semillas pequeñas, pero en gran cantidad, buscando que al menos unas pocas logren sobrevivir. Así, las diferentes frutas se han adaptado y buscado poder reproducirse a través del tiempo.* (Experto – Gastrónomo y barista).

La ayuda del experto permitió a los estudiantes comprender que, aunque no lograron establecer una relación matemática precisa, sí identificaron una conexión clara entre el tamaño de las semillas y su cantidad. A partir de esta explicación, los estudiantes elaboraron una analogía: compararon a las frutas con las familias humanas. Un integrante del equipo N5 manifestó que algunas “prefieren tener pocos hijos, pero cuidarlos mucho”, mientras que otras “tienen muchos hijos a ver si alguno puede salir adelante”. Esta comparación suscito diferentes reacciones tanto positivas como negativas de sus compañeros, aludiendo a que era una analogía clasista, sin embargo, esta les permitió expresar de forma sencilla cómo las especies encuentran distintas estrategias para asegurar su supervivencia.

Esta explicación despertó en ellos una mayor curiosidad y los llevó a hacerse nuevas preguntas sobre cómo se reproducen y evolucionan las frutas. Empezaron a preguntarse si el clima o el ambiente influyen en el tamaño de las semillas, cuáles debían ser los porcentajes de germinación de las semillas para que las frutas no desaparecieran en el tiempo y sobre cómo se esparcían estas en los terrenos (Diario de campo, 28 de octubre, 2024). En conjunto, el trabajo del

equipo N5 mostró que, al integrar saberes de la biología, la agricultura y la matemática se favorece una comprensión más completa de los fenómenos naturales.

### *4.2.6 Equipo N6: ¿Qué posición es más recomendada para dormir?*

El equipo N6 centró su investigación en identificar cuál es la posición más recomendada para dormir. A partir de observaciones y mediciones, las estudiantes analizaron los ángulos formados por la espalda y las piernas en las posiciones más comunes que se adoptaban al dormir, suponiendo que ciertos ángulos podían ofrecer mayor comodidad o descanso.

Durante la comunicación con el experto, comprendieron que sus hipótesis no estaban del todo equivocadas, pero que la explicación no era relativo a la comodidad, sino al bienestar. El médico les explicó que algunos ángulos favorecen la curvatura natural de la columna y permiten una mejor distribución del peso, lo que contribuye al bienestar y a la calidad del sueño.

A partir de esta orientación, las estudiantes retomaron su modelo geométrico para reflexionar sobre cómo los ángulos influyen en la postura y en el equilibrio del cuerpo. Surgieron conversaciones en torno a la biología y la física del movimiento, especialmente sobre cómo las fuerzas se distribuyen en distintas partes del cuerpo según la posición adoptada. Incluso lograron establecer relaciones con experiencias en el gimnasio, donde mantener una postura adecuada también resulta clave para evitar lesiones y mejorar el rendimiento. Así, el trabajo del equipo N6 fue un punto de convergencia entre conocimientos biológicos, físicos y matemáticos, y les permitió transformar una simple curiosidad en una comprensión más profunda del cuerpo humano, demostrando el valor de la interdisciplinariedad en el aprendizaje.

### *4.2.7 Equipo N7: ¿Cómo se relacionan el tiempo en redes sociales y las notas?*

El equipo N7 centró su investigación en comprender si existía una relación entre el tiempo dedicado a las redes sociales y el rendimiento académico. Para ello, aprovecharon de manera significativa la tecnología, utilizando la aplicación de *Bienestar digital* de los teléfonos móviles

para registrar el número de horas que cada estudiante destinaba a plataformas como Instagram, TikTok o YouTube. Luego, compararon esos datos con los promedios obtenidos en el último boletín escolar, elaborando un modelo de regresión lineal que les permitiera analizar posibles correlaciones.

Aunque el coeficiente obtenido no arrojó una relación concluyente, los resultados sí mostraron una tendencia: a mayor tiempo invertido en redes, el rendimiento tendía a ser ligeramente menor. Durante la socialización, los estudiantes destacaron que este resultado no debía interpretarse de manera negativa o simplista, pues los adultos suelen satanizar el uso del celular. En sus reflexiones señalaron que las redes sociales también pueden ser espacios de aprendizaje y acceso a información, como lo son los canales de “Julio Profe” o “Date un Vlog”.

### *4.2.8 Equipo N8: ¿Cuánta gente practica el deporte más costoso de Guarne?*

El equipo N8 orientó su investigación a identificar cuál es el deporte más costoso practicado en el municipio de Guarne y cuántas personas lo realizan. Para ello, aplicaron encuestas a sus pares académicos y recopilaron información sobre los costos asociados a diferentes disciplinas deportivas, considerando aspectos como el valor del equipamiento y el pago del entrenamiento.

Sin embargo, al analizar los resultados, los estudiantes encontraron que no existía una relación clara entre el costo del deporte y la cantidad de personas que lo practican. Este hallazgo los llevó a cuestionarse sobre los verdaderos factores que determinan la elección de una disciplina deportiva, planteando que más allá del dinero, influyen elementos como el entorno familiar, la cultura local y la disponibilidad de espacios de práctica. A partir de esta reflexión, el grupo comprendió que el acceso al deporte está profundamente ligado a las condiciones sociales y económicas de cada comunidad, donde no todos los jóvenes cuentan con las mismas posibilidades para desarrollarse en una disciplina. De este modo, el proyecto permitió reconocer

al deporte no solo como una práctica recreativa o competitiva, sino como un indicador de desigualdad social y de las oportunidades reales de bienestar y desarrollo que se ofrecen a las nuevas generaciones.

### *4.2.9 Resignificación posibilitada por el Sentido de Realidad*

Las reflexiones derivadas de los proyectos escolares con enfoque interdisciplinario evidencian cómo los estudiantes lograron trascender de la simple aplicación de conocimientos para situarse críticamente frente a su realidad. A través de la construcción, validación y socialización de modelos, los equipos desarrollaron comprensiones que fueron desde la agricultura y la biología hasta el deporte, el territorio y la salud.

Tal como señalan Coa-Mamani y Obregón-Ramos (2023), la modelación "fomenta el crecimiento del pensamiento crítico, la iniciativa y la compasión" (p. 270), además de empoderar a los estudiantes con habilidades prácticas y despertar su interés por las disciplinas científicas. Estos procesos se fortalecieron gracias al enfoque interdisciplinario de los proyectos, que permitió que saberes provenientes de distintas áreas como la biología, la matemática, la geografía, la educación física o la tecnología se integraran para comprender fenómenos complejos desde una mirada más amplia. Esta articulación promovió la resignificación del conocimiento, al mostrar que ninguna disciplina por sí sola basta para entender la realidad en su totalidad.

De acuerdo con Villa-Ochoa y Jaramillo (2010), por medio del Sentido de Realidad, la modelación no solo se encarga de interpretar y resolver problemas, sino también de transformarlos, al resignificar la realidad objetiva desde la subjetividad de la experiencia. Esto se reflejó en la manera en que los estudiantes reformularon sus preguntas, reconocieron sus propias limitaciones metodológicas y construyeron nuevos significados sobre su entorno: el territorio como una construcción viva, el deporte como posibilidad de superación, la fruta como resultado

de procesos humanos e históricos, o el cuerpo como un sistema donde se equilibran fuerzas y bienestar.

En síntesis, los proyectos de modelación posibilitaron a los estudiantes enfrentarse a problemas que los posicionaron críticamente frente a problemáticas de la sociedad (Villa-Ochoa y Jaramillo, 2010), permitiendo que la escuela se convirtiera en un espacio para pensar, cuestionar y transformar la realidad. La interdisciplinariedad jugó un papel decisivo en este proceso, pues permitió que la modelación trascendiera los límites de cada área, fortaleciendo una mirada crítica, investigativa y transformadora del conocimiento, en la que el aprendizaje cobra sentido al relacionarse con la vida misma.

Asimismo, este enfoque no solo implicó una comprensión del entorno, sino también una apertura hacia lo sensible como factor influyente en el aprendizaje. Tal como señalan Silva y Grisales (2016), el sentido se produce a partir de “los modos y los medios en que lo sensible da sentido a las actividades humanas” (p. 17). De esta manera, la modelación, al articular razón y sensibilidad, permitió a los estudiantes conectar con su contexto desde la experiencia, reconociendo que comprender la realidad también supone sentirla, interpretarla y transformarla desde la propia vivencia.

# 5 Conclusiones

## 5.1 El enfoque interdisciplinario como posibilitador del Sentido de Realidad

El enfoque interdisciplinario permitió comprender que los fenómenos del entorno no pertenecen a un único campo del conocimiento, sino que se constituyen a partir de la interacción entre múltiples disciplinas. Al integrar diversas áreas, los proyectos escolares favorecieron la articulación entre lo matemático y lo sensible, posibilitando que los estudiantes reconocieran cómo las matemáticas emergen en su cotidianidad y en los procesos naturales que los rodean. Como plantean Muñoz-Mesa et al. (2014), "las situaciones enmarcadas en contextos que le son familiares a los estudiantes desencadenan múltiples ideas, propuestas y análisis sobre esa 'porción de realidad' que se busca modelar" (p. 66), generando una conexión con las experiencias, la vida cotidiana y los saberes empíricos. Esta conexión abrió la puerta al desarrollo del Sentido de Realidad, lo cual permite centrar la atención justamente en los objetivos trazados en la pregunta de la presente investigación.

La interdisciplinariedad amplió el horizonte de comprensión al propiciar el diálogo entre diferentes áreas del conocimiento. La inclusión de saberes provenientes de la biología, la agricultura, la geografía y las ciencias sociales permitió que los modelos creados por los estudiantes no se limitaran a lo numérico o netamente matemático, sino que expresaran relaciones complejas entre el cuerpo, el ambiente y la sociedad. En esa medida, la modelación se configuró como una práctica que articula la razón, la creación y la sensibilidad, en consonancia con el enfoque interdisciplinario que tuvieron los proyectos (Lenoir, 2013), haciendo posible que los estudiantes comprendieran los fenómenos no solo desde la lógica matemática, sino también, desde la experiencia humana y su significado en la vida cotidiana, lo que invita a seguir

explorando la interdisciplinariedad como camino para revelar esas conexiones ocultas entre las ciencias y el mundo.

Así, como señalan Villa-Ochoa y Jaramillo (2010) en su investigación, los estudiantes "han aprendido que las matemáticas están en toda la naturaleza, en las demás ciencias, y en el contexto; pero aún no han aprendido a develarla" (p. 708). De esta manera, la sensibilidad desarrollada a lo largo de los proyectos de modelación con enfoque interdisciplinario favoreció que los estudiantes empezaran a reconocer la manera en que el conocimiento matemático se moviliza en su entorno. Este reconocimiento no solo fortalece su capacidad de observación y análisis, sino que también les permite atribuir sentido a lo que aprenden, al comprender que las matemáticas no son un conjunto aislado de procedimientos, sino una herramienta viva que se entrelaza con la experiencia, la comprensión del mundo y la posibilidad de transformarlo de manera informada y no por parecer, sino con bases académicas e investigativas.

### 5.2 La investigación escolar como eje dinamizador

La investigación escolar se consolidó como el motor que dinamizó los procesos de modelación y de construcción del Sentido de Realidad. El incorporar los contextos cotidianos de los estudiantes como punto de partida para desarrollar los proyectos favoreció una mayor participación y compromiso en procesos como la recolección de datos y la construcción de modelos, lo que a su vez amplió la comprensión de los fenómenos vinculados a esos contextos (Muñoz-Mesa et al., 2014). Este enfoque permitió transformar la noción de aula, pasando de un espacio de transmisión de saberes a un lugar de exploración, cuestionamientos y construcción compartida donde los estudiantes se involucraron "de manera integral con las matemáticas" (Muñoz-Mesa et al., p. 58). De esta forma, la investigación escolar se convierte en una herramienta para desarrollar pensamiento crítico, un rol de agencia y conciencia sobre la

capacidad de transformar el entorno, reafirmando el papel de la escuela como espacio de construcción de conocimiento.

### 5.3 Líneas para futuras investigaciones

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de continuar profundizando en propuestas pedagógicas que integren la modelación y la investigación como estrategias para fortalecer la formación de los estudiantes desde la sensibilidad y la atribución de sentido. Es necesario seguir explorando cómo estas experiencias permiten que los jóvenes comprendan la relación entre conocimiento y realidad, evitando que el saber se reduzca a su dimensión utilitaria. Como advierten Silva y Grisales (2016), “el conocimiento en nombre de la utilidad rindió sus méritos, pero también sus catástrofes” (p. 11), recordándonos que enseñar ciencia implica también enseñar sensibilidad, ética y conciencia frente al impacto de las acciones humanas sobre el mundo.

Del mismo modo, futuras investigaciones podrían orientarse a comprender los procesos de creación y resignificación que emergen en los proyectos de modelación, entendiendo que la transformación del conocimiento es, en esencia, una transformación de sí mismo. En palabras de Silva y Grisales (2016), “ser consciente de que los sujetos y las cosas se transforman y que la responsable de que ese cambio se dé y se revierta al mundo es la creación, significa aceptar que el acto más elevado de creación de un ser humano es la creación de sí mismo” (p. 16). Así, la continuidad de estas experiencias puede abrir caminos hacia una educación donde la sensibilidad, el pensamiento crítico y la creatividad se unan en la construcción colectiva de sentido.

### 5.4 Reflexión sobre el proceso investigativo como maestra en formación

Cuando eres maestra hay un imaginario de que debes ser muy capaz. Si no ¿En manos de quien estaría la educación? ¿En manos de quien estaría el futuro de la nación? ¿En manos de

quien estarían nuestros niños y jóvenes? La respuesta es más cruda de lo que me gustaría admitir. Están en manos de personas capaces, sí, pero también humanas. Humanas y capaces de fallar.

En mi formación descubrí lo que era ser enfrentada a mis peores miedos: la insuficiencia, la soledad, la frustración desenfrenada y la incapacidad de comunicar. Hoy soy mejor por ello. Si hay algo que no podrán arrebatarme nunca fue esto: lo que aprendí. Por cada revisión de un maestro con el corazón dispuesto a enseñarme, por cada pregunta que no supe responder y que me llevo a descubrir, por cada mirada de duda que me reto a confiar en mí, por cada experiencia, buena o mala. Al final del día, no nos formamos solo de lo bueno, quizás por ahí deberíamos empezar los maestros en formación. Por, desde la humildad, reconocer que la educación es tan humana como nosotros y que el error enseña, muchas veces más que el acierto.

¿Y sobre la investigación? Es eso. Un proceso de humildad, de reconocer valía en lo que el otro tiene por enseñar y yo puedo aprender de él. Me cambió la vida, me hizo mejor persona y profesora. Algún día, ojalá, mejor maestra.

## Referencias

Alemán, L. V. M., Águila, C. I. G., y Sánchez, D. J. Q. (2022). La modelación matemática como estrategia didáctica para la resolución de problemas matemáticos. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 6*(26), 2204-2218.

Almenares López, M., Marín Uribe, R., Soto Valenzuela, C., y Guzmán Ibarra, I. (2019). Interdisciplinariedad: la necesidad de unificar un concepto. *TECNOCIENCIA Chihuahua*, *13*(3), 140–148. https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v13i3.477

Alvarado, J., Burgos, A, y Gómez, E. (2014). Relevancia de la formación estadística en la universidad. La importancia de encontrarles sentido a las matemáticas. *Reencuentro.* (69), 37-45.

Arenas, V. M., Marín, M. A. V., y Gutiérrez, D. (2020). El sentido de las matemáticas. *Cuaderno de investigaciones: semilleros andina*, (13), 223-231.

Bajtín, M. (2000). *Yo también soy: Fragmentos sobre el otro*. Taurus.

Barbosa, J. (2006). Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective. *ZDM*, *38*(3), 293-301.

Barrios Candil, O. A. (2024). Significaciones imaginarias y modelación matemática: cuestiones sobre el sentido. *Praxis, Educación Y Pedagogía*, (14), https://doi.org/10.25100/praxis_educacion.v0i14.14566

Biembengut, M. S. (2003). *Modelagem matemática no ensino.* En N. Hein & C. Loesch (3.ª ed.), *Pesquisa operacional: fundamentos e modelos*

Biembengut, M. S. (2015a). Modelaje matemático en la enseñanza de matemática en la ingeniería: posibilidades y dificultades. *Ingenium*, *16*(31), 93-107.

Biembengut, M. S. (2015b). Mathematical modelling, problem solving, project and ethnomathematics: Confluent points. *CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, 816-820.

Biembengut, M. S., y Hein, N. (1997). Modelo, modelación y modelaje: métodos de enseñanza-aprendizaje de matemáticas. *Epsilon: Revista de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales"*, (38), 209-222.

Biembengut, M. S., y Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática, 16* (2), 105-125.

Biembengut, M., y Hein, N. (2002). Modelaje y Etnomatemáticas: puntos (in) comunes. *Revista Números. Canárias-Espanha*, *52*, 27-39.

Blum, W. (1993). Mathematical modelling in mathematics education and instruction. En T. Breiteig, I. Huntley y G. Kaiser-Messmer. *Teaching and learning mathematics in context* / (3-14). Ellis Horwood.

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt. *Journal of mathematical modelling and application*, *1*(1), 45-58.

Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H. W., y Niss, M. (Eds.). (2007). *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study*. Boston, MA: Springer US.

Bolstad, O. H. (2023). Lower secondary students' encounters with mathematical literacy. *Mathematics Education Research Journal*, *35*(1), 237-253.

Bonilla, E. y Rodríguez, P. (2005). *Más allá del dilema de los métodos: la investigación en ciencias sociales*.

British Educational Research Association (BERA). (2024). *Ethical guidelines for educational research (5th ed.)*.

Brito-Vallina, M. L., Alemán-Romero, I., Fraga-Guerra, E., Para-García, J. L., y Arias-de Tapia, R. I. (2011). *Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros. Ingeniería mecánica, 14*(2), 129-139.

Coa-Mamani, R. y Obregón-Ramos, J. (2023). Modelación Matemática como Estrategia Didáctica: Una Perspectiva Procedimental de Formación Académica y Científica. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, *16*(2), 259-272. https://doi.org/10.37843/rted.v16i2.41

Coccia, E. (2011). *La vida sensible.* Marea Editorial.

Coll, C. (1988). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y aprendizaje*, *11*(41), 131-142.

Crisorio, R (2019). Lo sensible y lo inteligible. EN: R. Crisorio, A. Lescano, A.L. Rocha Bidegain (Coords.). *La educación corporal como programa de investigación: Elementos para pensar la enseñanza de las prácticas corporales.* La Plata: EDULP. (Libros de Cátedra. Sociales). En Memoria Académica.

Enjo, L. L. (2013). *Elicitación y representación del conocimiento experto de profesores universitarios: la construcción de redes y comunidades de aprendizaje como componente*

*y condición de las" buenas prácticas docentes"* [Disertación Doctoral] Universidade de Santiago de Compostela.

Espinoza-Freire, E. E. (2018). La planeación interdisciplinar en la formación del profesional en educación. *Maestro y Sociedad, 15*(1), 77–91.

Gallardo, P. C. (2012). La Matemática en el Contexto de las Ciencias y la modelación. *Cuadernos de investigación y formación en Educación Matemática*.

Gonzáles-Rey, F. L. (2010). Las categorías de sentido, sentido personal y sentido subjetivo en una perspectiva histórico-cultural: un camino hacia una nueva definición de subjetividad. *Universitas Psychologica*, *9*(1), 241-253.

Greefrath, G. (2011). Using Technologies: New Possibilities of Teaching and Learning Modeling Overview. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, y G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and Learning of Mathematical Modeling, (ICTMA 14),* 301-304.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). México: McGraw Hill/Interamericana Editores.

Institución Educativa Inmaculada Concepción (2018). *Proyecto Educativo Institucional* (PEI). Guarne-Antioquia.

Katayama, R. J. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa: Fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

López Noguero, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *Revista de Educación, 4*, 167-179.

Martínez, L. (2007). La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. *Revista perfiles libertadores*, *4*(80), 73-80.

Medina, M., Rojas, R., y Bustamante, W. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. DOI: 10.35622/inudi.b.080.

Mesa, Y. M. (2018). *El modelo matemático como noción, concepto y categoría. Reflexiones desde la filosofía al campo de la modelación en educación matemática* [Trabajo de grado de maestría]. Universidad de Antioquia.

Ministerio de Educación Nacional. (MEN). (1998a). Lineamientos Curriculares de Matemáticas. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (MEN). (1998b). Lineamientos Curriculares en Ciencias Sociales y en Ciencias Naturales. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (MEN). (2004). Estándares Básicos de Competencias. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Muñoz, L. M.; Londoño, S. M.; Jaramillo; C. M. y Villa-Ochoa, J. A. (2014). Contextos Auténticos y la producción de modelos matemáticos escolares. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 42*, 48-67.

Pantoja, R., Guerrero, M., Ulloa, R., y Valdivia, S. (2016). La modelación matemática en situaciones problema de la vida cotidiana. *Artículo presentado en el Seminario Repensar las Matemáticas, sesión, 83.*

Perrenet, J. C., y Zwaneveld, B. (2012). The many faces of the mathematical modeling cycle. *Journal of Mathematical modelling and Application, 1(*6), 3-21.

Quecedo, R., y Castaño, C. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica,* (14), 5-39.

Ricoy Lorenzo, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Educação. Revista do Centro de Educação*, *31*(1), 11–22.

Rueda Sánchez, M. P., Armas, W. J., y Sigala-Paparella, S.-P. (2023). Análisis cualitativo por categorías a priori: reducción de datos para estudios gerenciales. *Ciencia y Sociedad, 48*(2), 83–96. https://doi.org/10.22206/cys.2023.v48i2.pp83-96

Sáez, J. (1989). El enfoque interpretativo en ciencias de la educación. *Anales de pedagogía (7),* 7-32.

Salinas, P., Alanís, J., y Pulido, R. (2011). Cálculo de una variable: Reconstrucción para el aprendizaje y la enseñanza. *Didac*, *56*(57), 62-69.

Sánchez Silva, M. (2005). La metodología en la investigación cualitativa. *Revista del centro de investigaciones económicas, políticas y sociales del instituto politécnico nacional. (1), 115-118*

Santamaría, J. (2013). Paradigmas de investigación educativa: De las leyes subyacentes a la modernidad reflexiva. *Entelequia.* (16). 91-102.

Silva, S. J.; Grisales, A. L. (2016). La creación y lo sensible. Un conocimiento que transforma. *Revista Nodo, 10*(20), 9-24.

Torres, J. (2000). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado*. Madrid, Morata.

Universidad de Antioquia. (2012). *Reglamento de prácticas académicas facultad de educación.* Medellín-Antioquia.

Universidad de Antioquia. (2021). *Código de ética de la Universidad de Antioquia.* Medellín-Antioquia.

Vain, P. (2012). El enfoque interpretativo en investigación educativa: algunas consideraciones teórico-metodológicas. *Revista de Educación, 4*(4), 37-45.

Valera-Villegas, G., Madriz, G., y Carpio, A. (Eds.). (2010). *Formación de la sensibilidad: Filosofía, arte, pedagogía*. Universidad Nacional Experimental de las Artes.

Villa-Ochoa, J. A, Castrillón-Yepes, A., y Sánchez-Cardona, J. (2017). Tipos de tareas de modelación para la clase de matemáticas. *Espaço Plural, 18*(36), 219-251.

Villa-Ochoa, J. A. (2013). Contextos, Intereses y Sentido de Realidad en la Modelación Matemática. Una experiencia con el profesor de matemáticas. In *Conferencia Nacional sobre Modelagem na Educação matemática*.

Villa-Ochoa, J. A., Bustamante, C. A., Berrio, M., Osorio, J. A., Ocampo, D. A. (2009a). El proceso de modelación matemática. Una mirada a la práctica del docente. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, *22*, 1443-1451.

Villa-Ochoa, J. A., Bustamante, C. A., Berrio, M., Osorio, J. A., Ocampo, D. A. (2009b). Sentido de realidad y modelación matemática. El caso de Alberto. *ALEJANDRÍA. Revista de Ciencia y Tecnología, 2* (2), 159-180.

Villa-Ochoa, J. A., Bustamante, C., y Berrio, M. (2010). Sentido de Realidad en la modelación matemática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, *23*, 1087-1096.

Villa-Ochoa, J. A., López, C. M. J. (2011). Sense of reality through mathematical modelling. *Trends in Teaching and Learning Mathematical Modelling: ICTMA14*, 701-711.

Vives VT, Hamui SL. (2021). La codificación y categorización en la teoría fundamentada, un método para el análisis de los datos cualitativos. *Inv Ed Me, 10*(40), 97-104.

Zapata, E. S. (2023). Técnicas e instrumentos de investigación en la actividad investigativa. *Revista Educación, 21*(21), 8-9.

# Anexos

## Anexo 1

Consentimiento informado

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

**Consentimiento Informado de Participación**

**Investigación:** "Desarrollo del Sentido de realidad en proyectos de modelación matemática con enfoque interdisciplinario"

Yo, _____, identificado (a) con CC _____, y como acudiente responsable de (el/la) estudiante _____, del grado _____, autorizo su participación en la investigación titulada "*Desarrollo del Sentido de realidad en proyectos de modelación matemática con enfoque interdisciplinario*", la cual está adscrita a la Universidad de Antioquia como Trabajo de Grado, bajo la responsabilidad de Luz Elendy Ruiz Correa y Karen Melisa Ospina Berrio como investigadoras. Su participación es voluntaria y puede decidir no participar o dejar de participar en cualquier momento sin dar ninguna razón y sin sufrir ninguna penalización. En caso de haber iniciado participación y decidir dejar de participar, puedo pedir que la información relacionada conmigo no sea tenida en cuenta para la investigación.

La participación en esta investigación implica el permitir la toma de registro fotográfico, documental y de audio de las actividades realizadas en torno a esta, además, de la difusión, publicación y uso de este material con fines académicos.

Toda la información producida en esta investigación será confidencial por lo que se usarán seudónimos para cualquier publicación derivada de esta (a no ser que el participante decida lo contrario).

Las investigadoras responderán a los participantes cualquier pregunta relacionada con elementos que no le sean claros ahora mismo o en el transcurso del desarrollo de la investigación, a través de correo electrónico o personalmente.

Al firmar esta autorización, se manifiesta estar de acuerdo en que el estudiante participe de esta investigación y que esta decisión se toma en pleno uso de mis facultades mentales, de forma consciente y libre.

Nombre del [de la] participante:
Documento de identidad:
Firma:

Nombre del acudiente:
Cedula de Ciudadanía:
Numero de contacto:
Firma: