



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO DE MEJORAMIENTO PROFESIONAL DEL MAGISTERIO
Línea de Investigación: Formación Docente (EAA/LIFD01- EASC/LIFD01)



**CONSTRUCTO TEÓRICO SOBRE EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA
RAZONAMIENTO Y ARGUMENTACIÓN EN MATEMÁTICA VISLUMBRADA DESDE
EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EDUCACIÓN MEDIA.**

**Tesis Doctoral como requisito parcial para optar al Título de Doctor en
Educación**

Autora: Luz Yarney Caicedo H.

Tutora: Magdalena Parrillo de B.

Maracaibo, mayo de 2026



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO DE MEJORAMIENTO PROFESIONAL DEL MAGISTERIO
RECTORADO



ACTA

Nosotros el jurado Examinador abajo firmante, reunidos en modalidad virtual el día 09 de octubre de 2026, debidamente autorizados por la Coordinación de Estudios de Postgrado del Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio, con el propósito de evaluar la Tesis Doctoral titulado: **"CONSTRUCTO TEÓRICO SOBRE EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA RAZONAMIENTO Y ARGUMENTACIÓN EN MATEMÁTICA VISLUMBRADA DESDE EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EDUCACIÓN MEDIA"**, presentado por la Magister. Caicedo Hernandez Luz Yamey, titular de la C.C 35895906 integrante de la cohorte: 2023-2 del Doctorado en Educación, para optar al título de Doctora en Educación, emitimos el siguiente veredicto: **APROBADO**.

Miembros del Jurado

Dra. Beatriz Ramírez H.
C.I. N°6.373.845
Jurado

Dr. Edmer González C.
C.I. N°7.868.687
Jurado

Dra. Aida Justo
C.I. N°5.813.394
Jurado



Dra. Aidé Josefina Betancourt
C.I. N° 12.837.506
Jurado

Dra. Magdalena Parrillo
C.I. N°11.714.740
Tutora

DEDICATORIA

A Dios, fuente inagotable de amor, misericordia y fidelidad, porque sus promesas sostuvieron mi esperanza cuando las fuerzas parecían agotarse. Su Palabra iluminó mis pasos, su presencia me acompañó en los momentos de incertidumbre y su gracia hizo posible que este sueño permaneciera vivo aun en medio de las dificultades. A Él, que conoce cada lágrima, cada esfuerzo y cada oración elevada en silencio, dedico primeramente este logro.

A mis hijos, **Jeans, Alan David y Cristin Daniela**, los regalos más hermosos que Dios me ha concedido y la inspiración más profunda de mi existencia. A ustedes, que aprendieron a comprender mis ausencias, a esperar mis abrazos y a compartir conmigo el peso de este sueño. Muchas veces sus manos fueron mis manos, sus cuidados fueron mi descanso y su amor se convirtió en la fuerza que necesitaba para continuar. Esta conquista también les pertenece, porque detrás de cada página escrita hay una parte de su paciencia, de sus sacrificios y de ese amor inmenso que me sostiene cada día.

A mi esposo, por formar parte de mi historia y acompañarme en este camino de crecimiento personal y profesional. Dedico también a él la alegría de alcanzar esta meta, que representa años de esfuerzo, perseverancia y esperanza.

A mi mamá, por ser refugio en los días de cansancio y presencia amorosa en los momentos de mayor fragilidad. Por cada plato de comida preparado con cariño, por sus palabras oportunas y por esas conversaciones que lograron aliviar mis preocupaciones cuando el camino parecía demasiado difícil. Su amor sencillo, generoso e incondicional ha sido una de las bendiciones más grandes de mi vida.

A Dios y a ustedes, que habitan lo más profundo de mi corazón, dedico esta conquista, porque ningún sueño alcanzado tiene mayor significado que aquel que podemos compartir con quienes amamos.

RECONOCIMIENTO

A mi tutora, la doctora Magdalena Parrillo, mi más sincero reconocimiento por su acompañamiento, dedicación y generosidad durante este proceso doctoral. Gracias por compartir desinteresadamente sus conocimientos, por sus orientaciones oportunas y por contribuir al fortalecimiento académico y científico de esta investigación.

A mis estudiantes, cuyas preguntas y dudas se convirtieron, sin saberlo, en el motor que impulsó el descubrimiento del fenómeno de estudio. Sus inquietudes despertaron en mí la necesidad de comprender con mayor profundidad los procesos de razonamiento y argumentación matemática, dando origen a esta aventura investigativa y a la construcción del constructo teórico que hoy presento.

A mis informantes clave, por abrir generosamente las puertas de sus experiencias pedagógicas y compartir sus vivencias, percepciones y significados. Sus voces constituyeron la base que permitió avanzar en la comprensión del fenómeno investigado y en la configuración del constructo teórico. Gracias por su confianza y por hacer parte esencial de esta construcción académica.

A mis compañeros de la cohorte 10-1 y al Pentanomio, por las risas, las preocupaciones, las alegrías, los paseos, las caminatas y los vínculos que hicieron más llevadero este recorrido. A Santi y a Carlotica, quien, siendo tan pequeña, alberga un corazón tan grande que logró movilizarnos, animarnos y mantenernos unidos en el propósito de avanzar y permanecer.

A mis amigos, familiares, conocidos y a todas aquellas personas que elevaron una oración por mi causa, gracias por interceder ante Dios para que restaurara mis fuerzas, renovara mi esperanza y me concediera la sabiduría necesaria para continuar. Cada oración fue una expresión de amor y solidaridad que acompañó mis días difíciles. Que el Señor les multiplique en bendiciones todo aquello que generosamente pidieron para mi vida.

TABLA CONTENIDO

Resumen.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
MOMENTO I.....	15
Contextualización del fenómeno de estudio	15
Propósitos de la investigación	23
<i>Propósito General</i>	23
<i>Propósitos Específicos</i>	24
Justificación.....	25
MOMENTO II	28
Perspectiva Teórica	28
Estudios previos sobre el fenómeno de estudio	30
Sustento teórico de la investigación.	39
Teorías de entrada de la investigación	40
<i>Aprendizaje significativo</i>	43
<i>El conectivismo.</i>	46
<i>Aprendizaje Basado en Problemas</i>	48
Sustentación teórica de la investigación	49
<i>Desarrollo de Competencias; un proceso intencional</i>	49
<i>Razonamiento y argumentación matemática según los lineamientos curriculares.</i>	50
<i>Razonamiento y argumentación matemática desde la mirada de otros autores</i>	53
<i>Perspectiva cognitiva-semiótica del razonamiento matemático</i>	54
<i>Estructura funcional de la argumentación</i>	56
<i>Procesos de prueba, validación y construcción de conocimiento</i>	57
<i>Dimensión colectiva e interactiva de la Argumentación matemática</i>	58
<i>Pensamiento Computacional</i>	59
Habilidades del pensamiento computacional	61
Pensamiento computacional más allá de la automatización.....	64
<i>Impacto de los modelos de IA en la automatización del razonamiento</i>	66
Sustento legal de la investigación	67
<i>Objetivo de desarrollo sostenible (ODS 4)</i>	68
<i>Plan Nacional Decenal de Educación.</i>	68

<i>Artículo 68 de la Constitución Política de Colombia.</i>	69
<i>Ley 115 de 1994, también conocida como Ley general de educación en Colombia.</i>	70
Criterios éticos de la investigación	71
<i>Consentimiento informado</i>	72
<i>Confidencialidad y protección de la información</i>	72
<i>El respeto por los participantes</i>	73
<i>La minimización del daño</i>	73
<i>Transparencia</i>	74
<i>Responsabilidad social</i>	74
MOMENTO III	76
Diseño Metodológico de la investigación	76
Paradigma de la investigación	76
Enfoque de la investigación	77
Pentadimensionalidad de la Investigación	78
<i>Dimensión Ontológica</i>	79
<i>Dimensión Epistemológica</i>	79
<i>Dimensión Axiológica</i>	79
<i>Dimensión Teleológica</i>	80
<i>Dimensión Metodológica</i>	80
MOMENTO IV	97
Los Hallazgos.....	97
Sistematización y Contrastación de la Realidad Investigada.....	97
<i>Dimensión: Epistemología del Razonamiento</i>	100
<i>Categoría: Conexión lógica y sentido numérico.</i>	101
<i>Categoría: El lenguaje matemático como discurso.</i>	108
<i>Categoría: La validación del proceso sobre el resultado.</i>	113
<i>Categoría: Autonomía y pensamiento crítico.</i>	120
<i>Dimensión: Praxis Pedagógica Post-pandemia</i>	126
<i>Categoría: Resignificación del error como insumo.</i>	133
<i>Categoría: Gestión de la frustración en el aprendizaje.</i>	139
<i>Dimensión: Estructuración del Pensamiento Computacional (PC)</i>	145
<i>Categoría: Descomposición de problemas complejos.</i>	146
<i>Categoría: Reconocimiento de patrones y regularidades.</i>	151
<i>Categoría: Pensamiento algorítmico desenchufado</i>	157
<i>Categoría: Abstracción y modelado de datos.</i>	163

<i>Dimensión: Mediación Tecnológica-Instrumental</i>	168
<i>Categoría: Transición de la aritmética al código</i>	169
Análisis interpretativo: Transición del pensamiento aritmético al código.....	173
<i>Categoría: El computador como herramienta de verificación.</i>	177
<i>Categoría: Riesgos de la mecanización tecnológica.</i>	184
<i>Dimensión: Rol del Docente Mediador</i>	191
MOMENTO V	216
Constructo Teórico de la Investigación.....	216
Arquitectura pedagógica para la transferencia del Constructo Teórico.	222
MOMENTO VI	226
Reflexiones finales y recomendaciones del estudio	226
Reflexiones finales.....	226
Recomendaciones.....	228
REFERENCIAS.....	232
Anexo A	240
Formato de consentimiento informado	240
Anexo B	241
Guión de preguntas semiestructuradas	241
Anexo C	244
Diario de campo y matriz epojé	244
Anexo D	252
Traducción de las entrevistas	252
Anexo E.....	276
Registro fotográfico.....	276
.....	276
Anexo F.....	277
Resumen Curricular.....	277

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pp
1	Referentes comunes de los estándares básicos de competencias..	41
2	Holograma enfoque normativo y conceptual educativo.....	71
3	Taxonomía de principios éticos en investigación cualitativa.....	75
4	Organización en el análisis de la información.....	88
5	Criterios de rigurosidad científica.....	94
6	Red analítica de la categoría Conexión lógica y sentido numérico, de la Dimensión Epistemología del razonamiento.....	106
7	Red analítica de la categoría El lenguaje matemático como discurso, de la Dimensión Epistemología del razonamiento.....	112
8	Red analítica de la categoría La validación del proceso sobre resultado, de la Dimensión Epistemología del razonamiento.....	119
9	Red analítica de la categoría La validación del proceso sobre resultado, de la Dimensión Epistemología del razonamiento.....	125
10	Red analítica de la categoría Brechas cognitivas y dependencia digital, de la Dimensión Praxis pedagógica post-pandemia.....	132
11	Red analítica de la categoría Resignificación del error como insumo, de la Dimensión Praxis Pedagógica Post-pandemia.....	137
12	Red analítica de la categoría Gestión de la frustración en el aprendizaje, de la Dimensión Praxis pedagógica post-pandemia.....	144
13	Red analítica de la categoría Descomposición de problemas complejos, de la Dimensión Estructuración del pensamiento computacional.....	150
14	Red analítica de la categoría Reconocimiento de patrones y regularidades, de la Dimensión Estructuración del pensamiento computacional.....	156
15	Red analítica de la categoría Pensamiento algorítmico desenchufado, de la Dimensión Estructuración del pensamiento computacional.....	162
16	Red analítica de la categoría Abstracción y modelado de datos, de la Dimensión Estructuración de pensamiento computacional.....	167
17	Red analítica de la categoría Transición de la aritmética al código, de la Dimensión Medición tecnológica-instrumental.....	175
18	Red analítica de la categoría El computador como herramienta de verificación, de la Dimensión Mediación tecnológica-instrumental.....	182
19	Red analítica de la categoría Riesgos de la mecanización tecnológica, de la Dimensión Medición tecnológica-instrumental.....	189
20	Red analítica de la categoría El docente como provocador de dudas, de la Dimensión Rol del docente mediador.....	197
21	Red analítica de la categoría Andamiaje emocional en el aula, de la Dimensión Rol del docente mediador.....	204
22	Red analítica de la categoría Diseño de ambientes de aprendizaje dialógicos, de la Dimensión Rol del docente mediador.....	212

23	Resumen Hologramático del estudio.....	214
24	Pilares de la arquitectura del razonamiento y la argumentación matemática.....	211
25	Arquitectura visual del constructo teórico.....	224

LISTA DE TABLAS

Tabla

1	Informantes clave.....	85
2	Matriz de categorización fenomenológica.....	99
3	Cuadro de Información de la categoría: Conexión lógica y sentido numérico.....	104
4	Tabla resumen de la categoría: Conexión lógica y sentido numérico.....	107
5	Cuadro de Información de la categoría: El lenguaje matemático como discurso.....	110
6	Tabla resumen de la categoría: El lenguaje matemático como discurso.....	113
7	Cuadro de Información de la categoría: La validación del proceso sobre el resultado.....	116
8	Tabla resumen de la categoría: La validación del proceso sobre el resultado.....	120
9	Cuadro de Información de la categoría: Autonomía y pensamiento crítico....	122
10	Tabla resumen de la categoría: Autonomía y pensamiento crítico.....	126
11	Cuadro de Información de la categoría: Brechas cognitivas y dependencia digital.....	130
12	Tabla resumen de la categoría: teleología de la Orden de Predicadores en la tarea educativa.....	133
13	Cuadro de Información de la categoría: Resignificación del error como insumo.....	135
14	Tabla resumen de la categoría: Resignificación del error como insumo.....	139
15	Cuadro de Información de la categoría: Gestión de la frustración en el aprendizaje.....	142
16	Tabla resumen de la categoría: gestación de la frustración en el aprendizaje.....	145
17	Cuadro de Información de la categoría: Descomposición de problemas complejos.....	148
18	Tabla resumen de la categoría: Descomposición de problemas complejos.....	151
19	Cuadro de Información de la categoría: Reconocimiento de patrones y regularidades.....	153
20	Tabla resumen de la categoría: Reconocimiento de patrones y regularidades.....	157
21	Cuadro de Información de la categoría: Pensamiento algorítmico desenchufado.....	159
22	Tabla resumen de la categoría: Pensamiento algorítmico desenchufado....	163
23	Cuadro de Información de la categoría: Abstracción y modelado de datos..	165
24	Tabla resumen de la categoría: Abstracción y modelo de datos.....	168
25	Cuadro de Información de la categoría: Transición de la aritmética al código.....	172

26	Tabla resumen de la categoría: Transición de la aritmética al código.....	176
27	Cuadro de Información de la categoría: El computador como herramienta de verificación.....	179
28	Red analítica de la categoría El computador como herramienta de verificación, de la Dimensión Medición tecnológica-instrumental.....	183
29	Cuadro de Información de la categoría: Riesgos de la mecanización tecnológica.....	187
30	Tabla resumen de la categoría: Riesgos de la mecanización.....	191
31	Cuadro de Información de la categoría: El docente como “provocador” de dudas.....	194
32	Tabla resumen de la categoría: El docente como provocador de dudas.....	199
33	Cuadro de Información de la categoría: Andamiaje emocional en el aula.....	201
34	Tabla resumen de la categoría: Andamiaje emocional en el aula.....	205
35	Cuadro de Información de la categoría: Diseño de ambientes de aprendizaje dialógicos.....	209
36	Tabla resumen de la categoría: Diseño de ambientes de aprendizaje.....	213

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO DE MEJORAMIENTO PROFESIONAL DEL MAGISTERIO
EXTENSIÓN ACADÉMICA MARACAIBO
DOCTORADO EN EDUCACIÓN

Línea de Investigación: **Formación Docente (EAA/LIFD01- EASC/LIFD01)**

**CONSTRUCTO TEÓRICO SOBRE EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA
RAZONAMIENTO Y ARGUMENTACIÓN EN MATEMÁTICA VISLUMBRADA DESDE
EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EDUCACIÓN MEDIA**

Tesis Doctoral como requisito parcial para optar al Título de Doctor en Educación

Autora: Luz Y. Caicedo H.
Tutora: Magdalena Parrillo de B.
Fecha: Mayo, 2026

Resumen

Esta investigación tuvo como propósito generar un constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media. El estudio abordó las limitaciones que enfrentan los docentes de matemática para propiciar el desarrollo de esta competencia en los estudiantes. Metodológicamente, se adscribió al paradigma interpretativo, con enfoque cualitativo y método fenomenológico, orientado a comprender las experiencias y significados atribuidos por los sujetos al fenómeno estudiado. Participaron como informantes clave cuatro docentes de matemática de educación media. Para la recolección de la información se emplearon la entrevista semiestructurada y la observación reflexiva participante; como instrumentos se utilizaron un guion de preguntas semiestructurado y un diario de campo articulado con una matriz de epojé. La información fue analizada mediante procesos de categorización, estructuración, contrastación y teorización, que posibilitaron la emergencia de dimensiones, categorías y conceptos esenciales. Los hallazgos revelaron que el pensamiento computacional favorece la exteriorización y organización del razonamiento matemático mediante la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el pensamiento algorítmico; asimismo, la resignificación del error, el andamiaje emocional y la mediación docente fortalecen la argumentación y la autonomía intelectual. Finalmente, se generó un constructo teórico que articula razonamiento, argumentación y pensamiento computacional, sustentado en la mediación pedagógica y el uso intencionado de la tecnología, orientado a favorecer estudiantes capaces de construir, justificar, validar y argumentar sus ideas matemáticas ante situaciones problemáticas.

Descriptores: Argumentación, Pensamiento Computacional, Razonamiento matemático

INTRODUCCIÓN

La educación matemática contemporánea se encuentra ante el desafío de trascender la enseñanza mecánica para dar paso a procesos de pensamiento de orden superior. En este escenario, la investigación emerge como una respuesta a la necesidad de fortalecer la capacidad de razonar y argumentar matemáticamente en la educación media, proponiendo una integración dialéctica entre la lógica matemática tradicional y las estructuras del pensamiento computacional. Este estudio busca dotar a los docentes de herramientas para desarrollar de manera eficaz procesos de razonamiento y argumentación matemática con la mediación del Pensamiento Computacional en educación media; lo cual redundará en el mejoramiento del desempeño académico de los estudiantes, por la acción de propiciar espacios que fortalezcan su estructura cognitiva en un mundo hiperconectado.

El primer tramo de esta investigación, correspondiente al Momento I, se dedica a la contextualización del fenómeno. Aquí se desglosa la problemática observada en las aulas de educación media, donde el razonamiento y la argumentación suelen verse limitados por metodologías lineales. A través de este acercamiento a la realidad fenoménica, se justifican los propósitos del estudio, centrando el propósito general en “Generar un constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media”. En este momento se establece la relevancia social y pedagógica de la investigación, delimitando el campo de acción y la urgencia de una transformación curricular.

El segundo momento constituye el soporte epistemológico del estudio. En este apartado se desarrolla la perspectiva teórica, donde convergen referentes como el

aprendizaje significativo, el conectivismo y el Aprendizaje Basado en Problemas, junto con los aportes de diversos autores sobre el razonamiento, la argumentación matemática y el pensamiento computacional. Asimismo, se incorpora el sustento legal fundamentado en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, el Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026, el artículo 68 de la Constitución Política de Colombia y la Ley 115 de 1994, cuyas orientaciones respaldan la formación integral, la calidad educativa y el desarrollo de competencias. Esta articulación teórica y normativa permite comprender la pertinencia de fortalecer el razonamiento y la argumentación matemática mediante las habilidades propias del pensamiento computacional.

Posteriormente, la investigación transita hacia el Momento III, donde se describe la estructura metodológica. Bajo un paradigma interpretativo y un enfoque cualitativo, se justifica la elección del método Fenomenológico para develar los significados que los docentes otorgan a sus prácticas. En este punto, se detalla el uso de entrevista semiestructurada, como técnica de recolección de información y se explicita el proceso de categorización y triangulación de la información. Este momento es vital, pues garantiza la transparencia y el rigor científico, permitiendo que la voz de los informantes clave sea el motor que impulsa la generación del conocimiento.

Finalmente, en los Momentos IV y V, se presentan los hallazgos y la materialización del constructo teórico, respectivamente. En estos momentos finales se esboza cómo la interpretación de la realidad develada por los informantes permite teorizar sobre una nueva pedagogía que oriente al docente a propiciar espacios para el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática. Por ello en el cierre se resalta que la meta final de este estudio es ofrecer una propuesta teórica que sirva de guía para los educadores, permitiendo que el razonamiento y la argumentación dejen de ser procesos abstractos y se conviertan en competencias vivas, transversales y potenciadoras para los jóvenes del siglo XXI.

MOMENTO I

Contextualización del fenómeno de estudio

En la actualidad, comprender la educación como campo de reflexión e intervención exige situarla dentro de las orientaciones internacionales y nacionales que definen sus propósitos, alcances y desafíos. En el ámbito global, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 reconoce que la educación constituye una condición indispensable para alcanzar otras metas relacionadas con la equidad, la reducción de la pobreza y el bienestar social. De manera particular, la meta 4.4 destaca la necesidad de fortalecer competencias pertinentes para responder a las transformaciones laborales, científicas y tecnológicas. Este compromiso demanda una educación de calidad que favorezca la aplicación del conocimiento, el pensamiento crítico y la actuación responsable en escenarios sociales cada vez más complejos.

En correspondencia con estas aspiraciones, el Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026 plantea que la educación colombiana debe reconocer las particularidades culturales, regionales y locales, al tiempo que prepara a los ciudadanos para desenvolverse en un mundo globalizado e interconectado. Esta orientación busca armonizar la preservación de las identidades territoriales con el desarrollo de capacidades para responder a exigencias económicas, políticas, científicas, tecnológicas y culturales. Por consiguiente, la formación escolar debe promover aprendizajes que permitan comprender el entorno inmediato, participar críticamente en realidades más amplias y reconocer la diversidad como un valor formativo propio de la sociedad colombiana.

En el contexto nacional, los *Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas* reconocen que la enseñanza del área debe responder a las transformaciones sociales y a las orientaciones relacionadas con la calidad, la diversidad y la interculturalidad. Estos referentes asignan a la matemática una función relevante en la formación cultural y en la comprensión de situaciones que afectan la vida individual y colectiva. Por esta razón, el aprendizaje matemático debe favorecer el desarrollo de competencias que integren conocimientos, procedimientos, actitudes y capacidades para actuar en contextos diversos. Tal propósito exige ambientes de aprendizaje donde los estudiantes puedan interpretar problemas, comunicar ideas, justificar procedimientos y reconocer la utilidad social del conocimiento matemático.

El Ministerio de Educación Nacional también plantea una comprensión amplia de la actividad matemática escolar. En primer lugar, reconoce los conocimientos que los estudiantes construyen mediante sus experiencias familiares, comunitarias y culturales, los cuales deben considerarse al organizar nuevas situaciones de aprendizaje. En segundo lugar, destaca la funcionalidad del conocimiento matemático para actuar en la vida académica, ciudadana y laboral. Finalmente, atribuye a esta disciplina una responsabilidad en la formación de sujetos capaces de analizar información, tomar decisiones y participar críticamente en la transformación de su entorno. Estos elementos articulan dimensiones cognitivas, afectivas y sociales esenciales para alcanzar aprendizajes comprensivos.

A partir de esta orientación, el desarrollo de competencias matemáticas implica relacionar los saberes construidos en el aula con situaciones propias de otras disciplinas y con problemas de la vida cotidiana. La comunicación, la modelación, la resolución de problemas, el razonamiento y la argumentación tienen sentido cuando el estudiante puede emplearlos para comprender fenómenos y justificar sus actuaciones. Esta concepción guarda relación directa con el propósito de la investigación, puesto que reconoce el razonamiento y la argumentación como procesos que atraviesan toda la actividad matemática. Su fortalecimiento demanda experiencias continuas donde los estudiantes interpreten, formulen conjeturas, contrasten procedimientos y comuniquen conclusiones fundamentadas.

En el campo teórico, Gardner (1995) reconoce la inteligencia lógico-matemática como una capacidad vinculada con el análisis de relaciones, la abstracción y la construcción de razonamientos coherentes. Su desarrollo permite avanzar desde experiencias concretas hacia formas más elaboradas de pensamiento, necesarias para actuar ante situaciones de incertidumbre. Este planteamiento destaca la responsabilidad de la escuela en la formación de estructuras lógicas que favorezcan la capacidad de argumentar, valorar alternativas y sustentar decisiones dentro de contextos matemáticos, sociales y cotidianos. De esta manera, la educación matemática se transforma en una función formativa que se proyecta hacia la comprensión crítica de la realidad.

A esta discusión se incorpora el pensamiento computacional, concebido por Wing (2009) como una forma de abordar problemas mediante procesos de abstracción, descomposición y organización lógica de soluciones. Su importancia educativa comprende la incorporación de tecnologías y el desarrollo de habilidades que permiten analizar situaciones, formular procedimientos y valorar resultados. En educación media, su articulación con la matemática puede favorecer la construcción de secuencias de razonamiento y la explicación de las decisiones asumidas durante la resolución de problemas. Así, el pensamiento computacional se presenta como una posibilidad formativa para fortalecer la lógica, la argumentación y la aplicación del conocimiento en escenarios escolares y extraescolares.

La necesidad de fortalecer estos procesos también se evidencia en los resultados de las evaluaciones externas, pues el Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes valora la capacidad de los jóvenes para emplear conocimientos científicos, lingüísticos y matemáticos en situaciones que exigen análisis y toma de decisiones; en el área de matemáticas, PISA examina la posibilidad de razonar, argumentar, formular y resolver problemas en contextos diversos. Por ello, sus resultados ofrecen elementos para contrastar las aspiraciones contenidas en los referentes educativos con los desempeños alcanzados por los estudiantes y, en el caso colombiano, esta comparación muestra la necesidad de consolidar capacidades para interpretar información, establecer relaciones y sustentar soluciones.

Los resultados nacionales de PISA 2022 reflejan dificultades persistentes en el desempeño matemático de los estudiantes colombianos, pues, de acuerdo con la información considerada en este estudio, una proporción importante no alcanza los niveles básicos requeridos para resolver problemas y emplear conocimientos en situaciones prácticas. Estas dificultades también se relacionan con desigualdades socioeconómicas, territoriales y de género que afectan las oportunidades de aprendizaje; a su vez, la distancia frente a los resultados promedio de los países de la OCDE permite advertir que el desafío educativo comprende tanto el dominio de contenidos como el desarrollo de capacidades para razonar, formular estrategias, interpretar resultados y justificar decisiones de manera coherente.

En la subescala *Emplear*, orientada a valorar el uso de conceptos, hechos y procedimientos matemáticos, Colombia presenta resultados cercanos al promedio latinoamericano, aunque conserva una distancia considerable frente a la OCDE. Esta subescala examina la capacidad para seleccionar herramientas, ejecutar procedimientos y obtener conclusiones dentro de problemas formulados matemáticamente. Su contenido guarda relación con el “saber hacer” planteado en los referentes curriculares colombianos, debido a que exige movilizar conocimientos de manera flexible y pertinente. Los resultados sugieren la necesidad de fortalecer la conexión entre comprensión conceptual, elección de procedimientos y argumentación de las decisiones asumidas durante la actividad matemática.

Las diferencias territoriales amplían la complejidad del fenómeno. Mientras algunas regiones concentran un mayor número de estudiantes en los niveles superiores de desempeño, departamentos del Pacífico colombiano registran una presencia reducida en dichos rangos. Los datos analizados muestran contrastes entre Bogotá, Nariño, Cauca y Chocó, lo que evidencia brechas entre regiones y al interior de una misma zona geográfica. Estas diferencias expresan desigualdades en las condiciones institucionales, sociales y pedagógicas que acompañan los procesos educativos. En consecuencia, comprender el desempeño matemático exige considerar las particularidades territoriales y las oportunidades reales que tienen los estudiantes para desarrollar competencias de mayor complejidad.

Los resultados de la prueba Saber 11 de 2023 muestran una situación similar en el departamento del Chocó y en el municipio de Quibdó. Mientras la media nacional en matemáticas alcanza 63,26 puntos, el departamento se ubica por debajo de 52 y el municipio presenta un promedio inferior a 50. En la Institución Educativa Femenina de Enseñanza Media, escenario cercano a la experiencia profesional de la investigadora, el promedio se ha mantenido alrededor de 51 puntos desde 2022. Aunque no se observan retrocesos marcados, tampoco se evidencian avances suficientes para superar las dificultades relacionadas con la selección de información, el reconocimiento de regularidades y la comprensión de situaciones problemáticas.

Esta realidad se desarrolla dentro de un contexto institucional en el que confluyen estudiantes procedentes de distintos sectores socioeconómicos de Quibdó. Algunas enfrentan condiciones familiares complejas, desinterés por el aprendizaje, uso poco formativo de dispositivos digitales y dificultades de convivencia que inciden en su participación académica. A ello se suma una distancia entre las orientaciones curriculares centradas en competencias y ciertas prácticas de aula que continúan privilegiando la cobertura de contenidos. Aunque existe disposición docente para mejorar los procesos formativos, el diseño de los ambientes de aprendizaje todavía ofrece pocas oportunidades sistemáticas para razonar, argumentar, explorar alternativas y justificar procedimientos.

Las reuniones del área de matemáticas permiten reconocer cómo estas dificultades se manifiestan en la práctica pedagógica. Una expresión recurrente entre los docentes señala que “cada vez es más difícil lograr que las estudiantes de este nivel educativo argumenten con coherencia los procedimientos empleados en la resolución de las situaciones que se les plantean”. Esta apreciación sugiere que las actividades propuestas aún no favorecen suficientemente la explicación de las rutas seguidas ni la construcción de razones que respalden una respuesta. El problema comprende la obtención del resultado y la posibilidad de comunicar cómo se llegó a él, valorar su coherencia y defenderlo mediante propiedades matemáticas pertinentes.

Los *Lineamientos Curriculares de Matemáticas* precisan que argumentar implica “dar cuenta del cómo y del porqué de los procesos que se siguen para llegar a conclusiones, justificar las estrategias y los procedimientos puestos en acción en el tratamiento de problemas [y] utilizar argumentos propios para exponer ideas” (MEN, 1998, p. 54). Esta formulación permite reconocer que la argumentación requiere oportunidades permanentes de análisis, explicación y validación. Por ello, las actividades de aula deben diseñarse de manera gradual, intencional y sistemática, procurando que las estudiantes aprendan a formular razones, examinar procedimientos y sustentar sus conclusiones. El desarrollo de esta competencia demanda continuidad pedagógica y mediaciones acordes con los niveles de formación.

Otra situación identificada se expresa cuando los docentes señalan que, ante un cuestionamiento, algunas estudiantes cambian su respuesta en lugar de justificarla. Este comportamiento puede relacionarse con dificultades para comprender el enunciado, seleccionar información relevante y construir una ruta de razonamiento que permita defender una elección. Los *Estándares Básicos de Competencias* señalan que ser matemáticamente competente implica dominar procedimientos y comprender cómo, cuándo y por qué utilizarlos de manera flexible y eficaz (MEN, 2006, p. 51). En consecuencia, una respuesta fundamentada requiere articular la comprensión conceptual con la elección consciente de estrategias, evitando que la actividad matemática se reduzca a ensayar opciones sin criterios claros.

También resulta significativa la afirmación docente según la cual “el tiempo de la clase es insuficiente cuando incluyo alguna actividad que no sea de ejercitación”. Esta percepción evidencia el predominio de prácticas orientadas a la repetición de procedimientos, debido a las presiones asociadas con el cumplimiento curricular y la distribución del tiempo escolar. Sin embargo, el MEN plantea que las situaciones de aprendizaje deben promover razonamientos inductivos, abductivos y deductivos mediante la formulación de hipótesis, la comprobación de proposiciones y la construcción de contraejemplos (MEN, 2006, p. 54). Estas acciones requieren espacios para explorar, dialogar, equivocarse, revisar y justificar, procesos que difícilmente se consolidan mediante actividades esporádicas.

Mientras el razonamiento y la argumentación se trabajen de manera ocasional, los estudiantes tendrán pocas oportunidades para incorporarlos de forma estable a sus estructuras de conocimiento. Su desarrollo exige una articulación permanente con los distintos pensamientos matemáticos, la resolución de problemas, la modelación y la comunicación. De esta manera, el aprendizaje puede avanzar hacia comprensiones que permitan explicar procedimientos, emplear conocimientos en situaciones nuevas y valorar la consistencia de una conclusión. Esta necesidad fundamenta la búsqueda de mediaciones pedagógicas capaces de favorecer procesos lógicos, secuenciales y reflexivos, entre las cuales el pensamiento computacional ofrece posibilidades relevantes para la educación media.

Entre los factores que pueden incidir en estas dificultades se encuentra la formación pedagógica y didáctica de quienes orientan el área. El estatuto docente permite el ingreso al servicio educativo de licenciados y profesionales de distintas disciplinas, siempre que cumplan las condiciones establecidas. Aunque estos profesionales poseen conocimientos especializados en sus campos, la enseñanza de la matemática requiere también comprender cómo aprenden los estudiantes, qué obstáculos enfrentan y cuáles mediaciones favorecen la construcción del conocimiento. La ausencia de una formación didáctica suficiente puede limitar el diseño de experiencias orientadas al desarrollo progresivo del razonamiento, la argumentación y la comprensión conceptual.

Otro factor se relaciona con la priorización fragmentada de ciertos procesos matemáticos, especialmente la ejercitación de procedimientos y la resolución rutinaria de problemas. Salavarría (2024) plantea que los enfoques centrados en competencias deben integrar conocimientos, habilidades, actitudes y valores para favorecer una formación crítica, ética y creativa. Por tanto, la enseñanza matemática requiere equilibrio entre el dominio procedimental, la comprensión conceptual, la comunicación y la justificación. Cuando alguno de estos procesos ocupa de manera exclusiva la actividad del aula, se reducen las posibilidades de formar estudiantes capaces de analizar situaciones, contrastar alternativas y emplear el conocimiento con autonomía en contextos diversos.

A ello se suma la limitada presencia de modelos pedagógicos que integren tecnologías y estrategias innovadoras con propósitos formativos claramente definidos. La incorporación de recursos digitales es valiosa cuando contribuye a representar problemas, explorar relaciones, diseñar procedimientos y verificar resultados. En este marco, el pensamiento computacional ofrece una vía para organizar actividades basadas en la abstracción, la descomposición, el reconocimiento de patrones y el pensamiento algorítmico. Estas habilidades pueden desarrollarse con herramientas tecnológicas y mediante experiencias desconectadas, siempre que la mediación docente oriente su relación con el razonamiento, la argumentación y la resolución de situaciones matemáticas.

La formación continua del profesorado constituye, por ello, una condición esencial para transformar las prácticas de enseñanza. Los docentes requieren espacios de cualificación que les permitan revisar sus concepciones, fortalecer su saber didáctico y diseñar ambientes donde las estudiantes participen activamente en la construcción del conocimiento. Esta preparación debe incluir estrategias para formular preguntas, promover discusiones, analizar errores, valorar distintas rutas de solución e incorporar las habilidades del pensamiento computacional. Sin estas oportunidades de desarrollo profesional, la enseñanza puede permanecer centrada en la transmisión de contenidos y limitar la autonomía, el diálogo y la elaboración colectiva de significados matemáticos.

Asimismo, el desarrollo de competencias exige incorporar una diversidad de contextos que permita relacionar los conocimientos previos con nuevas estructuras conceptuales. Los problemas matemáticos deben conectarse con situaciones de la vida cotidiana, de otras áreas del saber y del entorno social de las estudiantes, favoreciendo el reconocimiento de la utilidad del conocimiento. Cuando las matemáticas se presentan como un conjunto inmutable de reglas y resultados, el aprendizaje tiende a concentrarse en la ejercitación y pierde parte de su sentido formativo. Los *Lineamientos Curriculares* reconocen su construcción histórica y social, aspecto que invita a promover experiencias donde interpretar, modelar, argumentar y comunicar sean acciones permanentes.

Finalmente, la coherencia entre los fines educativos, las estructuras curriculares y los ambientes de aprendizaje resulta determinante para el desarrollo de competencias. Díaz (2006) advierte que, cuando esta articulación es débil, las iniciativas innovadoras dependen principalmente de la voluntad de algunos docentes o comunidades educativas, lo cual puede ampliar las desigualdades entre instituciones y estudiantes. Ante esta realidad, la investigación se orienta a generar un constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia de razonamiento y argumentación matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media. Su propósito responde a la necesidad de comprender las experiencias docentes y configurar referentes que contribuyan a una enseñanza más reflexiva, pertinente y vinculada con las demandas actuales.

Por lo expuesto con anterioridad, es preciso reflexionar sobre los siguientes planteamientos: ¿Cuáles son los rasgos característicos que definen el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática desde la visión de los agentes de enseñanza? ¿Cómo se comprenden las percepciones de los docentes sobre los componentes conceptuales del pensamiento computacional en la práctica de la enseñanza matemática? ¿Cómo se interpretan las perspectivas de los docentes acerca del desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media? ¿Qué componentes epistémicos de un constructo teórico se deben configurar para promover el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática fundamentada en el pensamiento computacional en educación media?

Propósitos de la investigación

Propósito General

Generar un constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media.

Propósitos Específicos

- Develar los rasgos característicos que definen el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática desde la visión de los agentes de enseñanza en educación media.
- Comprender las percepciones de los docentes sobre los componentes conceptuales del pensamiento computacional en la práctica de la enseñanza matemática en educación media.
- Interpretar las perspectivas de los docentes acerca del desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media.
- Configurar los componentes epistémicos de un constructo teórico que promueva el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática fundamentada en el pensamiento computacional en educación media.

Justificación

La transición de una educación que evoluciona desde el aprendizaje enciclopédico hacia el aprendizaje funcional o situado es uno de los avances más importantes propuesto en el PNDE (2016-2026), con miras a enfrentar los retos de la educación actual y al mejoramiento de la calidad educativa; entendiendo que esta última implica una construcción multidimensional. Este cambio, ayuda a formar estudiantes capaces de aplicar su conocimiento en situaciones prácticas, promoviendo habilidades como la resolución de problemas, el análisis crítico y la toma de decisiones informadas (MEN, 2016), ya que de manera general, el desarrollo de competencias vincula tres estadios en tanto que implica Saber ser, saber conocer y saber hacer (MEN, 2002) y en el caso de la matemática, el desarrollo de competencias implica además de aprender a calcular o resolver ecuaciones, saber argumentar, justificar y validar procesos y resultados.

En consecuencia, el reconocimiento y valoración de los *saberes previos* en la enseñanza de la matemática también resulta crucial, debido a que estos saberes actúan como punto de partida para construir nuevos conocimientos, fortalecen la confianza y la motivación del estudiante al validar su experiencia, dándole sentido y funcionalidad a su saber social en el contexto escolar. Esta afirmación guarda coherencia con el planteamiento de Ausubel, quien otorga especial relevancia a las vivencias y conocimientos previos de los estudiantes ya que, según él, actúan como base dinamizadora del aprendizaje, y en el enfoque de su postura teórica, sostiene que,

El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información 'se conecta' con un concepto relevante ('subsunsor') preexistente en la estructura cognitiva; esto implica que las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de 'anclaje' a las primeras (Ausubel, 1983, p. 18)

En este enfoque, el pensamiento computacional se posiciona como una herramienta innovadora para afrontar los desafíos educativos contemporáneos, en la medida en que su integración en la enseñanza de la matemática favorece en los estudiantes la capacidad de construir argumentos lógicos, estructurar ideas y tomar decisiones sustentadas en datos y evidencias, elementos esenciales en un mundo

altamente tecnológico y globalizado. Por tanto, la integración del pensamiento computacional a la enseñanza de las matemáticas contribuye a enriquecer el aprendizaje, en tanto que prepara a los estudiantes para enfrentar de manera crítica y reflexiva los retos del siglo XXI.

Además, la incorporación del pensamiento computacional en la enseñanza de las matemáticas, es esencial para el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática, pues este enfoque, permite a los estudiantes abordar problemas matemáticos desde una representación lógica y estructurada, utilizando estrategias como la descomposición, la abstracción y la evaluación de algoritmos, lo que facilita la construcción de argumentos sólidos y bien fundamentados (Wing, 2006). Además, fomenta una forma de pensar que es transferible a otros dominios del conocimiento, promoviendo la resolución creativa de problemas en diversos contextos.

Por lo anterior, la investigación está orientada a generar un constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media, que emerja de las percepciones de las vivencias de los informantes en su ambiente natural, pues el estancamiento en el que se encuentra el desarrollo de estas competencias en la IEFEM, de acuerdo con los resultados del ICFES, dan cuenta de que el conjunto de estrategias empleadas para su desarrollo, son insuficientes y en consecuencia para estar a tono con los lineamientos nacionales e internacionales en favor de la calidad educativa, se requiere de una intervención conducente a potenciarlas.

De este modo la investigación adscribe a la Línea de Investigación “Formación Docente” del Instituto de Mejoramiento Profesional para el Magisterio de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (IMPM-UPEL), porque se enfoca en promover una transformación profunda en los procesos de enseñanza, fundamentada en la cualificación de los docentes y la contextualización de las prácticas pedagógicas; de igual forma, busca empoderar a los docentes mediante herramientas y estrategias que permitan desarrollar el razonamiento y la argumentación matemática en educación media, desde la contextualización del currículo, la vinculación del Pensamiento Computacional y la

promoción de entornos de aprendizaje dinámicos, innovadores y orientados al conocimiento.

MOMENTO II

Perspectiva Teórica

En el estadio actual del devenir investigativo, la fundamentación de la episteme permite al investigador desplegar una mirada cuidadosa y teleológicamente profunda, orientada a la aprehensión y comprensión de una arqueología de saberes preexistentes. Estos estudios previos además de fungir como soporte gnoseológico de la investigación, validan la pertinencia de un estudio que articula en la necesidad de innovar y desarrollar el pensamiento humano en el contexto actual. Desde esta dinámica, la acción natural de investigar trasciende el cumplimiento de un requisito académico para erigirse en la manifestación del carácter indagatorio intrínseco del sujeto, quien, impulsado por el deseo de saber, activa procesos de búsqueda sistemática de información que encuentran su raíz en la tradición aristotélica. Aristóteles (384-322 a. C), trad en (1994)

Por consiguiente, todo estudio de orden sistemático, debe estructurarse sobre un andamiaje gnoseológico robusto que otorgue cohesión a la ontología de su objeto de estudio, en conjunción con el rigor metodológico y las técnicas que definen la práctica científica. Resulta, por tanto, esencial un exhaustivo el arqueo de fuentes primarias y estudios previos; con el fin de internalizar los elementos de valor que justifican la teleología de indagaciones previas. Este ejercicio de vigilancia metodológica además de ayudar a contrastar resultados y procedimientos, permite identificar los puntos de conexión y los grados de vinculación sustancial con el estudio que aquí emprende su propio viaje sistemático, garantizando así la solidez y el reconocimiento de su contribución al campo del conocimiento.

En la investigación cualitativa, la incorporación de referentes con más de cinco

años de publicación además de válido, es metodológicamente pertinente cuando se trata de obras fundacionales que continúan orientando la comprensión epistemológica, teórica y procedimental del proceso investigativo. A la luz del planteamiento de Flick (2018), “los textos clásicos conservan vigencia en la medida en que ofrecen categorías de análisis, principios metodológicos y discusiones sustantivas que siguen estructurando el campo de la investigación cualitativa” (p.35).

Así, la selección de estudios previos y referentes no está supeditado a un criterio de actualidad cronológica; más bien reviste elementos de mayor profundidad como es el caso su densidad teórica, su valor heurístico y su capacidad para fundamentar rigurosamente las decisiones del estudio. Por ello, la investigación asume que la inclusión de autores de larga trayectoria resulta necesaria, ya que sus aportes constituyen bases sólidas para la comprensión del fenómeno y para la sustentación del diseño metodológico, que permita actualizar y contextualizar la discusión.

En síntesis, el reconocimiento del cuerpo de conocimientos que la ciencia posee sobre el fenómeno de estudio en investigación cualitativa fortalece la capacidad crítica del investigador, en la medida que le permite delimitar con mayor precisión el problema de estudio, orientar de manera pertinente las decisiones metodológicas (en torno al método, las técnicas de recolección y análisis de la información), facilitar la gestión de imprevistos del proceso investigativo y sustentar con mayor rigor el análisis e interpretación de la información. Asimismo, constituye una base para proyectar los alcances del estudio, abrir nuevas líneas de investigación y nutrir el debate académico en torno al fenómeno de estudio (Jiménez, 2009).

Por consiguiente, la perspectiva teórica, ofrece una comprensión holística del conocimiento que se tiene acerca del fenómeno de estudio dentro del área en la que se desarrolla la investigación, (Hernández et al., 2006), este matiz ayuda a situar al investigador y en consecuencia a la investigación desde la compilación crítica de diversos tipos de estudios que se han ejecutado, en relación con el campo de conocimiento disciplina, temática, el nivel de educación sobre el cual recae la investigación, la persistencia de este fenómeno en niveles de educación superior, entre otros, visibilizando la pertinencia de su

abordaje y/o las aristas que deben estudiadas . Por tanto, este momento de la investigación se comprende como la:

...primera actividad de carácter investigativo y formativo por medio de la cual el investigador se pregunta, desde el inicio de su trabajo, qué se ha dicho y qué no; cómo se ha dicho; a quién se ha dicho; y, qué falta por decir, con el fin de develar (...) toda descripción, explicación o interpretación de cualquier fenómeno que se ha estudiado por teóricos o investigadores (Londoño-Palacio, et. al., 2016, p. 9).

En consecuencia, materializar esta acción dentro del ejercicio investigativo permite corroborar la pertinencia del estudio, especialmente cuando el enfoque asumido por el investigador presenta matices y particularidades dentro del campo científico que demandan ser examinados con mayor profundidad. De igual manera, posibilita establecer si efectivamente existe la necesidad de desarrollar la investigación o, por el contrario, si dicha necesidad puede ser desestimada en la medida en que se disponga de una producción suficiente, rigurosa y validada por la comunidad científica, que evidencie que el objeto de estudio ha sido ampliamente abordado; contribuyendo a justificar la investigación y a delimitar su alcance, su singularidad y el aporte potencial que puede ofrecer al cuerpo de conocimientos existente.

Por ello, se presentan las contribuciones de algunos estudios previos de alcance internacional y nacional, desarrolladas en distintos niveles educativos (desde la educación primaria hasta la educación superior), las cuales han realizado aportes sustantivos a este objeto de estudio y han contribuido a robustecer y consolidar el cuerpo de conocimientos existente en torno al desarrollo del razonamiento y la argumentación en matemática. Asimismo, en algunos casos, dichas investigaciones incorporan la mediación de pedagogías activas, entre las que sobresale el abordaje sustentado en el pensamiento computacional, como vía para favorecer procesos de comprensión, estructuración lógica y construcción argumentativa.

Estudios previos sobre el fenómeno de estudio

Entre estas investigaciones, de contexto internacional, se tiene a Miralda (2020) con su estudio titulado: “Análisis del desarrollo de la competencia argumentativa y propuesta de intervención en la educación primaria”, presentado ante la Universidad de

Barcelona, Programa de Doctorado Interuniversitario en Psicología de la Educación con los propósitos de Analizar el desarrollo de la competencia argumentativa en alumnos de educación primaria (2º, 4º y 6º Grado); diseñar, implementar y evaluar la intervención educativa que favorezca el desarrollo de la competencia argumentativa y explorar el concepto de evidencia (CE) que tienen los estudiantes de educación primaria y analizar la relación entre este y la calidad de la evidencia que genera para argumentar.

A nivel metodológico, la investigación se estructura con un diseño cuasiexperimental de enfoque mixto, que incorpora técnicas de análisis tanto cuantitativo como cualitativo de los datos. Adicionalmente, en los estudios 1 y 3, se utiliza un diseño transversal que emplea la entrevista semiestructurada como técnica de recolección de datos. En el estudio 2, el diseño es pre-post (factorial split-plot), orientado a analizar el efecto de la intervención; este estudio se basa en tareas multimodales que incluyen la elaboración de textos orales y escritos, así como el uso de representaciones externas. Para el análisis de los resultados de los tres estudios, se diseñaron rúbricas de codificación, las cuales se describen en detalle en cada uno de ellos.

Entre los resultados de la investigación, se destaca la necesidad de crear espacios que fomenten, desde los primeros años de escolaridad, el desarrollo de la competencia argumentativa, debido a que en general, a los estudiantes les resulta difícil relacionar los movimientos argumentativos entre sí, lo que dificulta su capacidad para contraargumentar de manera eficaz en una réplica. Además, se concluyó que la práctica continua de la argumentación permite a los estudiantes mejorar en sus justificaciones y generar evidencia de mayor calidad al participar activamente en discusiones argumentativas. Asimismo, es fundamental considerar los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema en cuestión, ya que esto favorece la movilización de sus habilidades metacognitivas durante el discurso argumentativo.

Por lo expuesto con anterioridad, es pertinente mencionar que, el aporte de este estudio, en calidad de antecedente para la investigación en curso, radica en el reconocimiento de los saberes previos que posee el estudiante en torno al fenómeno de estudio, lo cual es esencial en matemática para que se pueda encontrar la funcionalidad

del conocimiento en uso Cantoral (2013). Adicionalmente, sobresale la importancia de la argumentación en la adquisición de conocimientos y en el desarrollo de procesos lógicos de pensamiento. En este contexto, se destaca el papel fundamental del docente y la relevancia del diseño e implementación de estrategias que favorezcan el razonamiento como habilidad, trascendiendo así la mera adquisición de contenidos.

De igual manera, Pujals (2021) con su investigación titulada: “El discurso argumentativo en los primeros cursos de enseñanza superior”, presentado en la Universidad de Barcelona para Optar el Grado Académico de Doctor, con el propósito de: Detectar las dificultades de razonamiento conceptual y referencial en relación con el problema de investigación planteado en producciones escritas por estudiantes de primer curso universitario, de tipología examen, relativas a comprensión y recepción de los discursos argumentativos con el fin de orientar propuestas de intervención educativa que puedan mejorar la formación receptora de los aprendices. A nivel metodológico, la investigación se basa en un enfoque cualitativo que, desde la innovación educativa, se orienta hacia la comprensión, el descubrimiento y la interpretación de la realidad. Para ello, se utiliza el método fenomenológico-etnográfico y como técnica de investigación la entrevista a profundidad y el test estructurado.

Entre las conclusiones se destacan los siguientes puntos: las secuencias argumentativas de los estudiantes son poco precisas, lo que requiere que el docente estimule continuamente el desarrollo de esta competencia. Además, Pujals sostiene que es necesario plantear razonamientos con secuencias lógicas, ya que la imprecisión en el desarrollo de esta competencia afecta negativamente a la argumentación. Asimismo, la investigación revela que a los estudiantes les resulta más fácil argumentar por inferencia que por razonamiento. Por lo que, las intervenciones didácticas del docente, mediadas por la lógica, mejoran la comprensión, la interpretación y la producción textual. Finalmente, sostiene que, una comprensión global de un texto facilita su interpretación, potencia la capacidad crítica y favorece el aprendizaje.

Aunque este estudio se aborda desde el campo de la Didáctica de la Lengua y la Literatura, su aporte a la investigación radica en la relevancia que concede al

razonamiento lógico como proceso cognitivo transversal. En tal sentido, resulta pertinente para este trabajo, en tanto permite reconocer que las dificultades asociadas a la estructuración del pensamiento, a la coherencia discursiva y a la argumentación permean diversos campos del saber, por lo que no son exclusivas de una disciplina. De este modo, el estudio contribuye a ampliar la comprensión del fenómeno investigado y robustece la intención de generar una formulación teórica sobre el razonamiento y la argumentación en matemática, al evidenciar que sus debilidades de base responden a dinámicas cognitivas y pedagógicas de alcance más amplio.

Así mismo, se considera la investigación de Paucar (2023), en su tesis doctoral “Influencia del pensamiento computacional en los procesos de resolución de problemas en los estudiantes de ingeniería de reciente ingreso a la universidad” cursada en la Universidad Nacional del Santa Chimbote de Perú, se planteó como propósito general, evaluar la influencia de las habilidades del pensamiento computacional en los procesos de resolución de problemas en los estudiantes de ingeniería de reciente ingreso a la universidad. A nivel metodológico, la investigación cuenta con un diseño cuasiexperimental con enfoque mixto y su método es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Para la recolección de datos se usó un Test de Pensamiento Computacional y en el análisis de la información se usaron técnicas cualitativas y cuantitativas.

Como conclusiones del trabajo investigativo, es válido mencionar que, el desarrollo de las habilidades del pensamiento computacional incide de manera positiva en las fases de resolución de problemas, al permitir que los estudiantes comprendan, planifiquen, ejecuten y evalúen con mayor eficacia proyectos tecnológicos. Asimismo, se destaca que las estrategias educativas basadas en proyectos favorecen la motivación, el trabajo colaborativo y la persistencia, fortaleciendo de manera significativa las competencias investigativas y tecnológicas desde los primeros años de formación universitaria. De igual forma, se resalta la importancia de la programación como mediación para el desarrollo del razonamiento lógico y de las capacidades cognitivas requeridas para afrontar y resolver problemas complejos en diversos ámbitos del

conocimiento.

A partir de esta investigación, se alcanza una comprensión más profunda de cómo las habilidades propias del pensamiento computacional fortalecen los procesos cognitivos y metacognitivos vinculados con el razonamiento lógico y la argumentación matemática. De igual manera, permite identificar, en el plano metodológico, estrategias educativas sustentadas en proyectos tecnológicos y en el método de Pólya, susceptibles de ser adaptadas a contextos de educación media. Asimismo, aporta fundamentos para la configuración de los componentes epistémicos y ontológicos del constructo teórico, al poner en evidencia que el pensamiento computacional opera como mediador del aprendizaje significativo y del aprendizaje basado en problemas. Con ello, ofrece un soporte empírico que valida la pertinencia de integrarlo como eje formativo en el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en la educación media.

Asimismo, en el ámbito nacional Contreras (2022), presenta ante la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), del Instituto Pedagógico Rural “Gervasio Rubio”, su tesis doctoral titulada: “Constructos teóricos sobre el razonamiento y argumentación en la resolución de problemas trigonométricos en educación media” con el propósito de: “Generar constructos teóricos sobre el razonamiento y la argumentación en la resolución de problemas trigonométricos en educación media, en la Institución Educativa Colegio San José”. En lo que respecta al diseño metodológico, la investigación se enmarcó dentro del paradigma interpretativo, bajo un enfoque cualitativo, empleando el método fenomenológico para comprender las vivencias y significados que los sujetos otorgan a la práctica matemática.

Adicionalmente, como técnicas de recolección de información, la autora utilizó la entrevista en profundidad y la observación participante, apoyándose en un guion de entrevista semiestructurada diseñado para explorar las dimensiones del razonamiento en problemas específicos de trigonometría. El análisis de los datos se llevó a cabo mediante los procesos de categorización, estructuración, contrastación y teorización, permitiendo la emergencia de hallazgos desde la propia realidad de los informantes

clave. En cuanto a las conclusiones, se obtuvo que el razonamiento y la argumentación en el aula de matemática suelen verse limitados por una enseñanza tradicional que prioriza la mecanización sobre la comprensión lógica.

La investigación demuestra que los estudiantes a menudo presentan dificultades para justificar sus procedimientos, debido a una desconexión entre el lenguaje natural y el formalismo matemático. Asimismo, se concluye que la resolución de problemas auténticos, que demanden un esfuerzo cognitivo real y una validación argumentativa, es un vehículo idóneo para que el estudiante transite de una ejecución mecánica a una comprensión profunda. La autora resalta que el docente debe actuar como un mediador que fomenta el diálogo y la confrontación de ideas, reconociendo que el error es una oportunidad para el refinamiento de los esquemas mentales de los estudiantes durante la construcción del saber.

Por lo expuesto, se precisa que la vinculación entre este antecedente y la investigación, es de carácter complementario y evolutivo. En tanto que el estudio proporciona una base teórica y fenomenológica sobre cómo se manifiestan estos procesos en la resolución de problemas trigonométricos, identificando los nudos críticos en la educación media. Asimismo, el estudio propone el pensamiento computacional como la herramienta de innovación que permite sistematizar y potenciar dichas competencias mediante la abstracción y la lógica algorítmica. Mientras que el antecedente diagnostica y teoriza sobre la argumentación en matemática, por lo que su estudio ofrece una vía de optimización tecnológica que responde a la necesidad de fortalecer el rigor lógico que, como bien señala Contreras, se encuentra debilitado en las prácticas áulicas actuales.

De igual modo, Polo (2023), presenta su tesis doctoral titulada: “Aproximación teórica desde los procesos de enseñanza y aprendizaje del pensamiento computacional”, ante la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), con el propósito de: “Generar una aproximación teórica asociada al proceso de enseñanza y aprendizaje del pensamiento computacional de los estudiantes en el programa de ingeniería de sistemas de la institución de educación superior UTS. La metodología de esta investigación, se

define a través de un enfoque cualitativo, el cual permite profundizar en la complejidad de los procesos subjetivos del aprendizaje. La autora se adscribe al paradigma interpretativo, buscando comprender la realidad desde los significados de los actores involucrados, y emplea el método fenomenológico para capturar la esencia de las experiencias docentes y estudiantiles.

Como técnicas de recolección de información, se utilizaron la observación directa y la entrevista abierta a informantes clave, mientras que el análisis de la información se ejecutó mediante procesos de categorización y triangulación, orientados a la construcción de una aproximación teórica sólida y coherente con el contexto educativo. Las conclusiones del estudio, ponen en relevancia que, el pensamiento computacional trasciende el uso de herramientas tecnológicas, consolidándose como una habilidad cognitiva fundamental para la resolución de problemas y la toma de decisiones. La investigación determina que los procesos de enseñanza deben migrar hacia modelos que fomenten la autonomía y la creatividad, donde la lógica algorítmica se integre de manera natural en el currículo.

Asimismo, se concluye que la formación docente constituye el eje transformador necesario para desmitificar la programación, al posicionarla como un lenguaje universal capaz de potenciar el pensamiento crítico, la capacidad de abstracción y la comprensión lógica en los entornos de aprendizaje contemporáneos. En este contexto, el docente desempeña un papel fundamental en la configuración de experiencias formativas que permitan a los estudiantes interpretar, organizar y aplicar la información en contextos prácticos, a través del desarrollo de competencias asociadas al pensamiento algorítmico. De este modo, su mediación pedagógica trasciende la simple incorporación de recursos tecnológicos, para convertirse en una acción intencionada orientada a fortalecer procesos cognitivos superiores indispensables en la formación integral del estudiante.

En síntesis, la vinculación que guarda esta tesis con la investigación sobre el constructo teórico del razonamiento y la argumentación matemática es de complementariedad, ya que permite que el estudio se apoye en una base teórica probada sobre cómo se aprende y se enseña el pensamiento computacional, aplicándolo como

un motor de optimización que otorga rigor lógico a la construcción de argumentos matemáticos en la educación media y favorece, de este modo, una integración curricular profunda y epistemológicamente sustentada. Además, Polo establece las bases pedagógicas para la enseñanza del pensamiento computacional, por lo que el estudio retoma dicho contexto para vislumbrar y potenciar, de manera específica, las competencias de razonamiento y argumentación en el área de matemática.

Para finalizar este recorrido por los estudios previos que se usaron como referente en esta investigación se presenta el trabajo doctoral de García (2024), en su tesis doctoral: “Modelo de aprendizaje centrado en el desarrollo de la competencia matemática *razonar y argumentar*, desde principios didácticos del m-Learning en educación básica primaria, Colombia” ante la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), con el propósito de: Presentar el modelo de aprendizaje centrado en el desarrollo de la competencia matemática *razonar y argumentar*, desde principios didácticos del m-Learning en educación básica primaria. Metodológicamente la investigación se enmarcó en el paradigma positivista, de enfoque cuantitativo y bajo un diseño preexperimental considerando una muestra de cuarenta y siete (47) docentes y ciento veinte (120) estudiantes.

Para la recolección de los datos se empleó la encuesta, mediante la aplicación de un cuestionario dirigido a los docentes y otro a los estudiantes, cuya validez fue establecida a través del juicio de tres expertos, mientras que la confiabilidad se determinó a través del índice Alfa de Cronbach, con un valor de 0,89. Asimismo, para el análisis de la información se recurrió a medidas de estadística descriptiva e inferencial, incorporando medidas de covariación, como la correlación de Pearson. Entre los principales resultados de la investigación se destaca que, el estado de desarrollo de la competencia matemática de *razonar y argumentar* en los estudiantes de Educación Básica Primaria, evidencia una marcada necesidad de intervención didáctica, dado que solo una cuarta parte de la muestra alcanza los aprendizajes vinculados a la competencia objeto de estudio.

Adicionalmente, señala que manera general el 75% de los estudiantes, no se inclinó por la respuesta correcta, observando que, sus destrezas de argumentación y

razonamiento presentan un desarrollo débil. Además, el autor sostiene que más del 50 % de la muestra no logró evidenciar dominio argumentativo suficiente para sustentar la validez de los resultados obtenidos ni de los procesos empleados en la resolución, con miras a la construcción de conclusiones veraces. Este hallazgo reviste especial relevancia, en tanto pone de manifiesto limitaciones en destrezas vinculadas con el establecimiento de relaciones, la elaboración de inferencias lógicas y la validación rigurosa de las afirmaciones formuladas.

Asimismo, en relación con el objetivo orientado a caracterizar las estrategias metodológicas empleadas por los docentes, los hallazgos revelan que el proceso de enseñanza se sitúa en un nivel de ineficiencia en todas las dimensiones de las variables examinadas, conforme al escalamiento definido para su análisis. Esta situación, leída desde un enfoque cualitativo, pone de manifiesto una mediación pedagógica insuficiente para favorecer la apropiación sólida del conocimiento matemático, ya que evidencia debilidades en el manejo de conceptos y procesos didácticos por parte del profesorado, y como consecuencia, se configura una integración fragmentada e inestable de los conceptos, lo que limita su transferencia a la cotidianidad y compromete, de manera particular, el desarrollo de la competencia de razonar y argumentar como eje estructurante de la formación matemática.

El estudio previo aporta a la investigación, una base diagnóstica robusta para comprender que, las debilidades en el razonamiento y la argumentación matemática obedecen a expresiones de un problema didáctico profundo que compromete la manera como estas competencias son promovidas en los contextos escolares y no constituyen manifestaciones aisladas del bajo desempeño estudiantil. Tales hallazgos respaldan la necesidad de problematizar el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática como un campo que exige ser comprendido más allá de la mera resolución de ejercicios, situándolo en el plano de la estructuración del pensamiento, la comprensión conceptual y la construcción de sentido.

Asimismo, esta investigación ofrece un aporte particular a la tesis al situar la

mediación docente como un eje decisivo en la configuración de dichas competencias, mostrando que la ineficiencia en las estrategias metodológicas y el débil manejo de procesos didácticos inciden directamente en la fragilidad de la apropiación del conocimiento matemático. Reafirmando que la enseñanza del razonamiento y la argumentación depende en gran manera de la capacidad del docente para diseñar ambientes de aprendizaje que favorezcan la comprensión lógica, la argumentación rigurosa y la transferencia del conocimiento a la vida cotidiana; por lo tanto, sugiere que la incorporación de mediaciones tecnológicas puede convertirse en una vía pertinente para potenciar procesos cognitivos complejos.

A partir de este estudio, se alcanza una comprensión más profunda de cómo las habilidades propias del pensamiento computacional fortalecen los procesos cognitivos y metacognitivos vinculados con el razonamiento lógico y la argumentación matemática. De igual manera, permite identificar, en el plano metodológico, estrategias educativas sustentadas en proyectos tecnológicos susceptibles de ser adaptadas a contextos de educación media. Asimismo, aporta fundamentos para la configuración de los componentes epistémicos y ontológicos de mi constructo teórico, al poner en evidencia que el pensamiento computacional opera como mediador del aprendizaje significativo y del aprendizaje basado en problemas. Con ello, ofrece un soporte empírico que valida la pertinencia de integrarlo como eje formativo en el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en la educación media.

Sustento teórico de la investigación.

Para orientar el quehacer educativo, los docentes requieren referentes teóricos que les proporcionen herramientas rigurosas y pertinentes para analizar, comprender y reflexionar críticamente sobre su práctica pedagógica. Ello permite reconocer de qué manera sus enfoques, estrategias y métodos inciden en los procesos de aprendizaje de los estudiantes (Tigse, 2019). En este enfoque, tales teorías ofrecen un referente de comprensión que oriente la toma de decisiones en aspectos esenciales como la priorización de los objetivos formativos, la organización y secuenciación de los contenidos, y la selección de materiales didácticos. De igual manera, deben contribuir a

fortalecer la capacidad del docente para revisar su intervención pedagógica y reconfigurarla en función de las particularidades de los sujetos y de las demandas propias del proceso formativo. Desde esta lógica, la teoría constituye un sustento fundamental para la construcción de prácticas pedagógicas reflexivas, contextualizadas y epistemológicamente consistentes.

En este sentido, el principal desafío para los educadores radica en crear entornos de aprendizaje en los que los estudiantes, además de sentirse motivados, experimenten el interés y la disposición para indagar, reflexionar y aprender de manera activa. Asimismo, resulta fundamental que las aulas se transformen en espacios acogedores, capaces de promover relaciones basadas en la confianza, la participación y el compromiso con el proceso formativo. Por ello, el acto educativo demanda condiciones que favorezcan la apropiación del conocimiento, y la construcción de experiencias significativas de aprendizaje. En virtud de lo expuesto, se presenta a continuación un conjunto de teorías que orientan la investigación en función de los objetivos planteados.

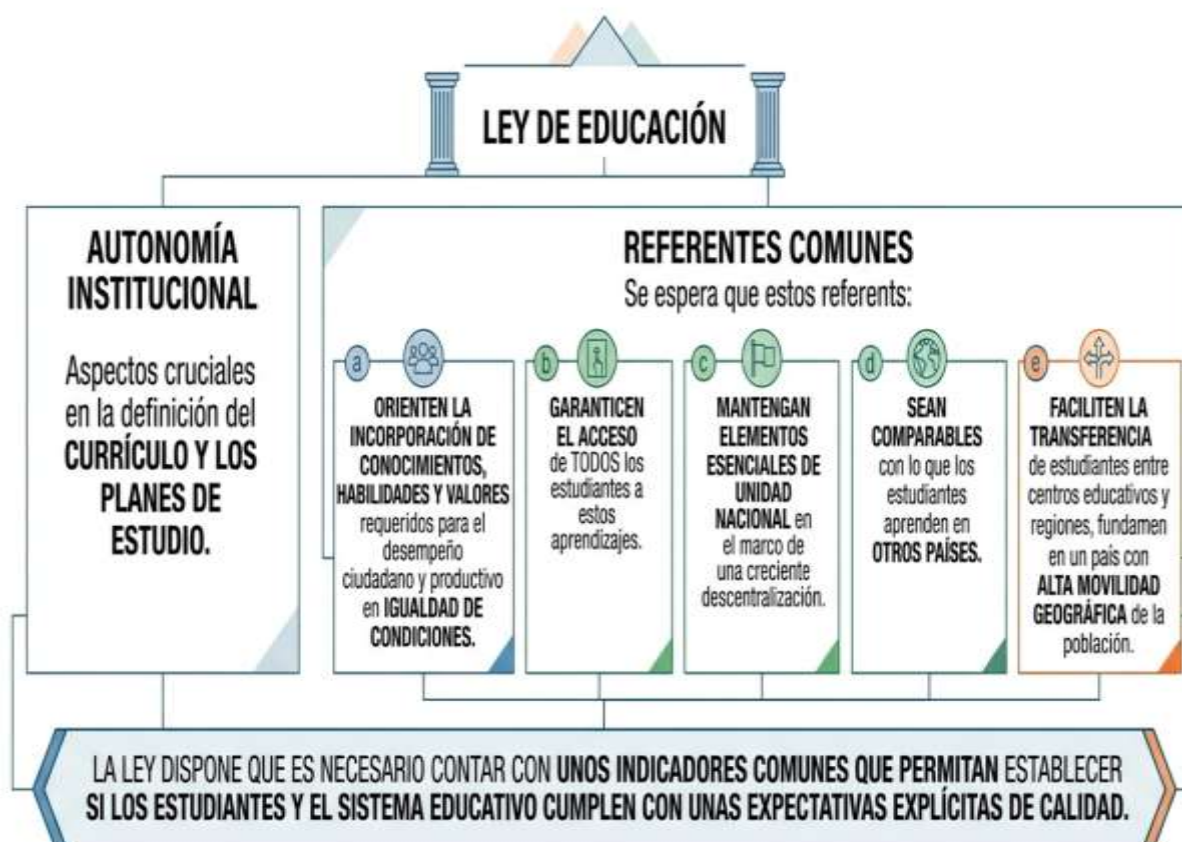
Teorías de entrada de la investigación

En investigación cualitativa, las teorías de entrada constituyen una plataforma conceptual que permite al investigador doctoral adentrarse en la complejidad del fenómeno estudiado. En el contexto de esta investigación, cuyo propósito es *Generar un constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media*; dichas bases teóricas, desde la perspectiva de Morse (2012), operan como *impulso teórico*, al configurarse como *conceptos sensibilizadores* que agudizan la mirada del investigador frente a las realidades emergentes, permitiendo delimitar elementos dialógicos esenciales entre los referentes universales de la didáctica de la matemática, la práctica pedagógica vivida por los actores escolares y las potencialidades del pensamiento computacional para favorecer el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática. Por ello, tales teorías se asumen como marcos de orientación que acompañan la interpretación del fenómeno y favorecen una comprensión más profunda de sus significados.

Además, es necesario mencionar que, al desarrollo de competencias en matemática es inherente el saber hacer. Es decir, la competitividad de un estudiante, es intrínseca a la capacidad que éste desarrolla de hallarle funcionalidad y significación al conocimiento, empleándolo aún, en situaciones distintas a las que dieron lugar a su aprendizaje. Con este planteamiento el MEN reconoce lo contemplado en el artículo 27 de la constitución política, el cual otorga a las Instituciones Educativas ...”libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra” (pag 15), para la implementación de diferentes modelos educativos, de acuerdo a condiciones del contexto, sin que ello implique la desconexión de los referentes de calidad que en líneas gruesas deben direccionar el quehacer educativo, ya que el propósito es delimitar curricularmente los planes de estudio como se especifica en la Figura 1.

Figura 1

Referentes comunes de los estándares básicos de competencias



Nota. Tomado de Estándares Básicos de Competencias (Serie Guías No. 6). Colombia: Ministerio de Educación Nacional (2006). Figura elaborada por la autora.

La representación gráfica sintetiza los fundamentos de la Ley General de Educación colombiana, articulados en torno a la autonomía institucional y los referentes comunes que orientan los procesos formativos. Asimismo, contempla la importancia de establecer indicadores compartidos que permitan valorar el cumplimiento de las expectativas de calidad educativa, atendiendo a las particularidades de los contextos escolares. Estos fundamentos son relevantes para la investigación, ya que constituyen un horizonte normativo que orienta la comprensión de las condiciones pedagógicas e institucionales vinculadas con el desarrollo de las competencias matemáticas

Lo anterior, pone de manifiesto una relación compleja entre la autonomía institucional y la estandarización educativa. Es decir, dicha estructura garantiza que, a pesar de la descentralización, el currículo de “matemática” conserve coherencia y se articule con referentes internacionales orientados a promover la movilidad y la competitividad global (OECD, 2023). En esta dinámica, los indicadores comunes deben ofrecer garantías de equidad que aseguran el acceso a competencias fundamentales para el desempeño ciudadano. Así, la gestión tecnológica y curricular se entrelaza para facilitar procesos de transferencia y calidad, permitiendo que el razonamiento lógico-matemático sea un lenguaje referencial universal en un país con alta movilidad geográfica.

La eficacia de este modelo depende de la capacidad de las instituciones para traducir estos lineamientos en planes de estudio que preserven la identidad local, al tiempo que responden a las exigencias técnicas y formativas del siglo XXI. Desde un contexto de alta dirección académica e investigación curricular, ello constituye un ejercicio indispensable para comprender que la puesta en escena de los lineamientos nacionales en la realidad áulica exige un proceso de reconfiguración pedagógica. Es decir, adaptar orientaciones globales a la identidad local tiene su fundamento en la generación de aprendizajes significativos, en los que la traducción curricular se apoye en una vinculación profunda con la estructura cognitiva del estudiante y en la articulación con sus saberes previos. De este modo, se favorece una aprehensión comprensiva que rebasa la memorización arbitraria y permite convertir estándares abstractos en

experiencias formativas que el estudiante reconoce, relaciona e integra lógicamente con su propio contexto, por lo que la investigación se apoya en las siguientes teorías:

Aprendizaje significativo

Según la mirada de Ausubel “...De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto, y enséñese consecuentemente” (Ausubel, 1983, p. 6). En otras palabras, el aprendizaje significativo puede comprenderse como un proceso de incorporación comprensiva del conocimiento, en el que los nuevos saberes se vinculan de manera comprensible con la estructura cognitiva previa del estudiante. Así, aprender implica mucho más que retener información, pues supone establecer relaciones estables entre conceptos, proposiciones y experiencias ya existentes en la mente del sujeto. De este modo, el aprendizaje significativo se proyecta como una construcción gradual del conocimiento, articulada a la comprensión y a la producción de sentido.

Esta idea resulta clave para el estudio doctoral, porque orienta la comprensión de la enseñanza de la matemática como un proceso de construcción progresiva de significados, en el que la activación de saberes previos favorece la comprensión lógica, la relación entre conceptos y la elaboración de argumentos con mayor nivel de coherencia. A partir de esta comprensión, el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática demanda mediaciones pedagógicas que propicien conexiones cognitivas profundas, capaces de conferir sentido a los contenidos y de favorecer su uso en contextos diversos.

Asimismo, este autor sostiene que, aprendizaje significativo exige condiciones específicas para su ocurrencia. De un lado, demanda *la existencia de materiales potencialmente significativos*, esto es, contenidos organizados con lógica interna, claridad conceptual y pertinencia didáctica. Por otra parte, *requiere que el estudiante disponga de conocimientos previos adecuados para atribuir significado a lo nuevo y que manifieste una auténtica predisposición para aprender*. En este sentido, la relación entre conocimiento previo, organización del contenido y disposición subjetiva constituye el

núcleo pedagógico del aprendizaje con sentido. En consecuencia, el aprendizaje significativo se consolida cuando la enseñanza logra articular comprensibilidad, intencionalidad y apertura del sujeto frente al conocimiento, por ende, en el proceso de enseñanza se deben crear condiciones cognitivas y afectivas que favorezcan la apropiación del saber.

Esta precisión es coherente con el planteamiento de Loza et al. (2021), quienes destacan que, el aprendizaje significativo supone una asociación profunda, alejada de la arbitrariedad y de la simple memorización. Esto resulta de gran valor, para la investigación, debido a que sitúa el problema en una dimensión pedagógica de alta relevancia: cuando la enseñanza de la matemática se apoya en prácticas repetitivas y desarticuladas del universo cognitivo del estudiante, se debilita la posibilidad de consolidar procesos auténticos de razonamiento y argumentación. En cambio, cuando el aprendizaje se construye a partir de relaciones claras entre conocimientos previos y nuevos saberes, se fortalecen las bases para el razonamiento, la argumentación de procedimientos y la elaboración de conclusiones lógicamente fundadas.

Adicionalmente, es importante mencionar que existen tres tipos de aprendizaje significativo los cuales responden a niveles de aprendizaje, por lo que son interdependientes. En un primer lugar está *el aprendizaje representacional*; este permite interpretar el momento en que el estudiante comienza a atribuir significado a signos, símbolos, expresiones y representaciones que median su relación con el saber matemático, De acuerdo con Ausubel de le considera *preconceptual*, pues su consolidación apertura la construcción del concepto. Posteriormente, el aprendizaje conceptual es una consecuencia del aprendizaje representacional de gran importancia, dado que posibilita reconocer regularidades, propiedades y relaciones.

En palabras de Moreira “Los conceptos deberían recibir mucha más atención en la enseñanza, dado que son estructurantes de cuerpos de conocimiento” (Moreira, p. 25), esta afirmación permite comprender que el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática exige una apropiación sólida de los conceptos estructurantes de la disciplina, respaldando la necesidad de promover experiencias de aprendizaje que

fortalezcan la comprensión conceptual como base del pensamiento matemático. En tal sentido, la apropiación de conceptos en la enseñanza, favorece que el estudiante establezca relaciones, justifique procedimientos y construya explicaciones con mayor rigor.

En un tercer elemento, dentro de los tipos de aprendizaje significativo tenemos el aprendizaje proposicional, el cual no es el resultado de los aprendizajes representacional y conceptual, aunque le antecedan de acuerdo con el planteamiento de Moreira (2011). Para que un estudiante alcance este tipo de aprendizaje significativo debe usar proposiciones para dar significado a los nuevos conocimientos; por esto reviste una particular pertinencia para la investigación, puesto que el razonamiento y la argumentación exigen comprender enunciados, establecer relaciones lógicas y otorgar sentido a proposiciones matemáticas que van más allá de la comprensión aislada de términos o símbolos.

Adicionalmente, el aprendizaje significativo cuenta con tres formas que enriquecen la comprensión del fenómeno de estudio, en tanto permiten reconocer que, el conocimiento nuevo puede integrarse a la estructura cognitiva del sujeto de distintas maneras. La primera es la forma *subordinada*, la cual permite comprender cómo los estudiantes asignan significado a nuevos contenidos cuando estos logran vincularse con los conocimientos previos pertinentes. La segunda es la forma *superordenada* que aporta elementos esenciales para interpretar la construcción de conceptos más amplios y organizadores; un aspecto esencial cuando se pretende que el estudiante además de resolver; generalice, relacione y argumente con mayor nivel de abstracción y, la forma *combinatoria* que permite comprender que ciertos aprendizajes complejos requieren una base cognitiva amplia y articulada, lo cual guarda estrecha relación con la consolidación de competencias matemáticas de orden superior.

Finalmente, esta teoría fortalece la investigación, ya que se opone al desarrollo de contenidos articulados a procesos memorísticos, descontextualizados y ajenos a vincular al estudiante en la solución de situaciones problemática; es una apuesta a ir más allá de la acostumbrada ejercitación que caracteriza los procesos matemáticos en el aula

y que usualmente no trascienden del contexto académico, desconociendo al estudiante como ser social que tiene vivencias a la luz de la funcionalidad de las matemáticas. Ya que, según lo dispuesto por el MEN, es crucial identificar el conocimiento matemático informal de los estudiantes en relación con sus actividades prácticas cotidianas, debido a que el aprendizaje de la matemática se basa en aspectos cognitivos, y está influenciado por factores afectivos y sociales, lo que resalta la importancia de considerar los contextos de aprendizaje específicos.

El conectivismo.

El conectivismo, es una teoría de aprendizaje contemporánea que se adapta a las necesidades educativas del siglo XXI, entendiendo el aprendizaje como un conjunto de relaciones en un contexto multidimensional. Este se enfoca en que, las actividades que emergen de la comunicación de ideas con otras personas mediante interacciones significativas (Siemens y Downes, 2004). Según esta teoría, aprender depende de la adquisición de conocimientos, de las relaciones que se establecen entre personas y fuentes de información a través de redes de aprendizaje, interactuando con diversas comunidades para alcanzar objetivos educativos. Esto facilita la creación de fuentes de información útiles y promueve un aprendizaje significativo que puede impactar positivamente en la estructura social.

Asimismo, estos autores afirman que aprender implica mucho más que incorporar un conjunto de conceptos; requiere comprender la manera en que dichos conocimientos pueden aplicarse en la sociedad para generar beneficios tangibles. En esta perspectiva, el conocimiento se concibe como un proceso dinámico, distribuido a través de redes humanas y tecnológicas, las cuales favorecen su construcción y circulación; en consecuencia, el aprendizaje se fortalece mediante la capacidad de establecer conexiones entre nodos de información especializada y desenvolverse en contextos caracterizados por la incertidumbre. Este enfoque demanda promover el trabajo colaborativo, cooperativo, autónomo, autodirigido y flexible, cualidades indispensables para favorecer el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en la

educación media, dentro de una sociedad en permanente transformación.

En esta lógica, aprender implica conectar nodos especializados, entendidos como entidades capaces de contener, producir o movilizar conocimiento, entre las que se encuentran personas, textos, comunidades, plataformas, bases de datos y recursos digitales. Esta fortalece la investigación, debido a que permite interpretar el aprendizaje matemático como un proceso relacional en el que los estudiantes articulan conceptos, procedimientos, representaciones y experiencias para construir significados cada vez más complejos. Así, el conectivismo favorece una comprensión del razonamiento y la argumentación matemática como procesos que se fortalecen en la medida en que el sujeto establece vínculos comprensivos entre múltiples fuentes y formas de conocimiento.

De igual manera, entre los elementos centrales del conectivismo destacan *la diversidad de opiniones, la capacidad de reconocer conexiones entre ideas aparentemente dispersas y la actualización permanente del conocimiento*. Así, la red de conexiones no se limita al acceso instrumental a información, puesto que se convierte en un espacio de organización cognitiva desde el cual el pensamiento puede ampliarse, hacerse visible y ganar coherencia. Por ello, el conectivismo aporta a esta tesis una comprensión dinámica del aprendizaje, ya que sus componentes exigen que el estudiante identifique patrones, relacione conceptos, contraste procedimientos y mantenga apertura frente a nuevas comprensiones. Contribuyendo a desarrollar el razonamiento y la argumentación matemática.

Finalmente, de acuerdo con Pérez (2019), la argumentación desempeña un papel fundamental en las interacciones entre las personas y la información, favoreciendo así el desarrollo del pensamiento computacional a partir del razonamiento lógico el cual se considera una debilidad en la mayoría de los estudiantes. En consecuencia, esta teoría contribuye a la investigación al enfocarse en el desarrollo de competencias, a partir del uso estructurado de la información, lo cual coadyuva a que los estudiantes reconozcan el trabajo en equipo y la fundamentación de sus ideas y experiencias, como elementos valiosos para el razonamiento y la argumentación de sus decisiones, incluso en

contextos ajenos al ámbito escolar.

Aprendizaje Basado en Problemas

De acuerdo con las ideas de (Barrows y Tamblyn, 1980), el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), es una metodología que sitúa al estudiante frente a problemas abiertos y contextualizados, con el propósito de que la ruta metodológica de cara a su resolución le exija formular preguntas, explorar alternativas y sustentar decisiones con base en evidencias. Desde esta lógica *el problema* dentro de la enseñanza de la matemática, es un eje articulador del aprendizaje, que fortalece el razonamiento la argumentación, en tanto impulsa al estudiante a construir respuestas razonadas, revisar sus procedimientos y justificar sus elecciones dentro de una dinámica formativa orientada a la comprensión y a la toma de decisiones fundamentadas

Este aprendizaje se sustenta en dos fundamentos conceptuales y teóricos que le otorgan estructura pedagógica. De un lado, se destaca el pensamiento de Dewey, quien pone en relevancia *al aprendizaje derivado de la experiencia*, al considerar que el contacto del estudiante con situaciones del mundo real activa procesos de indagación, reflexión y búsqueda de soluciones. Desde esta arista, el problema cumple una función dinamizadora del pensamiento, en tanto impulsa al sujeto a informarse, formular respuestas tentativas y someterlas a comprobación mediante su aplicación. A ello se suma la teoría sociocultural de Vigotsky, cuya contribución permite comprender el aprendizaje como un *proceso mediado por la interacción, el intercambio de ideas y la participación en comunidades de construcción cognitiva*.

Además, esta metodología se estructura a través de fases que resultan especialmente significativas para el fortalecimiento del pensamiento lógico y argumentativo (Barrows y Tamblyn, 1980). Entre ellas se distinguen la presentación del problema, la identificación de saberes previos, el reconocimiento de vacíos de comprensión, la formulación de hipótesis, la búsqueda y selección de información pertinente, la contrastación de estrategias y la reflexión sobre la solución alcanzada. Cada una de estas fases compromete al estudiante en un ejercicio intelectual que

demanda análisis, organización de ideas, establecimiento de relaciones y evaluación de alternativas. En conjunto estas fases permiten comprender que, el razonamiento y la argumentación matemática se desarrollan de manera progresiva, en la medida en que el estudiante aprende a sostener sus decisiones con criterios de validez y a revisar críticamente sus propios procedimientos.

Por consiguiente, su importancia para la investigación radica en que el ABP reconoce la importancia de propiciar escenarios en los que el estudiante debe interpretar situaciones, movilizar saberes previos, contrastar alternativas de solución y justificar las decisiones asumidas durante el proceso. De igual manera, esta teoría dialoga con el pensamiento computacional, puesto que la resolución de problemas demanda descomposición, organización lógica, reconocimiento de patrones y secuenciación de acciones. Ayudando a sustentar que el razonamiento y la argumentación matemática alcanzan mayor profundidad cuando se construye en contextos problematizadores, colaborativos y orientados a la producción de sentido ya que requieren de experiencias pedagógicas que favorezcan procesos de análisis, deliberación y validación.

Sustentación teórica de la investigación

Desarrollo de Competencias; un proceso intencional

Según lo establecido por el MEN, una competencia es un “conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socio afectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores”. Esta postura, emitida por la máxima autoridad en Colombia en materia educativa, considera al sujeto de manera integral y como ser social, en tanto que se espera que su competitividad trascienda de los contextos escolares. Es importante mencionar que, en el campo de las matemáticas el desarrollo de las competencias requiere ambientes de aprendizaje enriquecidos con situaciones problemáticas significativas que favorezcan la progresión a niveles más complejos.

Desde esta visión, el Ministerio de Educación Nacional, en los Estándares Básicos

de Competencias, plantea que el desarrollo de competencias en los estudiantes requiere aprendizajes *significativos y comprensivos*. En tal sentido, afirma que “en la enseñanza enfocada a lograr este tipo de aprendizaje no se puede valorar apropiadamente el progreso en los niveles de una competencia si se piensa en ella en un sentido dicotómico” (MEN, 2006, p. 49). Este planteamiento permite comprender que la adquisición de una competencia ocurre de manera gradual y progresiva, como resultado de una enseñanza intencional que sitúa al estudiante, de forma permanente, en ambientes de aprendizaje orientados a su fortalecimiento. Por consiguiente, el desarrollo competencial exige mediaciones pedagógicas pertinentes, sistemáticas y coherentes con los niveles de avance alcanzados por cada estudiante.

En virtud de este planteamiento, es preciso afirmar que el desarrollo de competencias en los estudiantes constituye una acción intencional, sistemática y estructurada, que debe promoverse desde los primeros grados de escolaridad y avanzar conforme a niveles progresivos de complejidad, en correspondencia con la evolución de los procesos cognitivos propios de esta disciplina. Así, la formación por competencias no puede asumirse como un resultado espontáneo que surge del contacto del estudiante con los contenidos, pues requiere mediaciones pedagógicas cuidadosamente organizadas que orienten la comprensión, la aplicación, la reflexión y la transferencia del conocimiento en diversos contextos. A continuación, se presentan algunas definiciones sobre la competencia razonamiento y argumentación matemática desde la mirada de teóricos y de los lineamientos curriculares en Colombia.

Razonamiento y argumentación matemática según los lineamientos curriculares.

Los Lineamientos Curriculares de Matemática, definen el razonamiento como la capacidad del estudiante para “...Usar hechos conocidos, propiedades y relaciones para explicar otros hechos, utilizar argumentos propios para exponer ideas, comprendiendo que las matemáticas, más que una memorización de reglas y algoritmos, son lógicas y potencian la capacidad de pensar” (MEN, 1998, p. 54). Esta concepción, permite reconocer que el desarrollo de dicha competencia es inherente a la mediación

pedagógica del docente, quien orienta la construcción, organización y comunicación de las ideas matemáticas. Ya que, corresponde al profesorado propiciar ambientes de aprendizaje intencionalmente diseñados, en los que los estudiantes puedan explorar relaciones, formular explicaciones, contrastar procedimientos y fundamentar sus respuestas. De esta manera, el razonamiento puede fortalecerse progresivamente en cada nivel de formación mediante experiencias pertinentes, sistemáticas y acordes con las posibilidades cognitivas de los estudiantes.

Por lo anterior, el *razonamiento matemático* se vincula estrechamente con el planteamiento y la resolución de problemas, al comprenderse como la capacidad de *ordenar ideas, establecer relaciones y construir conclusiones coherentes*. Este proceso se articula con la comunicación, la modelación y el uso reflexivo de procedimientos matemáticos, dado que exige interpretar, explicar y justificar las decisiones asumidas. Su desarrollo debe atender la edad, el nivel cognitivo y los avances alcanzados por los estudiantes en cada grado, de manera que los aprendizajes previos puedan retomarse, profundizarse y ampliarse progresivamente. Por consiguiente, la enseñanza ha de propiciar una transición desde formas iniciales e informales de razonamiento hacia estructuras más elaboradas, integrando esta competencia en todas las actividades matemáticas y en los procesos asociados al pensamiento computacional.

Desde otra arista, el MEN (2004), en los Estándares Básicos de Competencias, plantea que el razonamiento lógico debe iniciarse con el uso de materiales manipulativos, los cuales favorecen la identificación de patrones, la formulación de conjeturas y la construcción de justificaciones iniciales. No obstante, a medida que avanza el aprendizaje, este razonamiento toma mayores niveles de abstracción y se orienta hacia el trabajo con proposiciones, relaciones y teorías. Tal evolución exige experiencias pedagógicas que permitan al estudiante transitar de representaciones concretas a estructuras lógicas más elaboradas. En este proceso, los razonamientos, *inductivo*, *deductivo* y *abductivo*, desempeñan una función relevante en la formulación de hipótesis, el análisis de relaciones y la validación de conclusiones. Esta articulación, fortalece la investigación ya que evidencia el rol de docente desde los primeros años de escolaridad en el desarrollo de la competencia de razonamiento y argumentación matemática.

Por su parte PISA, aborda la *argumentación* en matemática como una competencia fundamental para resolver problemas complejos y contextualizados. Según su enfoque, la argumentación se relaciona con la capacidad de los estudiantes de justificar decisiones, explicar procesos y validar conclusiones mediante razonamientos lógicos y coherentes. Esta habilidad implica además del uso de un lenguaje matemático formal, la conexión de ideas para construir cadenas argumentativas que demuestren comprensión profunda del objeto de estudio. Además, el diseño de esta prueba, promueve que la argumentación en matemáticas sea desarrollada a través de tareas que integren diversos niveles de complejidad cognitiva, como la reproducción de conceptos básicos, la conexión de ideas entre diferentes contextos y la reflexión crítica sobre resultados y métodos. Estas prácticas buscan evaluar habilidades matemáticas específicas, y fomentar competencias transversales como el pensamiento crítico y la resolución creativa de problemas.

Adicionalmente, *la argumentación matemática* se configura como un proceso mediante el cual el estudiante organiza, comunica y valida sus ideas a partir de relaciones, propiedades y criterios lógicos. En esta dinámica el Ministerio de Educación Nacional a través de los *Estándares Básicos de Competencias en Matemática*, precisa:

El desarrollo del razonamiento lógico empieza en los primeros grados apoyado en los contextos y materiales físicos que permiten percibir regularidades y relaciones; hacer predicciones y conjeturas; justificar o refutar esas conjeturas; dar explicaciones coherentes; proponer interpretaciones y respuestas posibles y adoptarlas o rechazarlas con argumentos y razones. (MEN, 2006, p. 54)

Este planteamiento permite comprender que, *argumentar* implica construir razones, someter conjeturas a examen y comunicar explicaciones coherentes de manera que las ideas matemáticas puedan ser comprendidas, contrastadas y aceptadas a partir de criterios de validez. Por ello, esta estructura es fundamental en la investigación, dado que sitúa la *argumentación* como la manifestación visible del *razonamiento* y como una competencia del pensamiento matemático que debe desarrollarse progresiva y permanentemente. No obstante, su fortalecimiento exige diseñar situaciones de aprendizaje en las que el estudiante formule afirmaciones, seleccione evidencias, confronte procedimientos y valide sus conclusiones.

Finalmente, al examinar las definiciones establecidas en los referentes curriculares mencionados, se advierte una relación de complementariedad entre el razonamiento y la argumentación matemática, en la medida en que ambos procesos intervienen en la construcción, explicación y validación del conocimiento. Desde esta lógica, una argumentación consistente requiere un razonamiento coherente que permita organizar ideas, establecer relaciones, seleccionar evidencias y sustentar conclusiones de acuerdo con la situación abordada (Kilpatrick et al., 2001). Esta conexión es relevante para la investigación, porque permite comprender que el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación exige experiencias pedagógicas en las que el estudiante analice procedimientos, contraste alternativas y comunique sus decisiones con fundamento, favoreciendo la construcción de respuestas matemáticas estructuradas, justificadas y pertinentes en los estudiantes de educación media.

Razonamiento y argumentación matemática desde la mirada de otros autores

El modelo de razonamiento matemático propuesto por Schoenfeld (1992) como se citó en Albornoz (2022), reconoce la importancia de los conocimientos previos, las estrategias empleadas en la resolución de problemas y la capacidad del estudiante para reflexionar sobre sus propios procesos de pensamiento. Este autor sostiene que, “Los solucionadores eficaces de problemas planifican y hacen seguimiento de qué tan bien avanzan mientras implementan sus planes” (Schoenfeld, 1992, p. 2). Desde esta visión, el razonamiento matemático se configura como una actividad dinámica en la que convergen la acción, el análisis y la autorregulación cognitiva. Este planteamiento resulta pertinente para la investigación, pues permite comprender que el desarrollo de la competencia de razonamiento y argumentación exige que el estudiante examine sus procedimientos, valore la coherencia de sus decisiones y comunique los fundamentos de sus conclusiones.

Adicionalmente, Tall (2002), como se citó en Penagos et al., (2017), reconoce que las representaciones desempeñan una función decisiva en el *razonamiento* matemático,

puesto que inciden en la manera como el estudiante interpreta, organiza y relaciona la información. En esta dinámica, las representaciones simbólicas, gráficas, numéricas, verbales y geométricas pueden favorecer la comprensión cuando permiten hacer visibles las relaciones presentes en una situación matemática; sin embargo, también pueden generar dificultades cuando carecen de significado para quien aprende. Asimismo, el autor vincula la *argumentación* matemática con formas de razonamiento que posibilitan articular distintos niveles de conocimiento y comprensión. Desde esta mirada, argumentar contribuye a examinar relaciones, justificar procedimientos y estructurar con mayor profundidad los conceptos matemáticos, aspecto especialmente pertinente para comprender cómo los estudiantes construyen y comunican sus ideas durante la resolución de problemas.

Finalmente, y de manera complementaria, Sriraman y Umland (2020), conciben la *argumentación* matemática como una secuencia lógica de *razonamientos* orientada a establecer la validez de un resultado. En este sentido, argumentar supone examinar procedimientos, justificar decisiones y valorar la consistencia de las conclusiones alcanzadas durante la resolución de problemas. Por consiguiente, esta articulación puede contribuir al fortalecimiento de argumentos matemáticos más claros, estructurados y rigurosos en los estudiantes de educación media, lo cual es relevante para la investigación, porque permite reconocer la argumentación como un proceso mediante el cual el estudiante organiza, comunica y sustenta sus ideas con base en relaciones, evidencias y criterios de coherencia matemática.

Perspectiva cognitiva-semiótica del razonamiento matemático

Para Duval (1999), los objetos matemáticos poseen una condición que exige acceder a ellos mediante sistemas de signos, tales como expresiones algebraicas, gráficas, figuras, tablas o lenguaje natural. Esta particularidad supone que comprender una idea matemática requiere reconocer el objeto a través de sus distintas formas de representación, conservando su significado mientras cambia la manera en que se

expresa. En esta construcción teórica, el autor diferencia la *semiosis*, relacionada con la producción y aprehensión de representaciones, de la *noesis*, asociada con la comprensión conceptual. Asimismo, la relación entre ambas queda condensada cuando afirma: “No hay noesis sin semiosis” (Duval, 1999, p. 15). Esta afirmación concede a las representaciones una función cognitiva profunda, pues el desarrollo conceptual depende de la posibilidad de producirlas, reconocerlas, transformarlas y coordinarlas.

En el contexto de la enseñanza de la matemática, su implementación es relevante porque un concepto puede presentarse bajo distintas formas sin perder su identidad, mientras el estudiante aprende a reconocer las invariantes que permanecen entre ellas. Adicionalmente, Este autor, identifica tres actividades cognitivas relacionadas con los registros semióticos: *formación*, *tratamiento* y *conversión*. La primera permite construir una representación dentro de un sistema determinado; *el tratamiento* transforma una representación conservando el mismo registro, mientras *la conversión*, implica trasladarla hacia otro sistema representacional. Esta última exige reconocer correspondencias entre formas de expresión heterogéneas. Así, pasar de una expresión algebraica a una gráfica, explicar verbalmente una relación funcional o transformar una situación contextualizada en un modelo matemático representa una actividad cognitiva que revela el nivel de comprensión alcanzado.

Finalmente, la perspectiva semiótica aporta a esta investigación un fundamento para comprender la argumentación como exteriorización organizada del razonamiento, ya que, cuando el estudiante representa una situación, explica las relaciones identificadas y convierte una estructura gráfica en una expresión algebraica, deja huellas observables de su actividad cognitiva. En este proceso, la argumentación alcanza una función articuladora, pues permite comunicar por qué dos representaciones corresponden al mismo objeto matemático, qué transformaciones fueron realizadas y cuáles propiedades permanecieron invariantes. Además, el pensamiento computacional puede favorecer esta movilidad representacional mediante esquemas, algoritmos, tablas, diagramas o modelos; mientras, la mirada semiótica permite valorar si el estudiante reconoce el significado matemático que permanece durante dichas transformaciones.

Estructura funcional de la argumentación

Este modelo parte del reconocimiento de que argumentar implica establecer una relación justificable entre aquello que se conoce y aquello que se afirma Toulmin (2007), examinando cómo se construyen y se sostienen los argumentos. En su configuración básica aparecen los datos, la conclusión y la garantía; posteriormente se incorporan respaldo, cualificador modal y condiciones de refutación. Esta organización permite analizar el razonamiento como una estructura articulada en la cual cada componente cumple una función específica, ofreciendo un referente especialmente útil para estudiar cómo los estudiantes sustentan sus procedimientos matemáticos.

Dentro de esta estructura, la garantía ocupa una posición decisiva porque explica la legitimidad del tránsito inferencial. Toulmin (2007), precisa que “la garantía funciona justamente como puente necesario para realizar la transición de los datos a la conclusión” (p. 188). En términos educativos, este puente permite distinguir una respuesta acompañada de razones de aquella que únicamente presenta un resultado. Cuando un estudiante afirma que dos rectas son paralelas porque poseen la misma pendiente, por ejemplo, la información disponible constituye los datos, la afirmación configura la conclusión y la propiedad matemática utilizada funciona como garantía que autoriza la inferencia.

Este modelo es esencial en el contexto investigativo, pues su pertinencia para la enseñanza matemática porque propicia una estructura para examinar la calidad del razonamiento argumentado. El autor, caracteriza los datos como información desde la cual se construye una conclusión, mientras las garantías funcionan como principios generales que permiten establecer la conexión inferencial. El respaldo fortalece la autoridad de la garantía; el cualificador expresa el grado de fuerza atribuible a la conclusión y la refutación establece las condiciones bajo las cuales la inferencia podría dejar de sostenerse. Estas relaciones permiten comprender la argumentación matemática como un proceso en el que afirmaciones, evidencias y propiedades necesitan mantener coherencia interna.

Finalmente, desde esta perspectiva un estudiante argumentativamente competente puede identificar los datos disponibles, formular una conclusión, explicar la propiedad que autoriza el procedimiento y aportar razones que respalden su validez. Transitando hacia el desarrollo del razonamiento y argumentación con la consolidación de una estructura susceptible de ser observada mediante el discurso del estudiante, pues la calidad de una respuesta matemática depende de la relación lógica que se establece entre información, procedimientos, propiedades y conclusión. Así, el modelo ofrece una base para vincular estructura lógica, evidencia matemática y capacidad de justificación.

Procesos de prueba, validación y construcción de conocimiento

De acuerdo con Balacheff (1987), la validación se sitúa como una actividad central en la construcción del conocimiento matemático y su análisis reconoce que las formas utilizadas por los estudiantes para justificar una afirmación evolucionan conforme cambian sus conocimientos, experiencias y criterios de aceptabilidad. En su trabajo *Processus de preuve et situations de validation*, estudia la progresión entre pruebas apoyadas en acciones o ejemplos y formas intelectuales de mayor elaboración y este recorrido permite comprender que la capacidad de validar se desarrolla mediante experiencias en las que el estudiante debe confrontar resultados, explicarlos y determinar qué razones resultan suficientes para sostenerlos.

En este contexto, establece una relación significativa entre explicación y prueba, definiendo esta última como “una explicación aceptada por una comunidad dada en un momento dado” (1987, pp. 147-148). Esta afirmación incorpora una dimensión epistemológica y social a la validación: una explicación alcanza legitimidad cuando responde a criterios compartidos dentro de una comunidad. En matemática escolar, este planteamiento implica formar al estudiante para reconocer qué propiedades, procedimientos y formas discursivas permiten sostener una afirmación frente a otros participantes del proceso educativo.

Adicionalmente, distingue formas de validación que permiten comprender la evolución del estudiante hacia estructuras argumentativas más rigurosas. Las pruebas

pragmáticas encuentran apoyo en acciones, ejemplos y comprobaciones particulares; mientras las pruebas intelectuales requieren estructuras conceptuales capaces de independizarse progresivamente de la experiencia concreta. Este tránsito representa un referente importante para educación media, porque ayuda a interpretar por qué algunos estudiantes consideran suficiente verificar varios casos, mientras otros pueden establecer relaciones generales y fundamentarlas mediante propiedades matemáticas. Esto conduce a reconocer que, la enseñanza requiere, entonces, experiencias que permitan avanzar hacia formas de justificación con mayor consistencia conceptual.

En consecuencia, su aporte permite comprender que, justificar una respuesta implica movilizar conocimientos, establecer relaciones lógicas y someter los argumentos a criterios de validez matemática; así, la argumentación alcanza un papel central en la construcción y validación del conocimiento matemático, debido a que, cuando el estudiante confronta un contraejemplo o descubre que una estrategia resulta insuficiente, aparece una oportunidad para revisar las razones que sostienen su afirmación, evidenciando el carácter formativo de la validación, en tanto que le permite identificar límites, reconstruir procedimientos y formular argumentos progresivamente más sólidos.

Dimensión colectiva e interactiva de la Argumentación matemática

La perspectiva de Krummheuer (1995) desplaza el análisis de la argumentación hacia las interacciones que tienen lugar en el aula de matemática. Su propuesta parte de concebir la argumentación como una práctica construida entre participantes que comparten, cuestionan y reorganizan significados, caracterizarla como “un fenómeno social” (p. 229), condición que permite comprender que el razonamiento expresado durante una clase puede ser producido colectivamente mediante aportes sucesivos de estudiantes y docentes. Así, la argumentación forma parte de los procesos mediante los cuales una comunidad de aula construye criterios compartidos acerca de lo que considera matemáticamente aceptable.

Este autor, retoma el modelo funcional de Toulmin (2007) y lo adapta al estudio de interacciones matemáticas, concentrando el análisis en datos, garantías, respaldos y conclusiones. Esta adaptación permite reconstruir argumentos que aparecen distribuidos

entre diferentes participantes, pues una estudiante puede proponer información, otra formular una afirmación y una tercera aportar la razón que conecta ambas. Tal carácter colectivo amplía la comprensión de la argumentación escolar y facilita examinar cómo se construyen significados a través de intervenciones sucesivas.

Una idea especialmente significativa aparece cuando este autor comprende el argumento como *la explicitación intencional del razonamiento asociado a una solución durante su construcción o una vez desarrollada*. Esta formulación concede valor pedagógico a la explicación del procedimiento, debido a que permite que otros participantes examinen, completen o cuestionen las razones presentadas. La exteriorización del razonamiento transforma la actividad matemática en un espacio de elaboración compartida, donde justificar deja huellas acerca de las relaciones conceptuales que el estudiante ha establecido y de los criterios empleados para considerar válida una respuesta.

Este referente realiza un aporte esencial a la investigación al resaltar el rol del docente como propiciador intencional de estos procesos de razonamiento y argumentación, destacando que este puede favorecer la argumentación formulando preguntas orientadoras, solicitando razones, haciendo visibles discrepancias entre procedimientos y promoviendo que las estudiantes examinen las ideas presentadas por sus compañeras. En estas condiciones, la construcción del conocimiento incorpora participación, contraste de significados y responsabilidad intelectual compartida. Además, se enriquece la articulación con el pensamiento computacional ya que una secuencia de solución puede convertirse en objeto de análisis colectivo.

Pensamiento Computacional

Papert (1980), pionero en el uso de computadoras en la educación, considera el pensamiento computacional como una forma de pensar, que se puede aplicar en diversas disciplinas y que fomenta la creatividad y la innovación. Desde esta óptica, el abordaje del *razonamiento* y la *argumentación matemática* desde el desarrollo del pensamiento computacional es funcional para la investigación, pues su manejo además de encargarse

del campo de la programación, se hace extensiva a la resolución de problemas de cualquier disciplina, en tanto que, la creatividad y la innovación, son esenciales en la educación media, donde los estudiantes están en una etapa de profundización de elementos conceptuales y de desarrollo de competencias.

Adicionalmente, la incorporación del Pensamiento Computacional en la educación media puede favorecer la articulación entre las ideas matemáticas abstractas y sus aplicaciones en situaciones concretas. Este proceso permite que los estudiantes organicen la información, establezcan relaciones, formulen modelos y diseñen secuencias lógicas para abordar problemas de diversa naturaleza. Tales acciones contribuyen al desarrollo de formas de razonamiento más estructuradas y facilitan la construcción de argumentos sustentados en procedimientos comprensibles y verificables al aplicar el pensamiento computacional en el contexto de la educación media para el desarrollo de la argumentación y el razonamiento matemático, busca a conectar ideas abstractas con aplicaciones prácticas. Esto se traduce en la capacidad de los estudiantes para desarrollar modelos estructurados y secuencias lógicas que les permitan argumentar y razonar de manera efectiva.

Por su parte, Wing (2009) define el pensamiento computacional como una forma de abordar problemas mediante la formulación de soluciones susceptibles de ser representadas y ejecutadas por un agente de procesamiento de información. Este pensamiento integra habilidades como la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos, las cuales permiten organizar situaciones complejas y construir procedimientos sistemáticos para su resolución. En relación con esta tesis, dichos componentes pueden contribuir al fortalecimiento del razonamiento y la argumentación matemática, debido a que orientan al estudiante hacia el análisis de relaciones, la selección de información pertinente, la secuenciación de acciones y la validación de los resultados obtenidos.

Asimismo, Grover y Pea (2013) conciben el *Pensamiento Computacional* como una capacidad integrada por conocimientos, prácticas y disposiciones necesarias para formular problemas y construir soluciones susceptibles de ser representadas mediante

procedimientos computacionales. Los autores reconocen que, el desarrollo de componentes como la abstracción, la descomposición, el pensamiento algorítmico, la evaluación y la generalización, pueden promoverse desde diferentes áreas del currículo. Este aporte coadyuva a la investigación, porque permite comprender que el pensamiento computacional ofrece formas organizadas de analizar situaciones matemáticas, establecer relaciones y diseñar rutas de solución. Debido a que su incorporación en educación media puede favorecer que los estudiantes expliquen los procedimientos empleados, contrasten alternativas y fundamenten sus conclusiones mediante razonamientos estructurados

Finalmente, la incorporación del pensamiento computacional en la educación media favorece la resolución de problemas matemáticos y la articulación entre conceptos abstractos y situaciones de aplicación práctica, lo cual permite que los estudiantes construyan modelos, organicen información y diseñen secuencias lógicas orientadas a sustentar sus procedimientos y comunicar sus conclusiones con coherencia. Asimismo, el uso pedagógicamente planificado de herramientas tecnológicas puede facilitar la representación, ejecución y verificación de las soluciones propuestas. De este modo, dichas mediaciones contribuyen al desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática, al tiempo que propician experiencias de aprendizaje más comprensivas, participativas y significativas.

Habilidades del pensamiento computacional

Las habilidades del pensamiento computacional representan un conjunto de capacidades cognitivas y procedimentales que favorecen el análisis, la organización y la resolución de problemas de manera estructurada (Zapata, 2015) Su importancia radica en que permiten al estudiante descomponer situaciones complejas, reconocer patrones, seleccionar información relevante, diseñar secuencias de acción, revisar errores y transferir soluciones a nuevos contextos. Además, en relación con la matemática, contribuyen a hacer visibles los procedimientos seguidos, argumentar las razones que orientan cada decisión y validar la coherencia de los resultados alcanzados. Por ello, en esta investigación doctoral, su estudio es pertinente, dado que ofrece un camino para

comprender cómo el pensamiento computacional puede favorecer el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en estudiantes de educación media.

Abstracción. Esta habilidad consiste en “eliminar los detalles irrelevantes de un problema, de tal manera que el problema se vuelve más fácil, pero sin perder lo importante del problema” (Marañón y González (2021, p. 172). Destacando así la capacidad que debe desarrollar un estudiante para la selección de los aspectos esenciales de una situación y en la construcción de representaciones que permitan comprenderla con mayor claridad. Por ello, la abstracción resulta fundamental para esta investigación dado que permite al estudiante reconocer datos, propiedades y relaciones relevantes dentro de una situación matemática, favoreciendo la construcción de modelos y facilitando el tránsito entre representaciones concretas, gráficas, simbólicas y algebraicas. Asimismo, fortalece la argumentación cuando el estudiante identifica cuáles elementos sustentan una afirmación y explica por qué otros pueden omitirse. Su incorporación en educación media puede contribuir a producir razonamientos más organizados y conclusiones fundamentadas.

Descomposición de problemas. La descomposición de problemas “...hace referencia a una manera de pensar en un problema en términos de sus componentes” y agregan que “se requiere que se entienda, solucione, desarrolle y evalúe cada componente por separado” (Marañón y González 2021, p. 173). Esta habilidad es apropiada para la tesis, debido a que permite analizar una situación matemática compleja mediante la identificación de sus condiciones, variables y relaciones internas. Al descomponer un problema, el estudiante puede justificar la función de cada parte, establecer conexiones entre los resultados parciales y explicar cómo estos conducen hacia una solución global. Así, la descomposición favorece la estructuración del razonamiento y hace visibles las decisiones que sostienen la argumentación matemática.

Pensamiento algorítmico. El pensamiento algorítmico constituye “una manera de alcanzar una solución a un problema a través de una definición clara de los pasos a llevar a cabo” (Marañón y González, 2021, p. 173). Esta definición destaca la organización secuencial, la precisión y la orientación de las acciones hacia un resultado

determinado. Por ello, dentro de la investigación el pensamiento algorítmico permite hacer explícita la secuencia lógica empleada durante el abordaje de una situación matemática. Su desarrollo exige que el estudiante ordene procedimientos, anticipe resultados, establezca condiciones y valore la coherencia entre cada acción. Es así como estas operaciones fortalecen la argumentación porque permiten explicar las razones que justifican el orden seguido y verificar si el procedimiento conduce a una conclusión válida.

Automatización. De acuerdo con Zapata (2015), el pensamiento computacional puede comprenderse como una metodología de resolución de problemas susceptible de automatización, una vez que el procedimiento ha sido representado y organizado de manera lógica. En el contexto de la tesis, la automatización puede comprenderse como la posibilidad de ejecutar sistemáticamente un procedimiento previamente diseñado y validado. Su importancia pedagógica reside en que obliga al estudiante a precisar las instrucciones, reglas y condiciones que conforman una solución matemática. Además, permite revisar la consistencia del procedimiento y comparar los resultados obtenidos con los esperados, este ejercicio contribuye a fortalecer la argumentación, dado que el estudiante debe explicar por qué el proceso funciona y bajo qué condiciones puede aplicarse.

Depuración. La depuración "...hace referencia a la corrección de fallos en los pasos definidos para la resolución del problema" (Marañón y González, 2021, p. 173). Esta habilidad implica revisar el procedimiento seguido, identificar inconsistencias y realizar los ajustes necesarios para alcanzar una solución coherente. Así su importancia para la investigación radica en que promueve una actitud reflexiva frente al error y orienta la atención hacia el análisis del proceso, por lo que, en la enseñanza de la matemática, depurar supone reconocer dónde se produjo la dificultad, explicar sus causas y justificar las modificaciones realizadas, coadyuvando a fortalecer el razonamiento metacognitivo y la capacidad de refutación, pues conduce al estudiante a examinar la validez de sus propios argumentos y reconstruirlos cuando presentan inconsistencias.

Generalización. Esta habilidad del pensamiento Computacional enuncia que, "La generalización supone la identificación de patrones en la solución de problemas que

permitan ser aplicados en la resolución de nuevos problemas” (Marañón y González, 2021, p. 173). Así mismo, esta habilidad se relaciona con la capacidad de reconocer regularidades, establecer semejanzas entre situaciones y transferir procedimientos ya contruidos a contextos diferentes. Su aporte a la tesis es significativo porque vincula el reconocimiento de patrones con la formulación de conjeturas y la construcción de conclusiones de mayor alcance. Debido a que, para generalizar, el estudiante debe examinar distintos casos, identificar relaciones comunes y justificar las condiciones bajo las cuales una propiedad puede mantenerse, este proceso favorece la articulación entre razonamiento inductivo, validación y argumentación matemática, al tiempo que permite construir estrategias aplicables a nuevos problemas.

Pensamiento computacional más allá de la automatización

Los fundamentos del pensamiento computacional encuentran en los aportes de Aho (2012) una comprensión centrada en las estructuras matemáticas que permiten formular problemas y representar sus soluciones mediante procedimientos algorítmicos. En este sentido, el autor concibe el pensamiento computacional como los “procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas” (p. 832), cuyas soluciones pueden expresarse mediante pasos computacionales y algoritmos. Esta concepción es pertinente en la educación matemática, donde el razonamiento implica comprender las relaciones entre los elementos de una situación, organizar las ideas y establecer procedimientos coherentes que permitan construir soluciones fundamentadas.

En correspondencia con estos planteamientos, este autor reconoce que los modelos de computación constituyen referentes formales para comprender la naturaleza de los procesos computacionales, cuyas posibilidades y limitaciones dependen de las propiedades del modelo seleccionado. Esta consideración permite establecer una relación con el razonamiento matemático, dado que la comprensión de un problema requiere identificar sus condiciones, reconocer las relaciones entre sus elementos y determinar la pertinencia de los procedimientos utilizados. En el contexto educativo, esta interpretación favorece una aproximación al conocimiento matemático sustentada en la

organización lógica de las ideas y la comprensión de los procesos que orientan la construcción de soluciones.

De acuerdo con este autor, la abstracción matemática ocupa un lugar central en la concepción del pensamiento computacional, al posibilitar la representación formal de situaciones mediante estructuras que conservan las propiedades relevantes del fenómeno estudiado. Su importancia para el aprendizaje matemático radica en que permite trascender las características particulares de una situación, identificar regularidades y establecer relaciones susceptibles de generalización, favoreciendo el desarrollo del razonamiento al proporcionar estructuras conceptuales que facilitan la comprensión de patrones, la formulación de conjeturas y la construcción de explicaciones fundamentadas en relaciones matemáticas.

De manera complementaria, este autor vincula el pensamiento computacional con la formulación de problemas cuyas soluciones pueden expresarse mediante pasos computacionales y algoritmos, reconociendo la importancia de disponer de modelos apropiados para representar las situaciones estudiadas. Esta orientación permite comprender el pensamiento algorítmico como una manifestación de la organización lógica de los procedimientos, cuya pertinencia depende de las condiciones del problema y de las relaciones establecidas durante su resolución. En el ámbito de la enseñanza matemática, su incorporación puede favorecer que los estudiantes expliciten las decisiones asumidas, examinen la coherencia de sus procedimientos y reconozcan la necesidad de justificar las operaciones realizadas.

Por otra parte, plantea que la aplicación del pensamiento computacional a nuevos dominios puede requerir la construcción de modelos formales capaces de representar fenómenos para los cuales las estructuras existentes resultan insuficientes. Esta consideración amplía las posibilidades de comprender la actividad matemática como un proceso intelectual abierto a la formulación, revisión y transformación de representaciones. Su vinculación con la argumentación matemática se justifica cuando el estudiante examina las condiciones de validez de sus procedimientos, confronta diferentes alternativas de solución y comunica las razones que fundamentan sus

decisiones. Así, la construcción de modelos ofrece oportunidades pedagógicas para relacionar la exploración matemática con la justificación del conocimiento.

En atención a lo expuesto, los aportes de Aho (2012) constituyen un referente conceptual pertinente para el constructo teórico que orienta esta investigación, al proporcionar fundamentos para comprender las relaciones entre abstracción, formulación de problemas, modelación y pensamiento algorítmico. Desde la interpretación de las experiencias docentes, estas relaciones pueden adquirir significados pedagógicos vinculados con la construcción del razonamiento y la argumentación matemática, particularmente cuando el estudiante reconoce la lógica de sus procedimientos y comunica los fundamentos de sus decisiones. De esta manera, el pensamiento computacional se incorpora como una posibilidad de mediación pedagógica que favorece la comprensión, la autonomía intelectual y la validación argumentada del conocimiento matemático.

Impacto de los modelos de IA en la automatización del razonamiento

En la actualidad, una gran variedad de modelos de inteligencia artificial, son accesibles a cualquiera que posea un dispositivo electrónico, ampliando con ello de manera significativa la posibilidad de ejecutar una diversidad de tareas como es el caso la automatización de procesos asociados con el razonamiento matemático; en tanto que permite, resolver problemas de varios pasos, generar explicaciones, establecer relaciones entre información dispersa y apoyar tarea, lógicas y algorítmicas, a partir de instrucciones estructuradas. Además, autores como Wei et al. (2022), mostraron que la estrategia *chain-of-thought* favorece el desempeño de estos modelos en tareas de razonamiento aritmético, simbólico y de sentido común.

Sin embargo, es una realidad que todavía persisten dificultades en la consistencia lógica, la generalización entre dominios y la propagación de errores durante inferencias complejas. En este sentido autores como Zhou et al. (2024) demostraron que el aumento del tamaño y de la capacidad de seguir instrucciones puede coexistir con problemas de

confiabilidad, particularmente cuando los modelos responden con seguridad ante situaciones en las que deberían manifestar incertidumbre. Por ello, la automatización actual del razonamiento puede comprenderse como una capacidad de apoyo cognitivo que reorganiza, acelera y amplía determinadas operaciones intelectuales, aunque no equivale plenamente al razonamiento humano, pues los modelos pueden producir respuestas plausibles con fallas factuales, inferencias frágiles o explicaciones inconsistentes.

En el contexto educativo Lee y Low (2024) , plantean que la incorporación de inteligencia artificial generativa alcanza mayor valor cuando se orienta hacia la evaluación crítica de sus respuestas, la revisión de argumentos y la participación activa del estudiante en la toma de decisiones, develando un dilema especialmente relevante; la inteligencia artificial puede favorecer la exploración de alternativas, la comparación de procedimientos y la generación de secuencias de solución, pero su incorporación exige preservar la participación del estudiante en la construcción, validación y justificación de las ideas esenciales que consolidan el conocimiento del objeto de estudio.

Además, los hallazgos disponibles sugieren que el valor formativo de estos modelos depende menos de sustituir el razonamiento y más de cómo se integran como mediadores para provocar revisión, contraste y argumentación. De este modo, el interés teórico se desplaza hacia una relación de complementariedad entre automatización y agencia cognitiva: la IA puede ampliar las posibilidades de procesamiento y ofrecer rutas de solución, pero corresponde al sujeto examinar la coherencia, pertinencia y validez de dichas rutas; Por lo que se sitúa a la inteligencia artificial como un entorno de mediación que puede enriquecer la actividad intelectual siempre que el hombre conserve la responsabilidad de interpretar, contrastar, justificar y validar los resultados generados.

Sustento legal de la investigación

De acuerdo con Leal (2011), las bases legales de la investigación permiten ubicar el estudio dentro del conjunto de normas, políticas y disposiciones que regulan el

fenómeno abordado, ofreciendo un respaldo jurídico para, precisar responsabilidades institucionales y delimitar las condiciones dentro de las cuales se desarrolla la investigación; este autor también plantea que la producción del conocimiento depende del problema y de su contexto, por lo que las bases legales ayudan a comprender las condiciones normativas que inciden en las prácticas y significados de los participantes. En el caso de este estudio, las bases legales permiten fundamentar por qué el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática constituye una responsabilidad educativa respaldada por la normativa internacional y colombiana.

Objetivo de desarrollo sostenible (ODS 4)

Con respecto a la formación, este objetivo sostiene que la educación debe centrarse en el desarrollo de competencias, no solo en la memorización de contenidos, para formar ciudadanos capaces de aplicar sus conocimientos en situaciones reales. De este modo el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática mediada por estrategias propias del pensamiento computacional, prepara a los estudiantes para enfrentar retos en un mundo tecnológico y globalizado, al integrar la lógica y el análisis crítico, alineándose con los objetivos de la educación del siglo XXI.

De este modo, el ODS 4 constituye un referente internacional que sustenta la pertinencia y urgencia de la investigación. Debido a que, en el ámbito de la matemática en educación media, la incorporación del pensamiento computacional, especialmente de la abstracción y el pensamiento algorítmico, ofrece una vía concreta para favorecer aprendizajes comprensivos, críticos y orientados a la resolución de problemas. En este sentido, el estudio es relevante al proponer un constructo teórico que reconoce al estudiante como participante activo en la construcción del conocimiento y en la toma de decisiones fundamentadas, fortaleciendo el razonamiento y la argumentación matemática, al tiempo que responde a la necesidad de desarrollar competencias cognitivas y tecnológicas acordes con los desafíos educativos, sociales y productivos del siglo XXI.

Plan Nacional Decenal de Educación.

Entre los desafíos estratégicos del Plan Nacional Decenal de Educación para el decenio 2016-2026, específicamente en el numeral 4, se destaca la necesidad de construir una política pública integral para la formación de educadores. Esta iniciativa busca implementar estrategias orientadas a la cualificación docente, debido a que el fortalecimiento de las capacidades pedagógicas, tendrá un impacto directo en el mejoramiento de la enseñanza y, en consecuencia, de los aprendizajes de los estudiantes. En última instancia, estas acciones están encaminadas a elevar los estándares de calidad educativa, alineándose con las metas de equidad, inclusión y excelencia en el sistema educativo nacional.

Por ello, dado que los informantes clave de esta investigación son docentes de educación media, el PNDE fundamenta la pertinencia social del estudio. En tanto que, para que el pensamiento computacional pueda potenciar el desarrollo del razonamiento lógico y la argumentación matemática en los estudiantes, se requiere primero comprender las vivencias y concepciones del maestro. En consecuencia, este estudio es vital porque los hallazgos y el constructo pedagógico resultante sirven como un insumo teórico e innovador para orientar esos procesos de cualificación docente en el área de matemáticas, dotando a los profesores de rutas didácticas de vanguardia que atienden directamente el llamado del Plan Decenal.

Artículo 68 de la Constitución Política de Colombia.

La *Constitución Política de Colombia*, señala que "...La enseñanza estará a cargo de personas de reconocida idoneidad ética y pedagógica" (p. 30), asegurando que los principios morales y las competencias educativas sean el eje central del proceso formativo. Además, "la ley establece garantías para la profesionalización y dignificación de la labor docente" (p. 30), reconociendo su papel fundamental en la construcción de una educación de calidad. Asimismo, se consagra el derecho de los padres de familia a elegir el tipo de educación que consideren más adecuada para sus hijos menores, promoviendo la diversidad educativa y el respeto por las preferencias individuales en la formación.

No obstante, el mandato constitucional de idoneidad pedagógica no es estático; exige que el docente se transforme al ritmo de las necesidades de su tiempo. En una sociedad digitalizada, la idoneidad en el área de matemáticas implica saber operar fórmulas, además de razonar y argumentar a través de nuevas lógicas como la computacional. La importancia de esta investigación radica en que ofrece una estructura epistemológica para robustecer esa idoneidad pedagógica exigida por la Carta Magna, entregando a los docentes estrategias el desarrollo de competencias matemáticas en educación media, con la mediación de herramientas como la abstracción y la descomposición de problemas para que su práctica en el aula sea verdaderamente idónea, crítica y adaptada a la contemporaneidad.

Ley 115 de 1994, también conocida como Ley general de educación en Colombia.

Esta ley es el marco rector que define el para qué de la educación en el país, en su artículo 12, la ley señala que la educación formal en sus distintos niveles, tiene por objeto desarrollar en el educando conocimientos, habilidades, aptitudes y valores mediante los cuales las personas puedan fundamentar su desarrollo en forma permanente. Al identificar una debilidad persistente en la capacidad analítica de los estudiantes de educación media, se está vulnerando indirectamente el objeto de este artículo. Por ello, esta investigación es de gran importancia, porque el constructo teórico generado actúa como un mecanismo de rescate operativo de la ley; al articular el pensamiento computacional con la argumentación matemática, se están suministrando las habilidades y aptitudes analíticas indispensables para que el educando fundamente su desarrollo cognitivo de forma permanente, permitiéndole solucionar problemas complejos de manera autónoma tal y como lo demanda la legislación nacional.

Figura 2
Holograma contexto normativo y conceptual educativo



Nota: Tomado de informe de Naciones Unidas de ODS (2015), Lineamientos del Ministerio de Educación Nacional (2004) y Constitución Política de Colombia (1991). Figura elaborada por la autora.

Esta representación integra cuatro referentes normativos que orientan la formación integral y el fortalecimiento de la calidad educativa en Colombia, articulados mediante principios de equidad, inclusión y desarrollo de competencias. En conjunto, estos referentes reconocen el desarrollo de conocimientos, habilidades y aptitudes como propósito de la educación formal. Ofreciendo un respaldo a la formación matemática orientada al razonamiento, la argumentación y la autonomía intelectual, en correspondencia con las habilidades pedagógicas del pensamiento computacional.

Criterios éticos de la investigación

En investigación cualitativa estos criterios se relacionan con la responsabilidad, la

autonomía y la conciencia reflexiva del investigador frente a las personas y realidades que busca comprender. En este sentido, la producción del conocimiento debe sustentarse en una actuación respetuosa que reconozca a los participantes como sujetos portadores de experiencias, significados y saberes propios (Leal, 2011). Ello implica garantizar el consentimiento informado, la participación voluntaria, la confidencialidad de la información y el resguardo de la identidad de los docentes vinculados al estudio. Asimismo, exige interpretar sus testimonios con fidelidad, evitar valoraciones que desvirtúen sus experiencias y mantener una relación dialógica basada en el respeto, integrando la ética de manera transversal al proceso investigativo, tanto en la interacción con los participantes como en el análisis, la interpretación y la comunicación responsable de los hallazgos (Ver anexo A de Consentimiento informado)

Consentimiento informado

Este criterio tiene como finalidad garantizar que los participantes comprendan la naturaleza, los propósitos, los procedimientos y las posibles implicaciones de la investigación antes de aceptar su vinculación. Para ello, la información debe presentarse de manera clara, accesible y suficiente, de modo que la decisión de participar sea libre, consciente y voluntaria. En el contexto de la investigación, los docentes fueron informados previamente sobre los objetivos del estudio, las técnicas de recolección de información, el uso académico de sus testimonios y las medidas adoptadas para proteger su identidad. Asimismo, se les comunicó que podían formular preguntas, abstenerse de responder determinados interrogantes o retirarse del proceso en cualquier momento, sin que ello generara consecuencias. De esta manera, el consentimiento informado se asumió como un proceso continuo de diálogo y respeto, orientado a reconocer la autonomía de los participantes y a fortalecer la transparencia y legitimidad ética del estudio.

Confidencialidad y protección de la información

Este criterio constituye un principio esencial para salvaguardar la identidad, la privacidad y los datos proporcionados por quienes participan en la investigación. En los estudios cualitativos, donde los testimonios pueden contener experiencias profesionales,

apreciaciones personales y valoraciones sobre la práctica educativa, por ello es responsabilidad del investigador establecer procedimientos rigurosos para su anonimización, almacenamiento y uso. En esta investigación, la identidad de los docentes será protegida mediante códigos alfanuméricos, mientras que los registros de entrevistas, observaciones y documentos permanecerán bajo custodia segura y con acceso restringido. Asimismo, en la presentación de los hallazgos se omitirán nombres a fin de fortalecer la confianza, favorecer la expresión libre de las experiencias docentes y previene afectaciones en sus ámbitos laborales y sociales.

El respeto por los participantes

Implica reconocer su autonomía y valorar la diversidad de puntos de vista, culturas y contextos que convergen en el acto investigativo. Este criterio va más allá de la mera tolerancia; demanda una actitud de apertura hacia la otredad y el reconocimiento del informante como un sujeto poseedor de saberes legítimos. El respeto a la dignidad humana en la investigación supone tratar a las personas como sujetos con valor propio y considerar sus valores y creencias (Mainetti, 2011). En estudios cualitativos, esto se traduce en un diálogo horizontal que evita la imposición de visiones sesgadas por parte del investigador. Al integrar las diferencias con las que los informantes perciben el fenómeno de estudio, se enriquece la interpretación de la realidad, asegurando que el proceso de producción de conocimiento no violenta la identidad de los docentes.

La minimización del daño

Es una responsabilidad ética que obliga al investigador a prever y mitigar cualquier impacto negativo, ya sea físico, psicológico o emocional, derivado de la participación en el estudio. En este proceso investigativo por ser de corte cualitativo, el riesgo suele ser de naturaleza emocional, especialmente cuando se abordan temas sensibles que pueden reavivar traumas o generar estrés. Por ello, este principio exige maximizar los beneficios posibles y reducir al mínimo los riesgos, lo cual requiere que el investigador posea la pericia necesaria para manejar situaciones de vulnerabilidad (Informe Belmont, 1979). Esto implica que el diseño de entrevista semiestructurada ni las eventuales

preguntas que puedan surgir no sean invasivos, asegurando que la búsqueda del conocimiento científico nunca prevalezca sobre el cuidado de la salud integral y la estabilidad emocional de los informantes.

Transparencia

Se erige como el compromiso de revelar con honestidad y precisión el propósito, los métodos y los hallazgos de la investigación, evitando cualquier forma de engaño o manipulación. Este criterio demanda que el investigador comparta los resultados de manera fidedigna, incluso cuando estos contradigan sus hipótesis iniciales o expectativas preconcebidas. La integridad científica se basa en la comunicación clara de los procesos, lo que permite la auditabilidad y la replicabilidad del estudio. En la práctica cualitativa, la transparencia implica un ejercicio de reflexividad donde se explicitan los sesgos del investigador y se garantiza que las voces de los informantes no hayan sido distorsionadas para ajustarlas a agendas particulares. Al actuar con rectitud en la interpretación de los datos, se fortalece la credibilidad de la ciencia y se establece un vínculo de lealtad con la comunidad académica y los propios participantes del estudio.

Responsabilidad social

Vincula el ejercicio investigativo con el compromiso ético de contribuir al bienestar común y evaluar el impacto de los hallazgos en la sociedad. Este principio sugiere que la investigación debe constituirse en una herramienta para la transformación y la mejora de las condiciones de vida, orientando la curiosidad intelectual hacia la generación de conocimientos con sentido social. Como señalan diversos marcos éticos contemporáneos, el investigador tiene el deber de considerar cómo sus descubrimientos pueden influir en las políticas públicas, la justicia social o el desarrollo humano (Mainetti, 2011). En la investigación educativa o social, esto implica que los resultados deben retornar a las comunidades bajo estudio, ofreciendo soluciones o comprensiones que empoderen a los sujetos. Al priorizar el impacto social positivo, la ciencia cumple su función más noble: ser un motor de equidad y progreso que trasciende las fronteras de la academia para insertarse de manera significativa en el tejido de la realidad social.

Figura 3

Taxonomía de principios éticos en investigación cualitativa



Nota: Tomado de “La autonomía del sujeto investigador y la metodología de investigación” por Leal (2011), Venezuela. Figura elaborada por la autora.

En esta representación se integran los principios éticos que orientan el desarrollo de la investigación y garantizan el respeto por la dignidad de los participantes. Estos elementos constituyen un referente para garantizar que las experiencias y percepciones de los informantes clave sean abordadas con sensibilidad, reconocimiento de sus particularidades y compromiso con la integridad investigativa. Asimismo, permiten comprender la dimensión ética como un compromiso transversal que acompaña la interpretación de los hallazgos y la construcción del conocimiento, procurando que los aportes derivados del estudio contribuyan al fortalecimiento de las prácticas pedagógicas y al bienestar de la comunidad educativa.

MOMENTO III

Diseño Metodológico de la investigación

En investigación cualitativa, el diseño metodológico se refiere al conjunto de métodos y procedimientos utilizados para recolectar, analizar y presentar los hallazgos en función de los propósitos de un estudio, ofreciendo herramientas para garantizar la rigurosidad y relevancia de la investigación. De acuerdo con Creswell (1998), la consolidación de un buen diseño metodológico permite a los investigadores abordar preguntas complejas dentro del proceso investigativo y explorar en profundidad las experiencias de los participantes con respecto al fenómeno de estudio. Asimismo, agrega que, este debe ser flexible para adaptarse a los hallazgos que emerjan durante el proceso investigativo, atendiendo así a las características propias del Post-positivismo.

Paradigma de la investigación

El paradigma constituye el horizonte conceptual desde el cual se comprende la realidad, se delimita el objeto de estudio y se orientan las decisiones metodológicas de una investigación. Kuhn (2000), en *La estructura de las revoluciones científicas*, sostiene que un paradigma “es lo que comparten los miembros de una comunidad científica y, a la inversa, una comunidad científica consiste en personas que comparten un paradigma” (p. 271). Esta concepción permite reconocer que la producción científica se desarrolla dentro de marcos compartidos de ideas, principios, métodos y criterios de validación que orientan la formulación de problemas y la interpretación de los fenómenos.

En atención a la naturaleza del objeto estudiado, esta investigación se adscribe al paradigma interpretativo, dado que busca generar un constructo teórico sobre el

desarrollo de la competencia de razonamiento y argumentación matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media. Este paradigma posibilita comprender las percepciones, experiencias y significados que los docentes construyen en torno a sus prácticas de enseñanza, de este modo la realidad educativa se asume como una construcción situada, cuyo sentido emerge de las voces de los participantes y de las condiciones sociales, culturales e institucionales en las que se desarrolla.

Bajo este horizonte, el estudio se orienta a interpretar cómo los docentes comprenden y promueven el razonamiento y la argumentación matemática, así como la forma en que reconocen las habilidades del pensamiento computacional dentro de sus prácticas pedagógicas. Procesos como la descomposición, la abstracción, el reconocimiento de patrones y el pensamiento algorítmico son relevantes porque pueden favorecer la organización lógica de las soluciones y la justificación de los procedimientos. Grover y Pea (2013), identifican estas habilidades como componentes centrales del pensamiento computacional, cuya articulación con la matemática ofrece posibilidades para fortalecer el aprendizaje en educación media.

En consecuencia, el conocimiento se construye mediante una relación dialógica entre el investigador, los participantes y el contexto donde se manifiesta el fenómeno. Martínez (2006), plantea que la comprensión de la realidad humana exige atender la intencionalidad de las acciones y los significados elaborados por los sujetos desde sus experiencias. En esta investigación, los docentes son reconocidos como agentes capaces de interpretar y otorgar sentido a sus prácticas, por lo que sus testimonios constituyen una fuente central para la construcción teórica. De este modo, el estudio procura alcanzar una comprensión holística del fenómeno a partir de las experiencias vividas y las interpretaciones surgidas en el escenario educativo.

Enfoque de la investigación

Considerando las características del problema abordado y la orientación paradigmática del estudio, la investigación adopta un enfoque cualitativo, entendido como un proceso abierto, dialógico y reflexivo. En este contexto, el investigador se

reconoce a sí mismo y a los participantes como sujetos autónomos capaces de construir significados sobre la realidad, superando una actuación limitada a la aplicación instrumental de técnicas (Leal, 2011). La elección de este enfoque se sustenta en su flexibilidad metodológica, dado que el diseño podrá ajustarse conforme emerjan nuevos hallazgos y se profundice en la comprensión del fenómeno estudiado. Asimismo, las experiencias, percepciones y valoraciones de los informantes, son relevantes y favorecen un análisis situado sobre el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática.

Finalmente, el desarrollo de la investigación desde el enfoque cualitativo busca alcanzar una comprensión holística del fenómeno a partir de la realidad vivida por los participantes. Martínez (2006), plantea que la realidad debe asumirse como un todo interconectado, en el que cada elemento toma sentido en relación con los demás. En correspondencia con esta idea, el estudio procura reconocer los factores pedagógicos, cognitivos y contextuales que, desde la mirada de los docentes, intervienen en el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en los escenarios escolares. De esta manera, la interpretación de sus experiencias permitirá construir una visión amplia y articulada del fenómeno, coherente con el propósito de generar un constructo teórico fundamentado en el pensamiento computacional.

Pentadimensionalidad de la Investigación

La consolidación del diseño dentro de una investigación cualitativa a nivel doctoral, debe garantizar su coherencia interna, en la interpretación del fenómeno de estudio, el cual, en la investigación se encuentra orientado a “Generar un constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media”. Este es abordado desde la mirada de la pentadimensionalidad del conocimiento científico (Martínez 2006; Sandín, 2003). En la investigación, este ejercicio interpretativo permite delimitar el plano de la realidad, las esencias valorativas que los docentes le dan a su percepción de la realidad, las formas de producción del saber y los rigores procedimentales que configuran el estudio, a través de cinco dimensiones

interconectadas:

Dimensión Ontológica

Esta dimensión responde al interrogante sobre el qué y cómo es la realidad investigada. En este escenario doctoral, la realidad no es concebida como un ente estático, absoluto, ni exterior al sujeto; por el contrario, se asume desde un enfoque relativista y sistémico. En este sentido, la realidad es una construcción social y subjetiva, que emerge de las vivencias cotidianas de los docentes de matemáticas de educación media de la Institución Educativa Femenina de Enseñanza Media. Por ello es una realidad dinámica, ya que en ella convergen las tensiones del aula, el uso de las tecnologías y los procesos cognitivos de las estudiantes; constituyendo así un entramado complejo que solo puede ser comprendido desde la interioridad de sus propios actores.

Dimensión Epistemológica

Se ocupa del por qué y del estatuto de validez del conocimiento generado, definiendo la relación entre la investigadora y el fenómeno. Epistémicamente, este estudio se adscribe al paradigma interpretativo con un enfoque cualitativo, donde se asume una relación de intersubjetividad y comunión dialógica entre la investigadora y los informantes clave. Es válido mencionar que en esta dinámica el conocimiento no se descubre, se co-construye a partir de la interpretación de los significados, sentidos y discursos que los docentes otorgan a su praxis cuando intentan transitar de la enseñanza tradicional matemática, hacia el desarrollo del *razonamiento* y la *argumentación*.

Dimensión Axiológica

Esta dimensión examina el para qué y el papel de los valores dentro del proceso investigativo. Por ello, lejos de la pretendida neutralidad axiológica de las ciencias duras, esta tesis doctoral reconoce que la investigación está impregnada de valores. El estudio se dinamiza bajo principios de ética, respeto, fidelidad a la voz del otro y compromiso social con la transformación de la enseñanza de la matemática en la IEFEM. Asimismo,

atiende de manera respetuosa y responsable aspectos inherentes al proceso educativo por parte de los docentes (como es el caso de sus temores ante la tecnología, su resiliencia post-pandemia, sus sesgos de enseñanza) y los de la propia investigadora (su ética hermenéutica y rigurosidad interpretativa), estas variables son elementos enriquecedores que humanizan y dotan de sentido el tejido categorial.

Dimensión Teleológica

Se refiere a las intencionalidades y los propósitos trascendentes de la investigación. Es válido mencionar que la finalidad dentro de este proceso investigativo no se limita a registrar de forma descriptiva las debilidades presentes en el desarrollo del *razonamiento* y la *argumentación* en la enseñanza de la matemática en educación media; el fin supremo (teleos) es generar un Constructo teórico que resignifique la praxis pedagógica en la enseñanza de la matemática. Así mismo, se busca develar cómo la mediación tecnológica y el pensamiento computacional (a través de la abstracción, descomposición y el pensamiento algorítmico) pueden emanciparse de la mera mecanización instrumental para convertirse en herramientas de orden superior que potencien la argumentación y el razonamiento crítico de las estudiantes en su entorno sociocultural.

Dimensión Metodológica

La última dimensión corresponde a la Metodológica, la cual define de manera rigurosa las vías epistémicas, los métodos, técnicas y procedimientos idóneos para aproximarse al fenómeno, recolectar la información y realizar la posterior teorización. Al concebir el objeto de estudio como una realidad subjetiva, vivida e intersubjetiva, la ruta metodológica exige el uso de herramientas de la tradición cualitativa. Por ello, para capturar la esencia pura de los fenómenos tal y como son experimentados por los sujetos, esta dimensión se direcciona a través del Método Fenomenológico, complementado por el proceso de categorización, contrastación y triangulación cualitativa. Esta dimensión metodológica es la que direcciona en esencia la investigación, marcando la pauta procedimental que se detalla formalmente a continuación.

Método de investigación.

Hablar del método en investigación cualitativa, es sinónimo de hacer referencia al camino que va a tomar la investigación en curso. Se dice camino o ruta, dado que método deviene del griego *Hodos*, que traduce, además de las acepciones ya aludidas, sendero, senda o vía. En este contexto investigativo, los planteamientos de Gadamer (1999) permiten comprender el método como una vía rigurosa de aproximación al fenómeno, cuyo alcance trasciende la aplicación instrumental de procedimientos previamente establecidos. En las ciencias humanas, la comprensión se encuentra vinculada con la historicidad, el lenguaje, la tradición y las precomprensiones que acompañan al investigador en su encuentro con la realidad estudiada. En este sentido, el método orienta sistemáticamente el proceso investigativo y favorece su coherencia; a su vez, exige una actitud de apertura que permita reconocer los sentidos que emergen de la experiencia de los participantes, evitando que las categorías previas condicionen anticipadamente aquello que el fenómeno puede develar.

Por tanto, la investigación está subordinada por el método fenomenológico, del cual Husserl (1913) plantea que, en el contexto de la investigación, más allá de un método, la fenomenología es *la ciencia de las esencias*, es decir, que a través de ella se busca describir la estructura de la conciencia y los objetos tal como se presentan en ella. En este orden, “la fenomenología es una ciencia que quiere llegar al conocimiento profundo de las esencias más allá de los hechos” (p. 147). Se trata, por tanto, de un método altamente cualitativo e interpretativo, pues al hablar de ser una ciencia de esencias marca una ruptura epistemológica con el positivismo. Asimismo, la fenomenología como disciplina que atiende ontológicamente aquello que es y existe tal cual es y no desde aspectos aparentes; es decir, que el fenómeno se expone ante la conciencia del ser humano determinando conceptualmente la cosa.

En este sentido, las manifestaciones de las vivencias expondrán, de acuerdo con las vivencias de los actores, el acontecer fenoménico eidético, en vista de que el fenómeno impacta la intuición humana (Kant, 1781), motivando el acto de conocer y trascendiendo dialécticamente la presencia fenoménica. Para la ejecución de este camino metodológico

de forma rigurosa, la investigación adopta las orientaciones del método fenomenológico propuestas por Van Manen (2003). Este autor concibe el proceso como una indagación orientada hacia la experiencia vivida, sustentada en la reflexión fenomenológica y en la descripción interpretativa de los significados esenciales del fenómeno. A continuación, se define cada fase por su relevancia para este estudio y se explicita su ejecución en el ejercicio investigativo:

1. Fase Previa o Clarificación de Presupuestos (Epojé)

Van Manen (2003), señala que en la investigación fenomenológica es necesario mantener una actitud de apertura frente al fenómeno y reconocer reflexivamente las preconcepciones, teorías y supuestos que el investigador posee acerca de este. El objetivo es evitar que el conocimiento previo condicione la mirada del investigador, permitiendo que el fenómeno hable por sí mismo desde la mirada de los sujetos estudiados. En la enseñanza de la matemática y la incorporación de la tecnología, los investigadores suelen tener sesgos sobre cómo debería ser una clase o sobre las dificultades de los estudiantes. Esta fase es crucial para neutralizar dichas expectativas personales y recibir las experiencias de los docentes de educación media de forma pura y objetiva. En la práctica, se debe realizar un ejercicio de autorreflexión consciente para dejar al margen las percepciones particulares, antes del encuentro con los informantes. Las entrevistas se diseñan con preguntas abiertas que no induzcan respuestas, garantizando que el diálogo fluya libre de juicios previos sobre las limitaciones en las capacidades analíticas de los estudiantes.

2. Fase Descriptiva

Esta etapa tiene como propósito lograr que la descripción del fenómeno de estudio sea lo más completa, detallada y genuina posible, reflejando la realidad vivida por los participantes. Esta consta de tres pasos según el autor: *la elección de la técnica adecuada* (entrevista semiestructurada), *la aplicación de la acción y la transcripción fiel de los testimonios*. Por ello, la relevancia de esta fase radica en recolectar información cognitiva y pedagógica, es decir, la voz directa de los docentes que viven y enfrentan el problema

en el aula de educación media. En esta etapa, se seleccionó a un grupo de informantes clave constituido por cuatro docentes de matemáticas de educación media, se aplicó la técnica de la entrevista semiestructurada como instrumento. Los encuentros se grabaron en audio (previo consentimiento informado) y posteriormente se transcribieron de forma literal y exacta, resguardando cada pausa, inflexión y expresión de los docentes, generando así los protocolos descriptivos que sirvieron de base para el análisis.

3. Fase Estructural

Esta fase es el núcleo del análisis fenomenológico. Según Van Manen (2003), en la misma se realiza una reflexión minuciosa sobre las descripciones de la experiencia vivida para identificar los temas que expresan sus significados esenciales. Esta involucra la lectura general del protocolo, la delimitación de las unidades temáticas, la determinación del tema central que domina cada unidad (categorización), la estructuración e integración de las categorías y, finalmente, la triangulación teórica. Por lo que se le considera a esta fase el motor que permite transitar de la simple anécdota o el testimonio individual de los docentes hacia la conceptualización abstracta, viabilizando la emergencia de las categorías esenciales requeridas para fundar el constructo teórico del estudio.

En este sentido, una vez obtenidas las transcripciones de la información proporcionada por los informantes, se realizaron múltiples lecturas comprensivas de la manera como estos perciben la realidad de la enseñanza de la matemática. Posteriormente, se procedió a segmentar los textos para extraer los testimonios significativos relacionados con las competencias de razonamiento, la argumentación y la lógica computacional. A partir de allí, se ejecutó un proceso sistemático de categorización y estructuración, hasta llegar a la saturación. Posteriormente, mediante la triangulación teórica, se contrastaron los hallazgos emergentes con los postulados de autores referentes en pensamiento computacional y didáctica de la matemática.

Finalmente, abordar el fenómeno desde este entramado procedimental permitió comprender la realidad educativa en la enseñanza de la matemática en toda su complejidad. Este proceso reconoce y valora los conocimientos pedagógicos de los

participantes y destaca la funcionalidad del conocimiento interactivo. De esta manera, el rigor metodológico expuesto sirvió de base para analizar cómo, a partir de la lógica del pensamiento computacional (abstracción, descomposición de problemas y pensamiento algorítmico), se fomentan, estructuran y consolidan las competencias de razonamiento y argumentación matemática en la educación media, alcanzando exitosamente la consolidación del constructo teórico propuesto.

Informantes en la investigación.

Los informantes clave o actores sociales como también se conocen, son la fuente de la que mana cada nota informada en consonancia con la investigación. De acuerdo con el planteamiento de Duarte y Parra (2014), aquellos que: "...pertenecen a la investigación y son la base fundamental para obtener información confiable y representativa" (p. 65). Por lo que se les considera una pieza clave y necesaria dentro de la investigación cualitativa, además, representan la piedra angular de la construcción investigativa. Debido a que su rol trasciende la pasividad, convirtiéndose en la fuente de información fidedigna necesaria para la validación de las metas propuestas. Estos agentes suministran los insumos informativos que permiten profundizar en aspectos críticos del objeto de estudio. Así mismo, la visión de Piñero y Rivera (2013) complementa esta idea al proponer:

En los estudios cualitativos se asume el valor del individuo, en tanto será denominada como persona, sujeto, informante, versionante, declarante, o actor social, pues proporciona información relevante desde su mundo vivido particular y singular vinculado con las posibilidades teóricas del objeto de estudio que está en construcción por el investigador. (p. 93). En este contexto del rigor metodológico, los informantes clave representan la fuente primaria de mayor sensibilidad para el investigador, demandando una gestión de la información caracterizada por la discreción y el resguardo identitario. Por lo que el investigador asume un rol de custodia frente a la información recolectada, otorgando una alta valoración científica a cada testimonio como insumo vital para la labor intelectual. Los fundamentos de este proceso se apoyan en una selección intencional de participantes, donde la idoneidad del informante se valida a través de la convergencia de

su experiencia previa, su disposición para el diálogo reflexivo y la intencionalidad compartida con los fines del estudio.

Por ello, entre los informantes clave para la investigación se consideró la participación de cuatro (4) docentes del campo de la matemática, los cuales fueron seleccionados intencionalmente con base en su perfil académico y su asignación en el nivel de educación media. Asimismo, se considera su conocimiento del contexto y su disposición para contribuir al fortalecimiento de los procesos enseñanza de la matemática con un enfoque por competencias en la institución educativa Femenina de Enseñanza Media. En este orden de ideas, la investigadora, constituyó para su estudio los siguientes actores sociales como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1
Informantes clave

Docente	Tiempo de Servicio	Tiempo de Servicio Institucional	Pregrado	Postgrado
1	21 años	10 años	Licenciatura en matemática y física Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”	Magister en educación Universidad de Medellín
2	25 años	10 años	Licenciatura en matemática y física Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”	Magister en educación Universidad de Medellín
3	11 años	5 años	Licenciatura en matemática y física Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”	Magister en Didáctica de las Matemáticas. Universidad del Atlántico
4	4 años	4 años	Licenciatura en matemática y física Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”	Magister en educación Universidad de Medellín

Nota. Datos de caracterización académica y experiencia profesional de los cuatro docentes informantes clave. Tabla elaborada por la autora.

Técnicas e instrumentos de recolección de la información.

Dentro del entorno investigativo, con enfoque cualitativo, existe una relación permanente de proximidad ontológica y apertura dinámica con los actores sociales vinculados al proceso. Por ello, es válido mencionar que, esta relación está fundamentada en un vínculo dialógico y confiable, por lo que, en este contexto recabar la información en

el estudio, se define como un arte que integra múltiples formas de aproximación al fenómeno; esta labor técnica demanda sensibilidad y una competencia específica en el uso y gestión de la información, permitiendo al investigador sistematizar, registrar e interpretar la realidad social desde una mirada profunda y situada (Alvarado, et. al., 1994).

Por consiguiente, para llevar a cabo este proceso de manera rigurosa se integran diversas formas de aproximación al fenómeno y permite registrar de manera sistemática los significados que los docentes le otorgan al desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática. así, en atención al propósito de este estudio, centrado en generar un constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia de razonamiento y argumentación en matemáticas vislumbrada desde el pensamiento computacional, se seleccionaron e implementaron dos técnicas fundamentales con sus respectivos instrumentos de soporte: la entrevista en profundidad (guión de preguntas) y la observación reflexiva (diario de campo/matriz de Epojé).

Este protocolo de entrevista semiestructurada se encuentra alineado de forma sistémica con las categorías y propósitos del estudio, garantizando la validez interna del proceso. La elección de este diseño permite que el guion sea un soporte de referencia flexible que se ajusta a los criterios de intencionalidad y profundidad analítica previamente establecidos en el diseño metodológico y no, una estructura rígida. Al respecto, Flick (2007) concibe que la recolección de la información se dé a través de un ejercicio dialéctico ágil en el que: "...se integran planteamientos que estructuralmente surgen de las bases teóricas, el investigador dirige el diálogo y con este se acerca al conocimiento de cada informante" (p. 62). Lo cual es pertinente para la investigación porque reconoce la entrevista como un proceso flexible y abierto a los significados que emergen durante el diálogo.

Para la ejecución y sistematización de esta técnica, se configuró técnicamente un Guion de Preguntas Semiestructurado, la cual lejos de ser estructura rígida, es una guía conversacional flexible y orientadora. El guion estuvo constituido por un total de diecinueve (19) preguntas abiertas y descriptivas organizadas en torno a los ejes categoriales del estudio. Además, el investigador asume un rol de facilitador del diálogo, administrando el

guion con la flexibilidad necesaria para profundizar en las unidades de análisis, pero a su vez, con el profesionalismo necesario para evitar direccionar la investigación en torno a los propósitos de la misma, garantizando así la riqueza descriptiva y la validez de la información recolectada; todo en un clima de acogida, receptividad, que permita que fluyan conocimientos y emociones, experiencias sin forzar la información. Este instrumento facilitó indagar en las vivencias, saberes y prácticas pedagógicas de los docentes (el modelo detallado del guion de preguntas se presenta formalmente en el Anexo B).

En consonancia con esta técnica se incorporó el instrumento de manera transversal a lo largo de todo el proceso investigativo, intensificándose de manera especial durante el diseño del estudio y la posterior fase estructural (análisis y triangulación). Esto, posibilitó la ampliación, contrastación y profundización de los sentidos emergentes construidos a partir del encuentro dialógico con los sujetos. De acuerdo con los planteamientos de Leal (2011), los documentos se asumieron como expresiones de sentido históricamente situadas, susceptibles de ser interpretadas en su contexto cultural, pedagógico y epistemológico.

Finalmente, para registrar la dinámica intersubjetiva y explicitar el posicionamiento de la investigadora durante el proceso de campo, se recurrió a la observación reflexiva participante. Tal como sostiene Van Manen (2003), la investigación fenomenológica requiere una actitud reflexiva que permita al investigador reconocer sus presupuestos y mantenerse orientado hacia la experiencia vivida del fenómeno. Esta técnica fue instrumentalizada mediante un Diario de Campo articulado a una Matriz de Epojé (o de Reflexividad Fenomenológica). El cual sirvió como dispositivo de registro anecdótico y descriptivo de las interacciones, gestos, lenguajes no verbales y contextos emergentes durante las entrevistas. Por su parte, la Matriz de Epojé funcionó como una herramienta de neutralización o suspensión reflexiva de los prejuicios, supuestos teóricos previos y preconceptos de la investigadora, permitiendo deslindar sus vivencias personales de los significados genuinos aportados por los informantes clave (Anexo C)

Técnicas de análisis de la información

Es necesario precisar que, dentro de este paradigma, la interpretación se asume como un ejercicio cognitivo y hermenéutico que atraviesa todo el proceso investigativo y orienta la mirada del investigador para atribuir sentido a las vivencias compartidas por los actores sociales (Van Manen, 2003). Este planteamiento resulta pertinente porque reconoce que la interpretación acompaña cada momento del estudio y permite comprender las experiencias de los participantes dentro de su contexto. En esta investigación, dicha orientación favorece la construcción de significados sobre el razonamiento, la argumentación matemática. Así mismo, para Dewey (1938), se trata de un proceso riguroso, reflexivo y sistemático, orientado a construir una comprensión profunda, significativa y fundamentada del fenómeno estudiado, por lo que el procesamiento y análisis de la información en la investigación cualitativa constituye una etapa esencial que amplía el alcance de la recolección de datos.

En correspondencia con estos planteamientos, el análisis de la información se orienta hacia la comprensión de los significados que emergen de las experiencias y percepciones de los docentes, mediante un proceso reflexivo que articula la descripción, interpretación y comprensión del fenómeno estudiado. En este recorrido, la categorización, estructuración y contrastación permiten reconocer relaciones entre las unidades de significado, identificar convergencias y particularidades en los discursos de los informantes y avanzar hacia una comprensión integral de la realidad investigada. Esta dinámica interpretativa, sustentada en la reflexión fenomenológica propuesta por Van Manen (2003), favorece la construcción de sentidos alrededor del razonamiento y la argumentación matemática en su vinculación con el pensamiento computacional.

Por consiguiente, para desarrollar la interpretación de los protocolos descriptivos obtenidos mediante las entrevistas, se aplicaron técnicas de análisis cualitativo coherentes con el método fenomenológico. De acuerdo con este autor, la reflexión fenomenológica permite aproximarse a los significados esenciales contenidos en las descripciones de la experiencia vivida. En consecuencia, en esta investigación, dicho proceso se llevó a cabo

de forma secuencial mediante la categorización, la estructuración y la triangulación, procedimientos que se describen en la figura 4.

Figura 4

Organización en el análisis de la información



Nota: Tomado de “Ciencia y Arte en investigación cualitativa” por Martínez, M. (2006), México. Figura elaborada por la autora.

Esta gráfica sintetiza los momentos del proceso investigativo cuya articulación favorece la comprensión e interpretación del fenómeno estudiado. Este recorrido metodológico permite transitar desde la identificación de unidades de significado presentes en los testimonios docentes hasta la teorización, integrando los significados construidos durante el proceso investigativo y proporciona el fundamento comprensivo para la configuración del constructo teórico sobre el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática, vislumbrados desde el pensamiento computacional en educación media.

Categorización

Definida, a partir de las ideas de Van Manen (2003), como una operación analítica orientada a reconocer y organizar los temas que expresan los significados de la experiencia vivida en las unidades de significado (palabras, frases o párrafos de los protocolos); consiste en transitar de los datos brutos a las primeras abstracciones

conceptuales. En este proceso investigativo, se aplicó inmediatamente después de culminar la fase descriptiva, una vez que las entrevistas en profundidad con los docentes de educación media fueron completamente transcritas y revisadas de forma literal.

Adicionalmente, se realizó una lectura minuciosa y repetitiva de cada protocolo descriptivo (transcripción). Línea por línea, se identificaron los testimonios y fragmentos de discurso significativos vinculados al razonamiento y la argumentación matemática, así como sus percepciones frente a la mediación del pensamiento computacional. A estos segmentos se les asignaron códigos temáticos, los cuales posteriormente se agruparon de manera sistemática para dar origen a las subcategorías y categorías emergentes, eliminando la información redundante y rescatando la esencia de las vivencias de los docentes.

Estructuración

Para llevar a cabo el proceso, de acuerdo con las ideas de Van Manen (2003), la reflexión fenomenológica busca comprender las relaciones entre los temas que emergen de las descripciones y la estructura de significado de la experiencia vivida. Se hace necesario destacar que, no basta con tener un conjunto de categorías aisladas; por lo que esta técnica permite integrarlas en un todo coherente y dinámico (fisonomía del fenómeno) que revela la estructura interna de la realidad estudiada. Por ello, este momento de la investigación se ejecutó una vez consolidada la matriz de categorías y subcategorías derivadas de la fase de codificación y categorización previa.

Adicionalmente, en esta etapa se establecieron las relaciones lógicas, las interdependencias y las correspondencias entre las categorías conceptuales emergentes. Para ello, se consideró la información aportada por cada informante clave, lo que permitió comprender cómo los docentes articulan, tanto en sus concepciones como en sus prácticas pedagógicas, la abstracción, la descomposición de problemas y el pensamiento algorítmico con el razonamiento y la argumentación matemática. Posteriormente, las estructuras individuales derivadas de cada testimonio se integraron en una configuración

general del fenómeno estudiado, con el propósito de construir una comprensión amplia, coherente y articulada de las experiencias docentes.

Contrastación

Esta etapa, a la luz de Van Manen (2003), constituye un momento de reflexión interpretativa en el que la comprensión del fenómeno se mantiene abierta al diálogo con las experiencias descritas y con los referentes que permiten profundizar en sus significados. Este ejercicio investigativo permitió examinar coincidencias, diferencias y posibles aportes interpretativos, con el propósito de ampliar, reformular o fortalecer las construcciones elaboradas durante el estudio. Por ello, la contrastación no se limita a comprobar ideas previamente establecidas, pues favorece un diálogo reflexivo entre los hallazgos y el conocimiento disponible, manteniendo abierta la posibilidad de producir nuevas comprensiones.

En esta investigación, la contrastación permite relacionar las categorías emergentes de las voces docentes con los referentes sobre razonamiento, argumentación matemática y pensamiento computacional. Esta articulación contribuirá a reconocer acuerdos, particularidades y vacíos entre las prácticas pedagógicas y los planteamientos teóricos consultados. De este modo, el proceso fortalecerá la profundidad interpretativa de los hallazgos y aportará fundamentos para configurar el constructo teórico propuesto sobre el desarrollo de la competencia de razonamiento y argumentación matemática en educación media.

Teorización

Constituye el momento en el que las categorías emergentes dejan de analizarse de manera separada y comienzan a integrarse en una comprensión articulada del fenómeno estudiado. Este proceso permitió establecer relaciones entre las experiencias docentes, las prácticas de enseñanza y los significados atribuidos al razonamiento, la argumentación matemática. A partir de estas conexiones, se formularon explicaciones orientadas a comprender cómo habilidades como la abstracción, la descomposición, el reconocimiento de patrones y el pensamiento algorítmico pueden favorecer la construcción y validación de

soluciones matemáticas. De este modo, la teorización permitió trascender la descripción de los hallazgos y avanzar hacia una interpretación coherente con los propósitos de la investigación.

En este estudio, el proceso se apoyó en la integración de las voces docentes, los referentes teóricos y la revisión documental, con el fin de construir proposiciones capaces de explicar las relaciones centrales del estudio. Tales proposiciones permitieron reconocer las condiciones pedagógicas, cognitivas y contextuales que intervienen en el desarrollo de la competencia de razonamiento y argumentación matemática en educación media. A partir de esta integración, se establecieron los fundamentos del constructo teórico propuesto, procurando conservar la fidelidad a las experiencias de los participantes y a las particularidades del contexto educativo. Así, la teorización se consolidó como el momento de síntesis interpretativa que dio forma y sentido al aporte central de la tesis.

Triangulación

Adicionalmente, se utilizó triangulación, como categoría de análisis de la información, esta se concibe como una técnica de contrastación que integra diversos elementos; fuentes de información y referentes teóricos, con el propósito de fortalecer la consistencia, la validez y la credibilidad de los hallazgos cualitativos. En correspondencia con Van Manen (2003), este ejercicio se orientó a mantener una reflexión rigurosa y atenta a los significados de la experiencia vivida. En el proceso de análisis de los hallazgos emergentes de esta investigación, esta técnica se aplicó en la fase final, permitiendo confrontar las interpretaciones emergentes y consolidar una comprensión más amplia del fenómeno estudiado. De este modo, la triangulación se constituyó en un enlace fundamental entre el análisis de la información, la discusión de los resultados y el cumplimiento del propósito investigativo.

Finalmente, este ejercicio de confrontación dialéctica y reflexiva entre tres fuentes principales: los hallazgos y las categorías emergentes de las voces docentes; la información y las ideas centrales derivadas de la matriz de revisión documental, integrada por currículos, programas y literatura científica; y los referentes teóricos vinculados con el

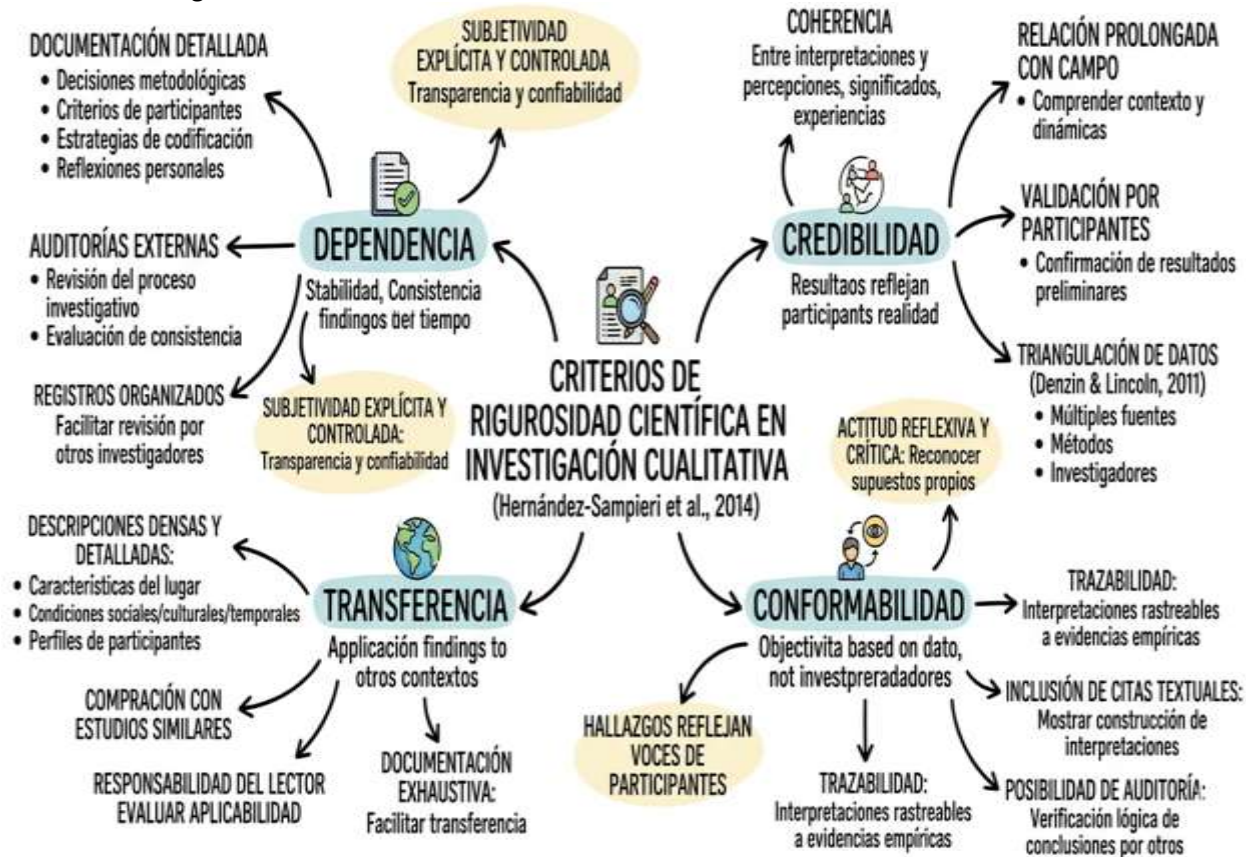
pensamiento computacional y la didáctica de la matemática permitió contrastar las interpretaciones, reconocer puntos de convergencia y ampliar la comprensión del fenómeno estudiado. Como resultado, se fortaleció la profundidad interpretativa de la investigación y se consolidaron los fundamentos epistemológicos y conceptuales necesarios para configurar de manera coherente el constructo teórico propuesto.

Criterios de rigurosidad científica del estudio

La legitimidad científica de esta investigación se sustentó, a la luz de Van Manen (2003), en una orientación rigurosa hacia el fenómeno, la fidelidad a las experiencias vividas, la reflexión sobre los significados esenciales y la coherencia entre las partes y la totalidad del texto fenomenológico. Bajo esta comprensión, la rigurosidad científica constituyó un ejercicio reflexivo y sistemático que acompañó las distintas fases del proceso investigativo, procurando preservar la correspondencia entre las experiencias compartidas por los informantes, las decisiones metodológicas y las interpretaciones construidas. En este sentido, se asumieron los criterios de dependencia, credibilidad, transferencia y confirmabilidad como referentes que contribuyeron a fortalecer la consistencia y legitimidad del conocimiento generado.

En correspondencia con lo anterior, cada criterio desempeñó una función particular dentro del proceso investigativo; la dependencia permitió mantener la coherencia entre las decisiones metodológicas y el procedimiento analítico, mientras que la credibilidad favoreció la fidelidad interpretativa frente a las voces y experiencias docentes. Por su parte, la transferencia se sustentó en la descripción contextual del fenómeno, posibilitando valorar la pertinencia de los hallazgos en escenarios con características semejantes; asimismo, la confirmabilidad permitió establecer la correspondencia entre la información recabada y las interpretaciones construidas. En conjunto, estos criterios fortalecieron la transparencia, la consistencia y el respaldo interpretativo del constructo teórico propuesto, cuya articulación sistémica se presenta en la Figura 5.

Figura 5
Criterios de rigurosidad científica



Nota: Tomado de “Metodología de la investigación” por Hernández et al. (2006), México. Figura elaborada por la autora.

Esta representación sintetiza los criterios de rigurosidad científica que orientan la investigación cualitativa. Estos criterios favorecen una aproximación rigurosa a las experiencias, percepciones y significados expresados por los docentes participantes. Asimismo, permiten comprender la importancia de la coherencia metodológica, la transparencia en el tratamiento de la información y la trazabilidad de las interpretaciones construidas durante el proceso investigativo.

Dependencia

A la luz de Van Manen (2003), el rigor de la investigación fenomenológica requiere mantener una orientación firme hacia el fenómeno y una relación coherente entre las

decisiones adoptadas, la reflexión y la interpretación de la experiencia vivida. Este criterio permite reconocer con claridad la ruta metodológica seguida y la coherencia entre las decisiones adoptadas durante la investigación. Para garantizarlo, se documentaron los criterios de selección de los docentes informantes, los procedimientos de recolección de información y las estrategias de codificación empleadas. Asimismo, se organizaron las transcripciones y las matrices de análisis en un sistema de archivos que facilita la reconstrucción del proceso. A ello se sumó un ejercicio permanente de reflexividad metodológica, orientado a conservar el vínculo entre las interpretaciones, los testimonios y los protocolos descriptivos, es así como esta trazabilidad permite comprender cómo se produjo cada hallazgo y de qué manera las decisiones analíticas guardaron correspondencia con el paradigma interpretativo, el enfoque cualitativo y el método fenomenológico que orientaron la investigación.

Credibilidad

La credibilidad se vinculó con la fidelidad de las interpretaciones a las experiencias, percepciones y significados expresados por los participantes; en consonancia con Van Manen (2003), esta fidelidad exige permanecer orientado hacia la experiencia vivida y reflexionar atentamente sobre los significados que en ella se manifiestan. En esta investigación, dicho criterio se fortaleció mediante la permanencia sostenida de la investigadora en el contexto educativo, lo que favoreció una comprensión cercana de las dinámicas asociadas con la enseñanza de la matemática. También se revisaron las transcripciones y los hallazgos preliminares con los docentes informantes, con el propósito de preservar el sentido de sus testimonios. Además, se recurrió a la triangulación de fuentes y referentes, contrastando los discursos docentes, la revisión documental y los fundamentos teóricos relacionados con el razonamiento y la argumentación matemática

Transferencia

La transferencia se refiere a la posibilidad de que los hallazgos y el constructo teórico puedan ser comprendidos y valorados en otros escenarios con características semejantes. En correspondencia con Van Manen (2003), la descripción fenomenológica

procura hacer reconocible la experiencia humana mediante una comprensión profunda y contextualizada de sus significados. Para favorecer este criterio, se describieron de manera detallada las condiciones socioculturales e institucionales del contexto estudiado, así como los perfiles profesionales de los docentes participantes. Esta caracterización ofrece a otros investigadores elementos suficientes para valorar la pertinencia del constructo en realidades educativas afines. De igual manera, los hallazgos se pusieron en diálogo con investigaciones y documentos relacionados con el pensamiento computacional y el desarrollo del razonamiento y la argumentación en la enseñanza de la matemática, este ejercicio permitió establecer referentes de comparación y reconocer posibles alcances interpretativos en contextos semejantes.

Confirmabilidad

Permite evidenciar que las interpretaciones, conclusiones y construcciones teóricas se derivan de la información aportada por los participantes y del proceso analítico desarrollado. En consonancia con Van Manen (2003), la reflexión fenomenológica exige mantener una relación estrecha entre las descripciones de la experiencia vivida y los significados interpretados por el investigador. En este estudio, se garantizó mediante la inclusión de citas textuales y unidades de significado que muestran el vínculo entre los testimonios docentes y las categorías emergentes. Asimismo, se conservó la trazabilidad de las relaciones conceptuales que dieron forma al constructo teórico, de modo que cada interpretación pudiera reconocerse en las evidencias empíricas. Finalmente, se documentaron las fases previa, descriptiva y estructural del análisis, dejando constancia del recorrido seguido para comprender el razonamiento y la argumentación matemática.

MOMENTO IV

Los Hallazgos

La presentación de los hallazgos constituye un momento central del proceso investigativo, pues permite recuperar, organizar e interpretar los significados construidos a partir de las experiencias, percepciones y saberes expresados por los actores sociales; en correspondencia con el paradigma interpretativo y el método fenomenológico, estos resultados se exponen atendiendo a las unidades de significado, categorías y relaciones emergentes que hicieron posible comprender cómo se configura el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática desde el pensamiento computacional en la educación media. De esta manera, los hallazgos revelan sentidos, tensiones, coincidencias y comprensiones que orientan la configuración del constructo teórico propuesto, dado que no se reducen a una descripción de respuestas.

Sistematización y Contrastación de la Realidad Investigada

En esta etapa culminante de la investigación, las percepciones que emergen de los actores sociales (quienes generosamente compartieron sus experiencias, vivencias y saberes especializados) constituyen el sustrato informativo indispensable para el análisis profundo de las proposiciones. Este proceso de interpretación busca *transformar las voces de los participantes en conocimiento organizado y comprensible*, permitiendo que la voz de los protagonistas se transforme en conocimiento estructurado. El análisis se encuentra estrictamente alineado con el propósito central de generar un constructo teórico que explique el desarrollo de las competencias de razonamiento y argumentación en matemáticas, bajo el prisma del pensamiento computacional.

Para alcanzar este fin, el testimonio de los cuatro actores sociales clave se convierte en el eje conductor que permite al investigador comprender el fenómeno de manera analítica y llevar a término científico este estudio. Por ello, para garantizar la rigurosidad metodológica en el tratamiento de la información, se ha diseñado una estructura de análisis fundamentada en cinco dimensiones que responden a los desafíos de la educación media actual. Estas cinco dimensiones, lejos de ser constructos apriorísticos o arbitrarios, emergen directamente de la Fase Estructural del método fenomenológico (Martínez, 2006), mediante un riguroso proceso de reducción epojética y codificación axial de los protocolos descriptivos (entrevistas en profundidad) aportados por los cuatro informantes clave.

Las cinco dimensiones configuradas son: 1. Epistemología del Razonamiento, 2. Praxis Pedagógica Post-pandemia, 3. Estructuración del Pensamiento Computacional (PC), 4. Mediación Tecnológica-Instrumental, y 5. Rol del Docente Mediador. Cada una de ellas guarda una relación unívoca y simbiótica con los propósitos específicos de la investigación y con las categorías subyacentes del estudio. Lejos de denotar una pérdida de rumbo, estas dimensiones constituyen los vectores que ordenan la ontología del fenómeno, puesto que vinculan de manera directa las teorías de entrada con la realidad empírica vivida por los docentes. Así, las dimensiones delimitan el macro-contexto analítico, mientras que las categorías emergentes resguardan el rumbo investigativo al encarnar las voces vivas de los agentes de enseñanza en nexos lógicos de significación conceptual.

Antes de proceder con la exposición visual de los hallazgos, es fundamental describir la arquitectura analítica de la Matriz de Categorización Fenomenológica (ver Tabla 2), la cual condensa el proceso de abstracción y sistematización de los discursos de los informantes clave. La matriz se encuentra organizada metodológicamente en tres columnas esenciales que guardan una estrecha relación jerárquica y relacional: La primera columna (Dimensiones): representa las macrorregiones epistémicas u horizontes de sentido que engloban el fenómeno de estudio, sirviendo como los pilares conceptuales del constructo teórico propuesto; la segunda columna (Categorías):

constituye el núcleo conceptual analítico exigido en la investigación cualitativa. En estas subestructuras se evidencian las unidades de significado concretas extraídas de la praxis docente en el aula de matemáticas; y la tercera columna (Concepto Emergente): expresa el salto interpretativo de la investigadora, es decir, la denominación teórica y abstracta con la cual se resignifica la categoría a la luz de los objetivos del estudio.

Tabla 2

Matriz de categorización fenomenológica

Dimensiones	Categorías	Concepto emergente
Epistemología del Razonamiento	Conexión lógica y sentido numérico.	Soberanía numérica
	El lenguaje matemático como discurso.	Identidad argumentativa
	. La validación del proceso sobre el resultado.	Estructura de la evidencia
	Autonomía y pensamiento crítico	Emancipación de la fórmula
Praxis Pedagógica Post-pandemia	Brechas cognitivas y dependencia digital.	Atrofia por delegación
	Resignificación del error como insumo.	Error como Nodo de reaprendizaje
	Gestión de la frustración en el aprendizaje.	Resiliencia intelectual
Estructuración del PC	. Descomposición de problemas complejos	Anatomía del problema
	Reconocimiento de patrones y regularidades.	Intuición estructural
	Pensamiento algorítmico desenchufado.	Lógica tangible
	Abstracción y modelado de datos.	Sintetización simbólica
Mediación Tecnológica-Instrumental	Transición de la aritmética al código.	Traducción semiótica
	El computador como herramienta de verificación.	Espejo cognitivo
	Riesgos de la mecanización tecnológica.	Espejismo de éxito
Rol del Docente Mediador	El docente como "provocador" de dudas.	Inestabilidad pedagógica intencional
	Andamiaje emocional en el aula	Regulación del carrusel emocional
	Diseño de ambientes de aprendizaje dialógicos.	Ágora matemática

Nota. Matriz de organización interpretativa de las dimensiones, categorías y conceptos emergentes. Tabla elaborada por la autora.

En este sentido, la operatividad de esta fase interpretativa se apoya en una guía estructurada de diecisiete categorías, las cuales se encuentran distribuidas de forma

correlativa en cada una de las dimensiones mencionadas anteriormente. Esta organización categorial facilita la sistematización de las respuestas y observaciones, permitiendo identificar con precisión los patrones, divergencias y nodos críticos en la intersección entre la lógica matemática y el pensamiento algorítmico. Al igual que en la resolución de un problema matemático complejo, esta estructura busca descomponer el fenómeno educativo en unidades manejables para realizar una síntesis teórica sólida. De este modo, la estructura metodológica organiza la información y potencia la capacidad del investigador para extraer significados profundos que aporten soluciones reales a la práctica docente contemporánea.

Es así como el despliegue analítico que se presenta a continuación tiene la ambición de trascender la mera descripción de resultados para alcanzar un nivel de comprensión hermenéutica superior. Cada hallazgo interpretado en este momento debe verse una pieza fundamental del constructo teórico que pretende fortalecer la argumentación matemática en estudiantes de educación media, más allá de ser una simple información o relato aislado. Esta fase de interpretación representa, en última instancia, el compromiso ético del investigador con la transformación de la práctica pedagógica mediante la integración consciente de las nuevas tecnologías. Se busca, por tanto, una síntesis que reconozca los procesos cognitivos asociados al pensamiento computacional como aliados del razonamiento lógico, consolidando una propuesta educativa que responda con eficacia a las exigencias de la sociedad del conocimiento actual.

Dimensión: Epistemología del Razonamiento

La comprensión del razonamiento matemático en la educación media exige trascender la visión del cálculo como una ejecución mecánica para situarlo en el plano de la construcción del pensamiento. Esta dimensión explora el origen, la naturaleza y la validez del conocimiento matemático desde la óptica del docente, enfocándose en cómo se estructuran las ideas dentro del aula. El análisis de esta dimensión se articula bajo la premisa de que el razonamiento es, ante todo, un ejercicio de conexión lógica y sentido numérico, donde la capacidad de establecer vínculos entre conceptos abstractos y la

realidad tangible constituye la base del aprendizaje significativo. En este sentido, se asume que el razonamiento se manifiesta a través del lenguaje matemático como discurso; un sistema simbólico y argumentativo que permite al estudiante comunicar procesos y defender posturas.

Bajo esta mirada epistemológica, el foco de la evaluación se desplaza: se otorga una importancia primordial a la validación del proceso sobre el resultado, esta postura invita a una reflexión profunda sobre la práctica docente, donde el error o el camino lógico seguido por el alumno poseen un valor pedagógico superior a la cifra final. En última instancia, esta dimensión busca desentrañar cómo la mediación de estos saberes fomenta la autonomía y el pensamiento crítico, elementos indispensables para que el joven de educación media además de consumir información matemática, la transforme en una herramienta de comprensión del mundo.

Categoría: Conexión lógica y sentido numérico.

El razonamiento matemático en la educación media trasciende la mera ejecución de algoritmos para convertirse en un proceso complejo de articulación de significados, donde la conexión lógica actúa como el puente entre la intuición y la formalización (Tall, 2013). Al examinar las experiencias de los docentes participantes, se hace evidente que razonar constituye un proceso de integración consciente. El Docente 1, por ejemplo, conceptualiza este proceso como una acción de “engranar lo que saben, con lo que tiene solo una idea, para responder una situación”, una visión que se complementa con lo expuesto por el Docente 4, quien sostiene que el estudiante debe ser capaz de “conectar información y darle sentido a lo que hace”. Esta capacidad de establecer vínculos internos entre los datos y los conceptos es lo que la teoría define como el núcleo de la actividad matemática.

Dentro de esta articulación conceptual también son pertinentes los aportes de Aho (2012), quien vincula el pensamiento computacional con la formulación de problemas y la construcción de soluciones susceptibles de expresarse mediante procesos computacionales. Su planteamiento permite reconocer la importancia de organizar

información, establecer relaciones y estructurar procedimientos lógicos para abordar situaciones matemáticas. Esta orientación guarda correspondencia con la experiencia del Docente 1, quien reconoce el razonamiento como una integración consciente de conocimientos previos e ideas emergentes para responder a una situación. En consecuencia, la conexión lógica puede comprenderse como una condición que favorece la organización del pensamiento, mientras que el sentido numérico aporta criterios para interpretar y valorar la pertinencia de las soluciones construidas.

En este sentido, Brousseau (1986) afirma que “el alumno aprende en la medida en que construye un conocimiento como respuesta a una situación, donde este conocimiento se justifica por las conexiones lógicas que establece con sus saberes previos” (p. 45). Esta transición del pensamiento instrumental hacia uno relacional se manifiesta cuando el sentido numérico comienza a prevalecer sobre la mecanización. El Docente 2, identifica este cambio cualitativo cuando el alumno muestra una “comprensión clara del procedimiento que está desarrollando” y logra establecer “relaciones entre conceptos”, superando la dependencia de la fórmula.

Esta comprensión del razonamiento encuentra correspondencia con la perspectiva cognitivo-semiótica de Duval (1999), quien reconoce que la actividad matemática requiere la movilización y coordinación de diferentes registros de representación para acceder a la comprensión de los objetos matemáticos. En este sentido, la conexión lógica es esencia cuando el estudiante logra establecer correspondencias entre expresiones numéricas, algebraicas, gráficas y verbales, conservando el significado de las relaciones representadas. Este planteamiento converge con las apreciaciones de los Docentes 2 y 4, quienes reconocen la comprensión de los procedimientos y la construcción de sentido como manifestaciones del razonamiento. Así, la coordinación de representaciones favorece una comprensión conceptual que permite reconocer relaciones matemáticas y justificar su pertinencia ante situaciones problemáticas.

Esta observación práctica halla su sustento en la definición de Carpenter y Lehr (1999), quienes describen el sentido numérico como “una comprensión conceptual de

los números y las operaciones, junto con la habilidad y la inclinación a utilizar esta comprensión de maneras flexibles para hacer juicios matemáticos y desarrollar estrategias útiles” (p. 11). Por lo tanto, el sentido numérico comprende además de saber operar, poseer la agilidad mental para decidir por qué una operación es válida en un contexto determinado. El Docente 3, refuerza esta idea al señalar que el razonamiento implica que el estudiante ha comprendido “el sentido y la importancia de aplicar las matemáticas en su diario vivir”, lo que implica una internalización del conocimiento que va más allá del aula.

Por otra parte, el modelo estructural de Toulmin (2007) permite profundizar en la relación entre conexión lógica y argumentación matemática, al reconocer que la construcción de una conclusión requiere establecer vínculos justificables entre los datos disponibles y las afirmaciones formuladas. Dentro de esta estructura, las garantías cumplen una función articuladora al proporcionar las razones que legitiman el tránsito de la información inicial hacia una conclusión. Este planteamiento converge con la experiencia del Docente 1, quien reconoce la importancia de superar la dependencia de las fórmulas para avanzar hacia la comprensión del significado de los procedimientos. En consecuencia, el razonamiento es consistente cuando el estudiante logra explicar las relaciones conceptuales que sustentan sus decisiones y justificar la validez de sus resultados mediante propiedades matemáticas.

Finalmente, la triangulación de estos datos revela que la conexión lógica se consolida a través del discurso y la argumentación. No basta con que el estudiante llegue a un resultado; debe ser capaz de reconstruir el camino lógico que lo condujo a él. El Docente 1, observa que el verdadero razonamiento emerge cuando el alumno deja de preguntar “¿cuál fórmula uso?” para indagar “¿qué significa esto?”, lo que marca el inicio de una búsqueda de coherencia interna. Esta estructura argumentativa es lo que Kilpatrick et al. (2001) denominan razonamiento adaptativo, definido como la “capacidad de pensar lógicamente sobre las relaciones entre conceptos y situaciones, lo que permite al estudiante justificar sus respuestas y procesos con una base sólida” (p. 129). Es así como, la integración de las voces de los actores y los referentes teóricos permite afirmar

que la conexión lógica y el sentido numérico constituyen la base de una autonomía intelectual, donde el estudiante deja de ser un ejecutor de instrucciones para convertirse en un sujeto capaz de validar sus propios procesos mentales mediante el rigor de la lógica.

Tabla 3

Cuadro de Información de la categoría: Conexión lógica y sentido numérico.

Informante	Información
Docente 1	Engranar lo que saben, con lo que tiene solo una idea, para responder una situación. ¿Cuál fórmula uso? para indagar ¿Qué significa esto?
Docente 4	Conectar información y darle sentido a lo que hace.
Docente 2	Comprensión clara del procedimiento que está desarrollando y logra establecer relaciones entre conceptos.
Brousseau (1986)	El alumno aprende en la medida en que construye un conocimiento como respuesta a una situación, donde este conocimiento adquiere sentido por las conexiones lógicas que establece con sus saberes previos.
Carpenter y Lehr (1999)	Una comprensión conceptual de los números y las operaciones, junto con la habilidad y la inclinación a utilizar esta comprensión de maneras flexibles para hacer juicios matemáticos y desarrollar estrategias útiles.
Kilpatrick et al. (2001)	Capacidad de pensar lógicamente sobre las relaciones entre conceptos y situaciones, lo que permite al estudiante justificar sus respuestas y procesos con una base sólida.
Duval (1999)	La comprensión matemática requiere producir, transformar y coordinar diferentes registros de representación semiótica, reconociendo las relaciones conceptuales que permanecen entre ellos.
Aho(2012)	El pensamiento computacional comprende la formulación de problemas y la construcción de soluciones mediante procesos computacionales, aportando fundamentos para la organización lógica de procedimientos.
Toulmin (2007)	La estructura argumentativa relaciona datos, garantías y conclusiones, permitiendo comprender cómo se justifican las inferencias que sustentan los procedimientos matemáticos.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos. Tabla elaborada por la autora.

El razonamiento matemático, comprendido a partir de las experiencias docentes, devela una transformación en la manera de concebir el conocimiento, caracterizada por el tránsito de prácticas centradas en la obtención de resultados hacia procesos orientados a la construcción de significados. En este escenario, la conexión lógica constituye un entramado de relaciones que permite articular las intuiciones del estudiante con las estructuras formales del pensamiento matemático. Esta comprensión encuentra correspondencia con Duval (1999), quien reconoce que la actividad cognitiva matemática requiere coordinar diferentes registros de representación semiótica para favorecer la comprensión conceptual.

Así, cuando el estudiante supera la dependencia de las fórmulas y comienza a interrogarse por el significado de los procedimientos, se manifiesta una apropiación consciente del conocimiento que fortalece su capacidad para establecer relaciones, interpretar situaciones y construir razonamientos fundamentados. Además, el sentido numérico es relevante como expresión de una comprensión flexible que permite interpretar información, reconocer regularidades y seleccionar procedimientos acordes con las características de una situación problemática. Esta orientación encuentra un punto de articulación con Aho (2012), cuyos planteamientos sobre el pensamiento computacional reconocen la importancia de formular problemas y estructurar soluciones mediante procesos computacionales.

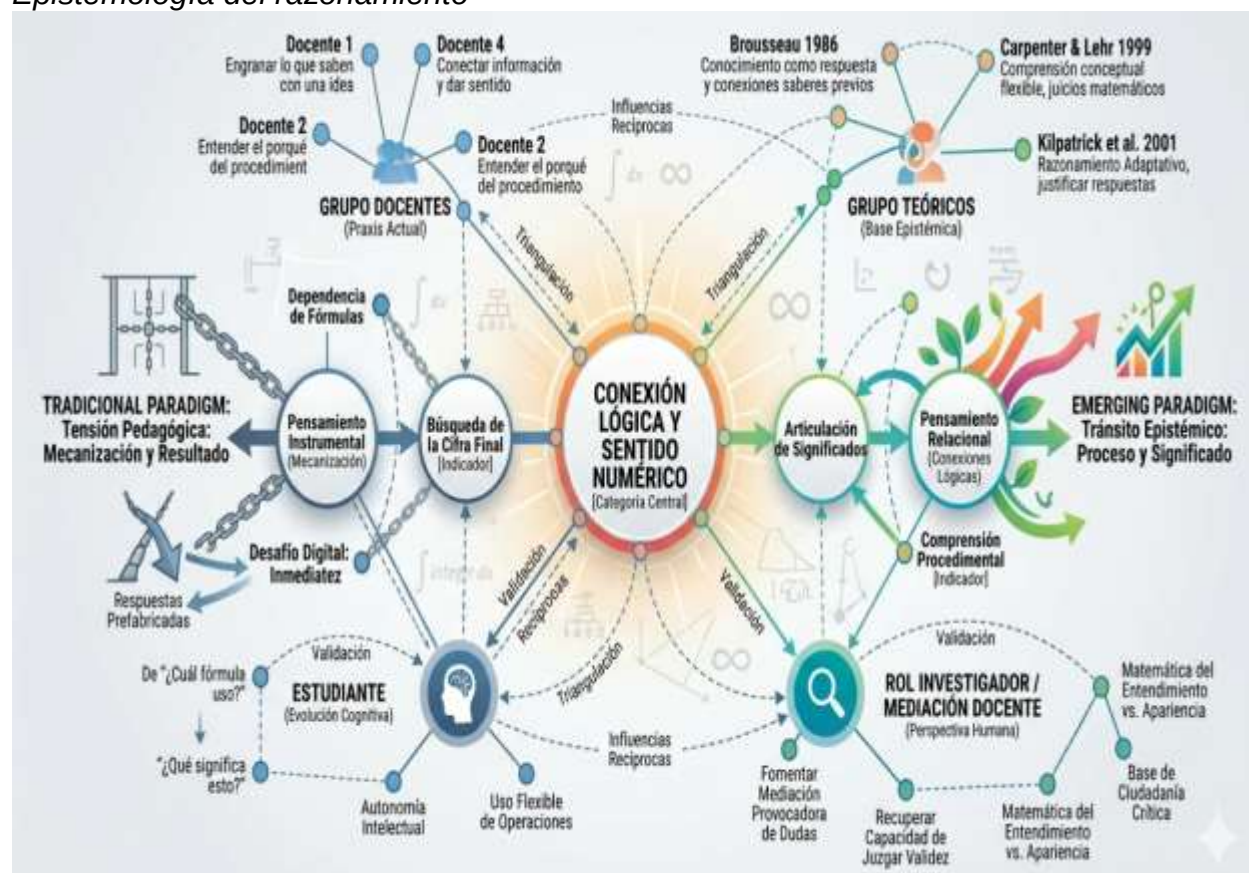
Su vinculación con las experiencias docentes permite comprender que la organización lógica del pensamiento favorece la construcción de rutas de solución susceptibles de ser examinadas y justificadas. Sin embargo, la inmediatez de las respuestas proporcionadas por los dispositivos tecnológicos plantea desafíos para la autonomía intelectual, especialmente cuando el estudiante delega sus decisiones sin examinar la coherencia de los procedimientos empleados. En consecuencia, la mediación pedagógica se vuelve relevante para favorecer una relación consciente entre comprensión matemática, organización lógica y uso intencionado de la tecnología.

Asimismo, la conexión lógica encuentra una expresión fundamental en la capacidad de justificar las decisiones asumidas durante la resolución de problemas. Al respecto, Toulmin (2007) proporciona una estructura argumentativa que permite comprender las relaciones entre datos, garantías y conclusiones, reconociendo que la validez de una afirmación depende de las razones que sustentan su construcción. Esta perspectiva converge con las apreciaciones docentes acerca de la necesidad de superar la ejecución mecánica y promover la explicación consciente de los procedimientos. En este proceso, el error tiene un valor pedagógico al posibilitar la revisión de inferencias, la identificación de inconsistencias y la reconstrucción de argumentos. Por consiguiente, la validación del razonamiento se vincula con la capacidad del estudiante para reconocer las propiedades matemáticas que fundamentan sus decisiones y valorar críticamente la pertinencia de los resultados obtenidos.

En consecuencia, la articulación de las experiencias docentes con los referentes teóricos permite comprender que la conexión lógica y el sentido numérico constituyen fundamentos para el desarrollo de la autonomía intelectual y el pensamiento crítico. Proyectándose hacia el concepto emergente de *Soberanía numérica*, entendido, en el marco interpretativo del estudio, como la capacidad del estudiante para apropiarse conscientemente de sus razonamientos, examinar la validez de sus decisiones y construir significados matemáticos con independencia de respuestas predeterminadas. En este horizonte, la mediación docente supone una función orientadora al propiciar interrogantes, favorecer la exteriorización de las estructuras lógicas y promover la justificación de las ideas. De esta manera, el razonamiento matemático se consolida como una posibilidad formativa para comprender la realidad, asumir posturas fundamentadas y ejercer una ciudadanía crítica desde el conocimiento.

Figura 6

Red analítica de la categoría Conexión lógica y sentido numérico, de la Dimensión Epistemología del razonamiento



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

La red categorial presentada en la Figura 6 permite comprender el tránsito de una enseñanza matemática centrada en el pensamiento instrumental y la mecanización de fórmulas hacia una construcción del conocimiento fundamentada en la articulación de significados y el pensamiento relacional. En esta organización, la categoría *Conexión lógica y sentido numérico* constituye el eje articulador de las experiencias docentes y los aportes de Brousseau (1986), Kilpatrick et al. (2001) y Duval (1999), cuya perspectiva cognitivo-semiótica contribuye a comprender las relaciones entre las representaciones matemáticas y la construcción de significados.

Asimismo, Toulmin (2007) aporta elementos para reconocer la importancia de las garantías que sustentan las inferencias matemáticas, mientras que Aho (2012) permite vincular la organización lógica del pensamiento con la formulación de problemas y la estructuración de soluciones. Esta convergencia teórica favorece la comprensión de los significados docentes relacionados con la autonomía intelectual y la construcción de juicios matemáticos fundamentados. En correspondencia con lo anterior, la interpretación de la categoría permite reconocer un tránsito epistémico en el que la *Mecanización* y el *Pensamiento Instrumental* ceden espacio a la *Articulación de Significados*, el *Pensamiento Relacional* y la *Comprensión Procedimental*, mediante una *Mediación Docente* que favorece la interrogación y la justificación de los procedimientos.

La *contrastación epistémica* entre las experiencias docentes y los referentes teóricos fortalece la comprensión de una *Matemática del entendimiento*, donde la *Autonomía Intelectual* es esencial frente a la dependencia de respuestas inmediatas. En este recorrido, los códigos interpretativos convergen en el concepto emergente de *Soberanía numérica*, asociado con la capacidad de comprender, relacionar y validar conocimientos matemáticos mediante criterios propios. Esta construcción proyecta el razonamiento hacia una *Ciudadanía Crítica*, capaz de examinar la validez de la información y asumir decisiones fundamentadas ante los desafíos del entorno digital.

Tabla 4 (Cont.)

Tabla resumen de la categoría: Conexión lógica y sentido numérico

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
---------------------	-----------	--------------------

• Mecanización	Conexión lógica y sentido	Soberanía numérica
• Pensamiento instrumental	numérico	
• Articulación de significados		
• Pensamiento relacional		
• Mediación docente		
• Autonomía intelectual		
• Triangulación epistémica		
• Tránsito epistémico		
• Comprensión procedimental		
• Matemática del entendimiento		
• Ciudadanía crítica		

Nota. Organización de los códigos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Categoría: El lenguaje matemático como discurso.

La triangulación de las experiencias expresadas por los informantes clave con los referentes teóricos permite comprender el lenguaje matemático como una manifestación del razonamiento que favorece la construcción, comunicación y validación de significados. Esta comprensión encuentra correspondencia con Duval (1999), para quien la actividad matemática requiere la coordinación de registros de representación semiótica, mediante los cuales el estudiante puede reconocer relaciones conceptuales y expresar sus razonamientos. En este sentido, el Docente 2 considera que la argumentación se manifiesta cuando el estudiante “explica un procedimiento usando un lenguaje matemático, justifica cada paso y defiende su resultado apoyándose en propiedades matemáticas”.

Esta experiencia alcanza mayor profundidad interpretativa mediante Toulmin (2007), cuyo modelo argumentativo permite comprender cómo los datos, las garantías y las conclusiones se articulan para sustentar la validez de una afirmación matemática. En correspondencia con lo anterior, la construcción del discurso matemático toma una dimensión intersubjetiva cuando las explicaciones individuales se someten a la consideración de otros y encuentran posibilidades de validación mediante razones compartidas. Krummheuer (1995) aporta a esta comprensión al reconocer la

argumentación matemática como una actividad construida en la interacción discursiva, donde los participantes elaboran y examinan significados.

Esta perspectiva converge con Brousseau (1986), cuya teoría de las situaciones didácticas reconoce la importancia de las situaciones de validación en el aprendizaje matemático. No obstante, las experiencias docentes también permiten identificar desafíos asociados con la inmediatez digital y la delegación de procesos intelectuales, como advierte el Docente 4: “...el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia.” Esta apreciación permite comprender la relevancia de una mediación pedagógica que favorezca la construcción consciente de argumentos.

Asimismo, la incorporación del pensamiento computacional amplía las posibilidades de exteriorización del razonamiento mediante la formulación de problemas, la organización secuencial de procedimientos y la representación de relaciones lógicas. Esta articulación encuentra correspondencia con Wing (2011), quien vincula el pensamiento computacional con la formulación de problemas y la representación de soluciones susceptibles de ejecución, así como con Aho (2012), cuyos planteamientos reconocen la importancia de estructurar problemas y soluciones mediante procesos computacionales. En las experiencias docentes, esta relación es comprensible cuando el Docente 3 expresa:

“Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a 'sacar a la superficie' la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.”

Esta expresión permite comprender que el lenguaje algorítmico favorece la explicitación de relaciones y procedimientos que pueden permanecer implícitos en el pensamiento del estudiante. En consecuencia, el discurso matemático incorpora nuevas posibilidades de comunicación y análisis, en las cuales la secuencia lógica, la precisión conceptual y la justificación de las decisiones toman relevancia para el desarrollo del razonamiento y la argumentación. Finalmente, la interpretación de las experiencias

docentes permite reconocer que la apropiación del lenguaje matemático está vinculada con la autonomía para expresar, examinar y defender razonamientos mediante fundamentos conceptuales.

Al respecto, el Docente 1 destaca la necesidad de “aprender a ordenar ideas, justificar sus procedimientos, detectar errores y tomar decisiones según la información presentada”. Esta apreciación converge con Toulmin (2007) y Krummheuer (1995), al permitir comprender la argumentación como un proceso de organización de razones y construcción intersubjetiva de significados. Así, la categoría *El lenguaje matemático como discurso* encuentra correspondencia con el concepto emergente de *Identidad argumentativa*, entendido en el marco del estudio como la apropiación consciente de una voz matemática capaz de comunicar ideas, justificar decisiones y valorar críticamente los argumentos propios y ajenos, incluso ante las posibilidades y desafíos de la mediación tecnológica.

Tabla 5

Cuadro de Información de la categoría: El lenguaje matemático como discurso.

Informante	Información
Docente 2	Explica un procedimiento usando un lenguaje matemático, justifica cada paso y defiende su resultado apoyándose en propiedades matemáticas.
Docente 4	...el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia.
Docente 3	Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a 'sacar a la superficie' la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente
Docente 1	Aprender a ordenar ideas, justificar sus procedimientos, detectar errores y tomar decisiones según la información presentada.
Raymond Duval (2017)	La distinción entre un objeto y su representación es un punto estratégico para la comprensión de las matemáticas.
Brousseau (1986)	El alumno debe encontrar una respuesta y convencerse de su validez y convencer a los demás.
Wing (2011)	Formulación de problemas y sus soluciones, de modo que las soluciones se representen de una forma que pueda ser ejecutada.
Toulmin (2007)	La argumentación se estructura mediante la articulación de datos, conclusiones y garantías que permiten fundamentar racionalmente las afirmaciones.
Krummheuer (1995)	La argumentación matemática se construye mediante interacciones discursivas en las que los participantes elaboran, comparten y examinan razones para otorgar sentido y validez a sus afirmaciones.
Aho (2012)	El pensamiento computacional implica formular problemas y representar soluciones mediante procesos computacionales, favoreciendo la organización lógica y la explicitación de procedimientos.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos. Tabla elaborada por la autora.

La categoría *El lenguaje matemático como discurso* permite comprender una transformación en los significados atribuidos a la enseñanza matemática, caracterizada por el tránsito de prácticas centradas en la aplicación de reglas hacia experiencias que favorecen la apropiación consciente del razonamiento. Esta comprensión encuentra correspondencia con Duval (1999), quien reconoce la importancia de las representaciones semióticas en la construcción del conocimiento matemático, al favorecer la expresión y coordinación de significados. Las experiencias docentes permiten reconocer que la obtención de resultados pierde profundidad formativa cuando el estudiante encuentra dificultades para explicar los procedimientos que los sustentan.

En correspondencia con lo anterior, Toulmin (2007) aporta elementos para comprender la argumentación mediante las relaciones entre afirmaciones, datos y garantías que sustentan la validez de los razonamientos. Esta perspectiva permite interpretar el discurso matemático como una expresión de la comprensión conceptual y de la autonomía intelectual, en la medida en que el estudiante comunica, examina y justifica sus decisiones mediante fundamentos matemáticos. Así, la apropiación del lenguaje es fundamental en la construcción de una identidad argumentativa, mediante la cual el sujeto reconoce el sentido de sus procedimientos y desarrolla criterios para valorar la coherencia de sus afirmaciones.

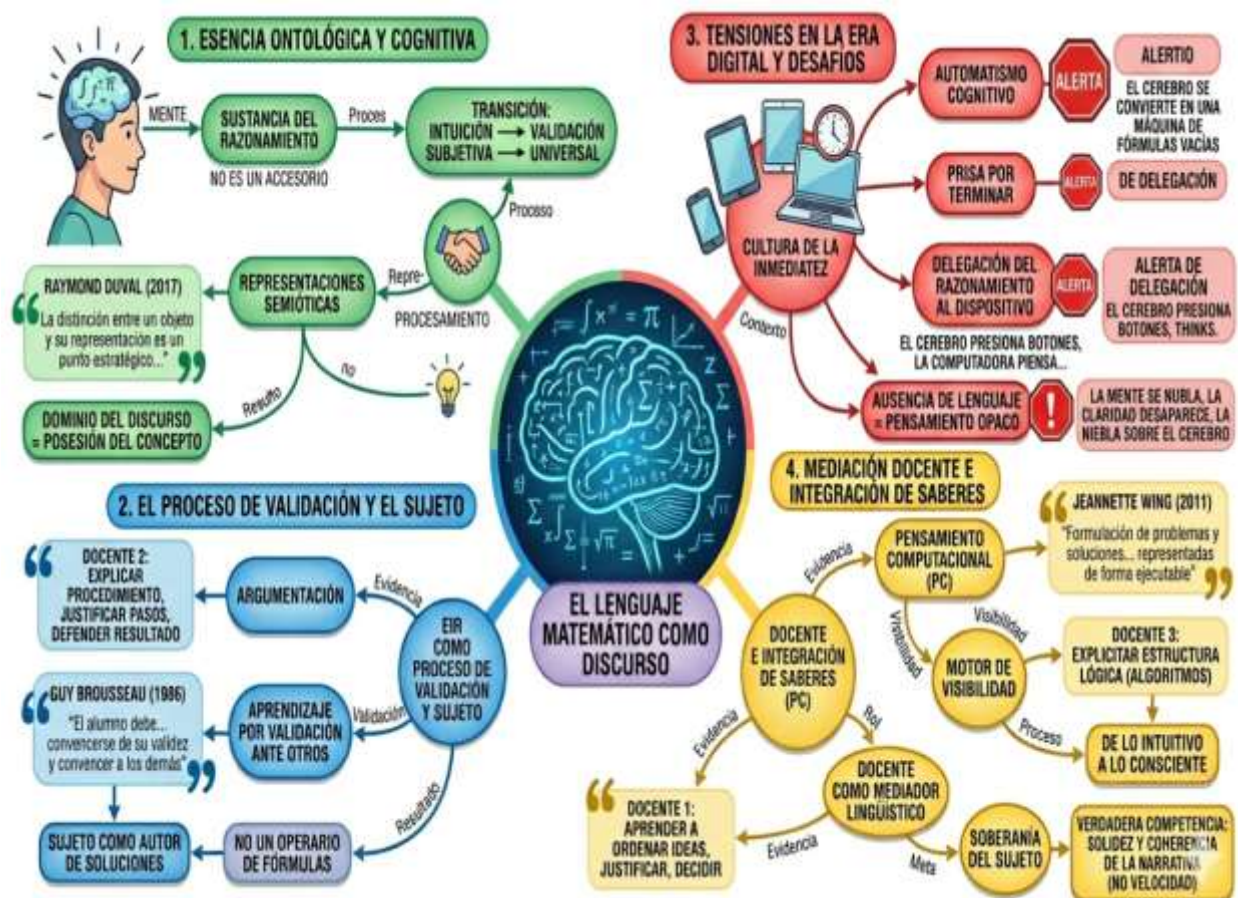
Asimismo, la interpretación de esta categoría permite reconocer la importancia de la secuencia lógica y la explicitación del pensamiento en escenarios educativos mediados por tecnologías digitales. Los aportes de Aho (2012) permiten vincular la formulación de problemas y la estructuración de soluciones con la organización consciente de los procedimientos, mientras que las experiencias docentes destacan la necesidad de exteriorizar las relaciones lógicas que orientan las decisiones matemáticas. Esta comprensión es importante frente a la dependencia de respuestas automatizadas, puesto que la representación algorítmica puede favorecer la revisión de procedimientos y la identificación de errores cuando existe una mediación pedagógica intencionada.

Finalmente, esta categoría permite interpretar la mediación docente como una experiencia orientada a favorecer la comunicación, la justificación y la construcción

compartida de significados matemáticos. En correspondencia con Krummheuer (1995), la argumentación alcanza una dimensión intersubjetiva cuando las ideas son expresadas, examinadas y sustentadas mediante razones comprensibles para otros. Esta perspectiva fortalece el concepto emergente de *Identidad argumentativa*, asociado con la apropiación de un lenguaje matemático que permite expresar razonamientos, reconocer inconsistencias y asumir posiciones fundamentadas frente al conocimiento. En este horizonte, la formación matemática contribuye al desarrollo de una ciudadanía crítica capaz de interpretar información y construir juicios sustentados en criterios lógicos.

Figura 7

Red analítica de la categoría El lenguaje matemático como discurso, de la Dimensión Epistemología del razonamiento



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

La red sintética integra los fundamentos interpretativos de la categoría *El lenguaje matemático como discurso*, situando la construcción de significados y la argumentación

como elementos esenciales del razonamiento matemático. Su organización articula cuatro dimensiones interrelacionadas, entre las cuales se encuentran la esencia ontológica, vinculada con los registros de representación semiótica de Duval (1999), y el proceso de validación, sustentado en los aportes de Toulmin (2007) y Krummheuer (1995). Estas perspectivas permiten comprender la importancia de las representaciones matemáticas, la justificación de procedimientos y la construcción intersubjetiva de argumentos, favoreciendo que el estudiante desarrolle una comprensión consciente del conocimiento y fortalezca su capacidad para comunicar y fundamentar sus razonamientos.

En correspondencia con lo anterior, las otras dos dimensiones comprenden los desafíos de la era digital, asociados con el automatismo cognitivo y la delegación del razonamiento a los dispositivos tecnológicos, y la mediación docente mediante el pensamiento computacional, fundamentada en Wing (2009). Esta articulación permite interpretar el tránsito del pensamiento intuitivo hacia la explicitación consciente de los procedimientos, mediante la organización secuencial de ideas y la comprensión de sus relaciones lógicas. En este recorrido, la coherencia argumentativa, la comunicación matemática y la autonomía intelectual constituyen elementos fundamentales para la consolidación de una *Identidad argumentativa*, entendida como expresión de la capacidad del estudiante para construir, justificar y sostener sus propios razonamientos.

Tabla 6

Tabla resumen de la categoría: El lenguaje matemático como discurso.

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Sustancia del razonamiento • Sujeto autor de soluciones • Automatismo cognitivo • Pensamiento computacional • Solidez y coherencia de la narrativa • Soberanía del sujeto	El lenguaje matemático como discurso.	Identidad argumentativa

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Categoría: La validación del proceso sobre el resultado.

La enseñanza de la matemática en educación media permite reconocer, a partir

de las experiencias docentes, una transformación en la valoración del aprendizaje, caracterizada por el tránsito de prácticas centradas en el resultado hacia procesos orientados a la comprensión y justificación del conocimiento. Esta significación se manifiesta cuando el Docente 4 reconoce la matemática como una forma de "analizar situaciones, a buscar relaciones, a argumentar y a no aceptar afirmaciones sin fundamento". Su apreciación converge con Santos (2023), cuyos planteamientos sobre la resolución de problemas permiten comprender la importancia de la indagación, la organización del pensamiento y la comunicación de procedimientos. En este escenario, la validación representa una posibilidad para que el estudiante examine sus decisiones y reconozca las razones matemáticas que fundamentan sus conclusiones.

En correspondencia con lo anterior, Balacheff (1987) aporta elementos para comprender los procesos de prueba y validación matemática, mediante los cuales las afirmaciones requieren fundamentos que permitan examinar su consistencia. Esta perspectiva encuentra correspondencia con Toulmin (2007), cuyo modelo argumentativo reconoce la articulación de datos, garantías y conclusiones como componentes de una justificación fundamentada. Ambos referentes contribuyen a interpretar la importancia que los docentes atribuyen a la construcción de razonamientos coherentes, especialmente cuando el estudiante supera la ejecución mecánica y comienza a explicar las relaciones que sustentan sus procedimientos. Así, la validación se comprende como una experiencia de reflexión y examen consciente de las decisiones asumidas durante la resolución de problemas.

Esta comprensión se relaciona con la experiencia del Docente 2, quien identifica avances en el razonamiento "cuando el estudiante explica un procedimiento usando un lenguaje matemático, justifica cada paso y defiende su resultado apoyándose en propiedades matemáticas". Su apreciación encuentra correspondencia con Brousseau (1997), cuya teoría de las situaciones didácticas reconoce la validación como un momento en el que las afirmaciones matemáticas son examinadas y sustentadas mediante argumentos. Desde esta articulación, la comprensión procedimental se vincula con la capacidad de reconocer propiedades, establecer relaciones conceptuales y

comunicar las razones que respaldan una solución. Por consiguiente, el resultado matemático cobra sentido cuando el estudiante puede explicar su construcción y valorar la coherencia de los procedimientos empleados.

Otro aspecto significativo de esta categoría corresponde al reconocimiento del error como una posibilidad para revisar los procedimientos y construir nuevas estrategias de solución. Esta significación se expresa cuando el Docente 3 comprende el error como "una manera de ver una nueva oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad". Su apreciación encuentra correspondencia con Mora (2017), cuyos aportes desde la neuroeducación permiten considerar la importancia de la revisión de estrategias durante el aprendizaje. Asimismo, Balacheff (1987) contribuye a comprender que los procesos de validación requieren examinar las afirmaciones y los fundamentos que las sostienen. En este recorrido, el error favorece la identificación de inconsistencias y la reconsideración de decisiones matemáticas.

En relación con lo anterior, el Docente 1 señala que la matemática contribuye a recuperar el hábito de "pensar con calma, de manera ordenada y lógica", expresión que permite comprender la importancia de la reflexión consciente durante la resolución de problemas. Esta experiencia converge con Toulmin (2007), al reconocer que la consistencia de una conclusión depende de las razones y garantías que permiten justificarla. En consecuencia, la validación del proceso implica examinar las relaciones entre los datos, los procedimientos y los resultados, favoreciendo que el estudiante identifique posibles errores y valore la pertinencia de sus decisiones. Esta comprensión sitúa la argumentación matemática como una manifestación de autonomía intelectual y responsabilidad frente al conocimiento.

En consecuencia, la incorporación del pensamiento computacional permite ampliar la comprensión de la validación mediante la explicitación de las estructuras lógicas que orientan los procedimientos matemáticos. Esta relación se manifiesta cuando el Docente 3, destaca la importancia de "sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente". Su apreciación converge con Wing (2006) y Aho (2012), cuyos planteamientos permiten vincular la formulación de

problemas, la organización de procedimientos y la representación de soluciones con el pensamiento computacional. Así, la articulación entre razonamiento, argumentación y pensamiento computacional favorece la comprensión de la categoría *La validación del proceso sobre el resultado*, al reconocer en la justificación consciente de las decisiones un fundamento para la construcción del conocimiento matemático.

Tabla 7

Cuadro de Información de la categoría: La validación del proceso sobre el resultado.

Informante	Información
Docente 4	...analizar situaciones, a buscar relaciones, a argumentar y a no aceptar afirmaciones sin fundamento.
Docente 2	...cuando el estudiante explica un procedimiento usando un lenguaje matemático, justifica cada paso y defiende su resultado apoyándose en propiedades matemáticas.
Docente 3	...una manera de ver una nueva oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad. ...sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.
Docente 1	...pensar con calma, de manera ordenada y lógica
Santos (2023)	... La resolución de problemas debe concebirse como un proceso de indagación en el que el estudiante desarrolla hábitos de pensamiento y comunica sus hallazgos de forma coherente.
Brousseau (1997)	...de acuerdo con Brousseau (1997), el estudiante debe producir un resultado y, además, convencer a otros (e incluso a sí mismo) de la veracidad de su afirmación mediante un discurso ajustado a las reglas del debate matemático
Mora (2017)	...el error es un elemento esencial en el proceso de aprendizaje, pues obliga al cerebro a reevaluar las estrategias cognitivas y fortalece las conexiones sinápticas al buscar soluciones alternativas.
Wing (2006)	...implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, recurriendo a los conceptos fundamentales de la informática, pero de una manera que es aplicable a todas las disciplinas.
Balacheff (1987)	... permiten comprender cómo el estudiante construye y examina argumentos para justificar sus afirmaciones, avanzando hacia formas de razonamiento fundamentadas.
Toulmin (2007)	... La validez se sustenta en la articulación de datos, conclusiones y garantías que permiten justificar las afirmaciones y examinar la consistencia de los razonamientos.
Aho (2012)	El PC facilita la explicitación y revisión de procedimientos lógicos.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre razonamiento, argumentación, aprendizaje a partir del error y pensamiento computacional. Tabla elaborada por la autora.

La educación matemática contemporánea se encuentra en una encrucijada donde la eficiencia del resultado final ha eclipsado, durante décadas, la riqueza del tránsito intelectual. Validar el proceso por encima del producto no es simplemente una elección metodológica; es una postura política y ética frente al aprendizaje. Puesto que implica reconocer que el conocimiento constituye un tejido construido mediante la duda, la

rectificación y la estructura lógica. Cuando el sistema educativo prioriza el acierto numérico, corre el riesgo de formar ejecutores de algoritmos antes que sujetos pensantes.

Por ello, la interpretación de esta categoría permite cuestionar el sentido del razonamiento matemático cuando la obtención de respuestas correctas procede de la repetición mecánica de procedimientos. De acuerdo con Balacheff (1987), la validación implica examinar los fundamentos que sostienen una afirmación y reconocer las condiciones que permiten justificarla matemáticamente. Esta comprensión converge con Toulmin (2007), cuyo modelo argumentativo establece relaciones entre datos, garantías y conclusiones. Así, la autonomía intelectual se manifiesta cuando el estudiante puede reconstruir sus procedimientos, explicar sus decisiones y sustentar la coherencia de los resultados obtenidos.

En este recorrido, la validación constituye una oportunidad para que el estudiante reflexione sobre las relaciones lógicas que orientan sus decisiones y examine conscientemente la construcción de sus razonamientos. Los aportes de Brousseau (1997) permiten comprender la importancia de las situaciones en las que las afirmaciones matemáticas deben ser justificadas mediante argumentos susceptibles de examen. Esta interpretación se vincula con las experiencias docentes que privilegian la explicación de los procedimientos y la comprensión de las propiedades matemáticas. Por consiguiente, el proceso de validación favorece la formación de criterios propios para valorar la pertinencia de una solución y asumir posiciones fundamentadas frente al conocimiento.

Asimismo, el reconocimiento del error constituye un aspecto significativo en la comprensión de los procesos de validación matemática. Las experiencias docentes permiten interpretarlo como una oportunidad para identificar inconsistencias, revisar decisiones y construir estrategias alternativas de solución. Esta apreciación dialoga con el planteamiento de Mora (2017), cuyos planteamientos sobre el aprendizaje permiten considerar la importancia de revisar los procedimientos cuando los resultados difieren de lo esperado. De igual manera, Balacheff (1987) contribuye a comprender que la

validación requiere examinar la consistencia de las afirmaciones y los argumentos que las sustentan. En consecuencia, el análisis del error favorece la reflexión y el fortalecimiento de la comprensión procedimental.

Finalmente, la incorporación del pensamiento computacional amplía las posibilidades de explicitación y revisión de los procedimientos matemáticos mediante la descomposición de problemas y la organización secuencial de soluciones. Esta comprensión es coherente con los planteamientos de Wing (2006) y Aho (2012), cuyos aportes permiten reconocer la importancia de formular problemas y representar soluciones mediante estructuras lógicas. En este escenario, la mediación docente favorece que el estudiante examine las relaciones entre las decisiones tomadas y los resultados alcanzados. Así, la categoría converge en el concepto emergente *Estructura de la evidencia*, entendido como la organización consciente de razones, procedimientos y fundamentos que permiten justificar la validez del conocimiento matemático.

Figura 8

Red analítica de la categoría La validación del proceso sobre resultado, de la Dimensión Epistemología del razonamiento



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

Esta representación gráfica que recoge lo expresado por los actores sociales, y consecuentemente triangulado, revela una red semántica donde la validación del proceso actúa como eje de una transformación ontológica en el aula. Los códigos sustantivos destacan la transición de un modelo centrado en el *resultado numérico* hacia uno basado en la *estructura lógica* y la *argumentación genuina*, donde el estudiante trasciende la ejecución mecánica para convertirse en un autor de soluciones. El *error* se resignifica como insumo neuroeducativo y oportunidad estratégica, mientras que el *pensamiento computacional* funciona como motor de visibilidad para explicitar estructuras intuitivas. En conclusión, la categoría posiciona la matemática como un *acto de pensamiento crítico* y soberanía intelectual, donde la validez del camino recorrido

garantiza la solidez del aprendizaje sobre la inmediatez del dato.

Tabla 8

Tabla resumen de la categoría: La validación del proceso sobre el resultado.

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Resultado numérico • Estructura lógica • Argumentación genuina • Error • Pensamiento computacional • Acto de pensamiento crítico	La validación del proceso sobre el resultado	Estructura de la evidencia

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Categoría: Autonomía y pensamiento crítico.

El desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico constituye uno de los desafíos de la educación matemática contemporánea, particularmente ante la persistencia de prácticas centradas en la ejecución mecánica de procedimientos. Las experiencias de los actores sociales permiten comprender estos procesos como manifestaciones de una apropiación consciente del conocimiento, mediante la cual el estudiante construye significados, examina sus decisiones y justifica sus razonamientos. Esta comprensión encuentra correspondencia con Paul y Elder (2003), quienes relacionan el pensamiento crítico con el examen reflexivo de las estructuras del pensamiento y la aplicación de criterios intelectuales para valorar su consistencia.

Por consiguiente, la autonomía se manifiesta en la capacidad del estudiante para abordar situaciones matemáticas desconocidas mediante criterios propios. El Docente 4 destaca que esta capacidad se expresa cuando el alumno “es capaz de interpretar problemas nuevos, sin depender de que se parezcan exactamente a los ejercicios del cuaderno”. Asimismo, el Docente 1 identifica una transformación significativa cuando el estudiante supera la pregunta “¿cuál fórmula uso?” y comienza a interrogarse por el significado de los datos. Estas experiencias permiten interpretar el tránsito hacia una comprensión matemática sustentada en la construcción de relaciones conceptuales y la toma consciente de decisiones.

Esta interpretación encuentra correspondencia con Toulmin (2007), cuyo modelo argumentativo permite comprender la importancia de articular datos, garantías y conclusiones para fundamentar una afirmación. De igual manera, Balacheff (1987) aporta elementos para reconocer que la validación matemática requiere examinar los argumentos que sustentan los procedimientos y resultados. Ambos referentes contribuyen a comprender que la autonomía intelectual se fortalece cuando el estudiante dispone de razones para justificar sus decisiones y valorar críticamente sus propias afirmaciones. Así, el pensamiento crítico se vincula con la capacidad de examinar la coherencia de los razonamientos y reconocer sus fundamentos matemáticos.

Por otra parte, la autonomía encuentra posibilidades de desarrollo mediante una mediación pedagógica orientada a la participación reflexiva del estudiante. Al respecto, el Docente 2 reconoce su función como “guía, orientador, mediante la creación de ambientes de aprendizaje que permitan un diálogo y reflexión constante”. Esta apreciación converge con Vygotsky (1978), cuya perspectiva sociocultural reconoce la importancia de las interacciones sociales en el desarrollo de las funciones psicológicas superiores. En este escenario, la mediación docente favorece la construcción compartida de significados y el tránsito progresivo hacia la autorregulación del pensamiento matemático.

Asimismo, las experiencias docentes permiten reconocer el error como una posibilidad para fortalecer la autonomía intelectual mediante la revisión de decisiones y procedimientos. El Docente 3, lo comprende como una “oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad”. Esta apreciación encuentra correspondencia con Bachelard (2000), cuyos planteamientos sobre los obstáculos epistemológicos permiten comprender la importancia de examinar críticamente los conocimientos previos durante la construcción del saber científico. En consecuencia, reconocer inconsistencias, reconsiderar estrategias y construir nuevas explicaciones favorece una relación reflexiva con el conocimiento matemático.

En relación con lo anterior, el pensamiento computacional ofrece posibilidades para fortalecer la autonomía mediante la formulación de problemas, la descomposición de situaciones complejas y la organización lógica de soluciones. Los aportes de Aho

(2012) permiten comprender la importancia de estructurar problemas y representar soluciones mediante procesos computacionales, mientras que las experiencias docentes destacan la necesidad de favorecer decisiones conscientes durante la resolución de situaciones matemáticas. Esta articulación permite interpretar que la autonomía se fortalece cuando el estudiante examina sus procedimientos, reconoce relaciones lógicas y justifica las estrategias seleccionadas.

Finalmente, el análisis de las experiencias docentes permite reconocer los desafíos que plantea la mediación tecnológica para el ejercicio del pensamiento crítico. El Docente 4 advierte que “si no hay una intención direccionada... el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia”. Esta apreciación permite comprender la importancia de orientar el uso de las herramientas digitales hacia la exploración, la verificación y la argumentación consciente. En este horizonte, la categoría *Autonomía y pensamiento crítico* converge en el concepto emergente *Emancipación de la fórmula*, entendido como la capacidad del estudiante para interpretar problemas, construir soluciones y sostener sus decisiones mediante fundamentos matemáticos propios.

Tabla 9 (Cont.)

Cuadro de Información de la categoría: Autonomía y pensamiento crítico.

Informante	Información
Docente 4	...es capaz de interpretar problemas nuevos, sin depender de que se parezcan exactamente a los ejercicios del cuaderno. ...si no hay una intención direccionada... el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia.
Docente 1	¿cuál fórmula uso?
Docente 2	...guía, orientador, mediante la creación de ambientes de aprendizaje que permitan un diálogo y reflexión constante.
Docente 3	...oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad.
Paul y Elder (2003)	El pensamiento crítico es ese modo de pensar —sobre cualquier tema, contenido o problema— en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales.
Vygotsky (1978)	El aprendizaje humano presupone una naturaleza social específica y un proceso mediante el cual los niños acceden a la vida intelectual de aquellos que les rodean.
Bachelard (2000)	Se conoce en contra de un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal adquiridos o superando aquello que, en el espíritu mismo, obstaculiza la espiritualización
Toulmin (2007)	La argumentación fundamentada requiere establecer relaciones entre datos, conclusiones y garantías, favoreciendo la construcción de juicios razonados.
Balacheff (1987)	Los procesos de prueba y validación matemática permiten examinar la consistencia de las afirmaciones y justificar los procedimientos mediante argumentos, fortaleciendo la autonomía del razonamiento.

Aho (2012)	El PC comprende la formulación de problemas y la estructuración de soluciones mediante procesos computacionales, favoreciendo la organización lógica de los procedimientos y la toma fundamentada de decisiones.
-------------------	--

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre autonomía intelectual, pensamiento crítico y mediación pedagógica. Tabla elaborada de por autora.

La interpretación de las experiencias docentes permite comprender la autonomía y el pensamiento crítico como procesos vinculados con la apropiación consciente del conocimiento matemático. En este escenario, la enseñanza orientada a la ejecución mecánica de procedimientos encuentra posibilidades de transformación mediante prácticas que favorecen la comprensión y la justificación. Esta significación converge con Paul y Elder (2003), quienes relacionan el pensamiento crítico con el examen reflexivo de las estructuras del pensamiento y su valoración mediante criterios intelectuales. Así, la formación matemática se orienta hacia el desarrollo de estudiantes capaces de interpretar situaciones, construir razonamientos y asumir decisiones fundamentadas.

Así, la autonomía se manifiesta cuando el estudiante desarrolla criterios propios para abordar situaciones desconocidas y disminuye progresivamente su dependencia de instrucciones predeterminadas. Las experiencias docentes permiten comprender que esta capacidad supera la realización individual de actividades, pues implica reconocer relaciones matemáticas y seleccionar procedimientos pertinentes. Esta interpretación encuentra correspondencia con Aho (2012), cuyos planteamientos sobre el pensamiento computacional permiten vincular la formulación de problemas con la organización lógica de soluciones. De esta manera, la autonomía intelectual se fortalece mediante la comprensión de los procedimientos y la capacidad para justificar las decisiones asumidas.

Por su parte, el pensamiento crítico favorece la revisión de las afirmaciones matemáticas mediante el examen de sus fundamentos. En este sentido, Toulmin (2007) aporta elementos para comprender cómo los datos, las garantías y las conclusiones permiten estructurar razonamientos fundamentados, mientras que Balacheff (1987) contribuye a interpretar los procesos de prueba y validación matemática. Estas perspectivas permiten reconocer que la autonomía se expresa cuando el estudiante puede explicar sus procedimientos, valorar la coherencia de sus argumentos y

reconsiderar decisiones ante posibles inconsistencias. Así, la argumentación constituye una manifestación de responsabilidad intelectual frente al conocimiento.

Asimismo, el reconocimiento del error representa una posibilidad para fortalecer la reflexión y la construcción de estrategias alternativas durante el aprendizaje matemático. Esta comprensión encuentra correspondencia con Bachelard (2000), cuyos planteamientos sobre los obstáculos epistemológicos permiten interpretar la importancia de examinar críticamente los conocimientos previamente construidos. Las experiencias docentes muestran que identificar dificultades y reconsiderar procedimientos favorece la búsqueda de nuevas soluciones. En consecuencia, el error constituye un referente para comprender las decisiones del estudiante y orientar una mediación pedagógica que promueva la revisión consciente de sus razonamientos.

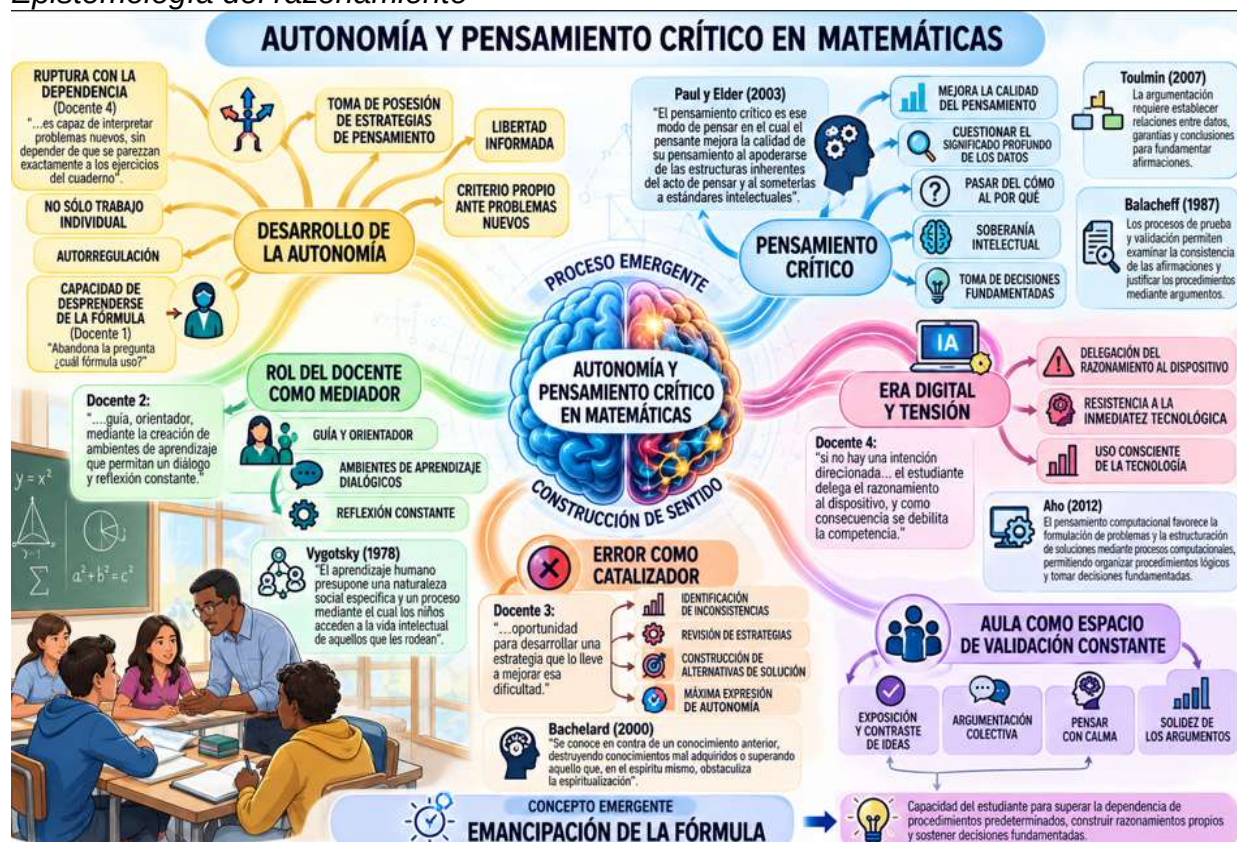
En relación con lo anterior, los escenarios educativos mediados por tecnologías digitales plantean desafíos para la autonomía intelectual, particularmente cuando la obtención inmediata de respuestas desplaza la comprensión de los procedimientos. Esta interpretación guarda correspondencia con las experiencias docentes relacionadas con la delegación del razonamiento a los dispositivos tecnológicos. Los aportes de Aho (2012) permiten reconocer posibilidades del pensamiento computacional para estructurar problemas y representar soluciones mediante procesos lógicos. Por consiguiente, la mediación docente resulta fundamental para favorecer un uso consciente de la tecnología, orientado a la exploración, la verificación y la justificación de decisiones matemáticas.

Finalmente, la autonomía también se fortalece mediante experiencias de interacción y construcción compartida de significados. Esta comprensión converge con Vygotsky (1978), quien reconoce la importancia de la mediación social en el desarrollo del pensamiento, y con Toulmin (2007), cuyos aportes permiten interpretar la organización de argumentos que sustentan las afirmaciones. En este horizonte, la categoría *Autonomía y pensamiento crítico* es coherente con el concepto emergente *Emancipación de la fórmula*, entendido como la capacidad del estudiante para superar la dependencia de procedimientos predeterminados, construir razonamientos propios y

sostener decisiones fundamentadas. Esta significación proyecta la formación matemática hacia el ejercicio consciente de la autonomía intelectual.

Figura 9

Red analítica de la categoría La validación del proceso sobre resultado, de la Dimensión Epistemología del razonamiento



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Análisis categorial. Figura elaborada por la autora.

Luego del proceso analítico de la información suministrada por los actores sociales y tras realizada la contrastación, se concentra gráficamente algunos aspectos de valor, entre ellos los denominados códigos sustantivos de la categoría, donde la *autonomía* se redefine como la *ruptura con la dependencia* algorítmica y la toma de posesión de las estructuras de pensamiento, como se muestra en la figura 9. Los códigos sustantivos destacan el tránsito desde el "uso de fórmulas" hacia la *construcción de sentido*, impulsado por un *pensamiento crítico* que somete el razonamiento a estándares intelectuales. El docente mediador facilita este proceso mediante la interacción social y el diálogo, mientras que el error actúa como catalizador estratégico para la autorregulación. Finalmente, se evidencia una *resistencia a la inmediatez tecnológica*,

donde la verdadera competencia reside en la *soberanía intelectual* del estudiante. En conjunto, la categoría presenta un *aprendizaje emancipador basado en la solidez argumentativa y la validación constante en el aula*.

Tabla 10

Tabla resumen de la categoría: Autonomía y pensamiento crítico

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Autonomía • Ruptura con la dependencia • Construcción de sentido • Pensamiento crítico • Resistencia a la inmediatez tecnológica • Soberanía intelectual • Aprendizaje emancipador	Autonomía y pensamiento crítico	Emancipación de la fórmula

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Dimensión: Praxis Pedagógica Post-pandemia

La incorporación de las tecnologías digitales en los escenarios educativos ha transformado las formas de acceder a la información, desarrollar procedimientos y establecer relaciones con el conocimiento matemático. En el contexto de la educación media, las experiencias compartidas por los actores sociales permiten comprender ciertas dificultades asociadas con la concentración, la autonomía intelectual y la construcción de argumentos, particularmente cuando el estudiante privilegia la rapidez de las respuestas sobre la comprensión de los procesos. Estas manifestaciones adquieren especial significado al considerar que la mediación tecnológica puede favorecer el aprendizaje, aunque su utilización sin una orientación pedagógica definida también puede propiciar prácticas instrumentales que limitan el ejercicio del razonamiento y la argumentación matemática.

En correspondencia con lo anterior, el Docente 1 identifica una "urgencia por responder rápido" que parece desplazar la disposición de los estudiantes para examinar detenidamente las situaciones matemáticas. Esta apreciación encuentra proximidad con los planteamientos de Carr (2011), quien examina las implicaciones de la interacción permanente con los entornos digitales sobre la atención y los hábitos de lectura. Su contribución permite interpretar cómo la exposición frecuente a estímulos inmediatos

puede incidir en la continuidad del pensamiento, especialmente cuando las actividades requieren concentración y perseverancia. En el ámbito matemático, esta circunstancia cobra importancia porque la elaboración de argumentos demanda reconocer relaciones, examinar procedimientos y disponer del tiempo necesario para comprender las razones que fundamentan una respuesta.

Esta interpretación encuentra continuidad en la expresión del Docente 1 acerca de la necesidad de "recuperar el hábito de pensar con calma", mediante la cual reconoce el valor de la reflexión pausada frente a la búsqueda inmediata de soluciones. Al relacionar esta experiencia con el pensamiento computacional, Wing (2006) proporciona elementos para comprender la importancia de formular problemas, organizar información y establecer procedimientos fundamentados en procesos de abstracción. Tales habilidades requieren una participación intelectual que trasciende la ejecución automática de instrucciones, pues demandan comprender las condiciones del problema y examinar las posibilidades de solución. Así, la experiencia docente permite reconocer que la rapidez tecnológica necesita acompañarse de una intencionalidad formativa orientada hacia la construcción consciente del conocimiento matemático.

Por su parte, el Docente 4 identifica una situación particularmente significativa al referirse a "la delegación del razonamiento al dispositivo", expresión que permite comprender las implicaciones de utilizar herramientas digitales sin una orientación pedagógica definida. Su apreciación se concreta cuando afirma que "si no hay una intención direccionada... el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia". Esta experiencia puede interpretarse a la luz de Duval (1999), quien reconoce la importancia de las representaciones semióticas y de las transformaciones entre registros para la comprensión matemática. En consecuencia, obtener una respuesta mediante una herramienta tecnológica no garantiza que el estudiante comprenda los objetos matemáticos involucrados ni las relaciones que justifican el procedimiento utilizado.

La preocupación expresada por el Docente 4 se amplía cuando describe las dificultades argumentativas que identifica en estudiantes que recurren a la inteligencia artificial sin examinar críticamente la información obtenida:

...Se van por lo fácil, lo obvio según ellas y ahí se ponen en evidencia... de modo que, no hay argumentos sólidos para sus planteamientos así que sin mucha dificultad es totalmente perceptible cuando el uso de la digitalización es meramente instrumental.

Este testimonio permite interpretar que la disponibilidad de respuestas digitales puede generar una apariencia de dominio conceptual cuando el estudiante carece de argumentos para fundamentar sus afirmaciones. Al respecto, Balacheff (1987) ofrece elementos para comprender la importancia de los procesos de validación en la construcción del conocimiento matemático, particularmente en el tránsito hacia formas de justificación sustentadas en propiedades y relaciones matemáticas. La vinculación de este referente con la experiencia del Docente 4 permite reconocer que una respuesta obtenida mediante recursos tecnológicos requiere ser examinada, explicada y validada por quien la utiliza. En este sentido, la competencia argumentativa encuentra posibilidades de fortalecimiento cuando el estudiante asume la responsabilidad intelectual de justificar sus decisiones, independientemente del recurso empleado para resolver la situación planteada.

En relación con esta problemática, Meirieu (2002) ofrece elementos pedagógicos para comprender la importancia del tiempo, la reflexión y la participación activa del estudiante en la construcción del aprendizaje. Sus planteamientos permiten interpretar que la comprensión requiere procesos de elaboración personal que difícilmente pueden reducirse a la obtención inmediata de resultados. Esta consideración encuentra correspondencia con las experiencias de los Docentes 1 y 4, quienes identifican dificultades cuando los estudiantes privilegian la rapidez y la facilidad operativa. De esta manera, las brechas cognitivas pueden comprenderse como diferencias entre las posibilidades de utilización de los recursos digitales y las capacidades para interpretar, explicar y fundamentar matemáticamente las respuestas que estos proporcionan.

Asimismo, las experiencias del Docente 1 permiten reconocer una dimensión emocional vinculada con la dependencia digital, especialmente cuando identifica "menos

tolerancia a la frustración" frente a situaciones que requieren perseverancia. Esta apreciación guarda relación con la necesidad de comprender el error como parte del proceso de aprendizaje, aspecto desarrollado por De la Torre (2004) al examinar su valor pedagógico. En el contexto de la enseñanza matemática, el desacierto ofrece posibilidades para revisar procedimientos, identificar dificultades y construir nuevas relaciones conceptuales. Por consiguiente, cuando el estudiante utiliza la tecnología para obtener respuestas sin examinar sus propios intentos, puede limitar las oportunidades de reflexión que acompañan la comprensión de los procedimientos y la elaboración de argumentos matemáticos.

En esta misma dirección, el Docente 3 reconoce que las herramientas tecnológicas "ayudan a agilizar el pensamiento", apreciación que incorpora una mirada favorable sobre sus posibilidades educativas. Sin embargo, su comprensión de la resolución de problemas mediante secuencias lógicas interdependientes permite interpretar que dicha agilidad requiere conservar la articulación entre las diferentes etapas del razonamiento. Este planteamiento encuentra correspondencia con Grover y Pea (2013), quienes examinan el pensamiento computacional como un conjunto de procesos relacionados con la resolución de problemas y la organización del pensamiento. La contrastación permite comprender que la mediación digital puede contribuir al aprendizaje matemático cuando favorece la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones y la explicación de procedimientos, manteniendo la participación reflexiva del estudiante.

A partir de la convergencia entre las voces docentes y los referentes teóricos, la categoría permite interpretar que las brechas cognitivas y la dependencia digital se relacionan con las dificultades para conservar la autonomía del pensamiento frente a la disponibilidad inmediata de soluciones tecnológicas. La expresión "hiperconectado, pero menos concentrado", atribuida al Docente 1, sintetiza una de las preocupaciones que acompañan estas experiencias. En correspondencia con los propósitos de la investigación, el pensamiento computacional ofrece posibilidades para orientar la utilización de las tecnologías hacia la comprensión de problemas, la organización de procedimientos y la validación de resultados. Esta articulación permite reconocer que el

fortalecimiento del razonamiento y la argumentación matemática requiere una mediación pedagógica que preserve la reflexión, la autonomía intelectual y la construcción consciente de significados.

Tabla 11

Cuadro de Información de la categoría: Brechas cognitivas y dependencia digital.

Informante	Información
Docente 1	...urgencia por responder rápido. ...recuperar el hábito de pensar con calma. ...menos tolerancia a la frustración. ...hiperconectado, pero menos concentrado.
Docente 4	...la delegación del razonamiento al dispositivo. si no hay una intención direccionada... el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia
Docente 3	ayudan a agilizar el pensamiento
Carr (2011)	La Red atrae nuestra atención solo para dispersarla. Nos centramos intensamente en el medio, en la pantalla misma, pero nos distraemos con el despliegue rápido de sus mensajes y estímulos.
Meirieu (2002)	El aprendizaje requiere un tiempo que no es el del deseo. Aprender es aceptar posponer la satisfacción inmediata para acceder a una satisfacción más alta: la de la comprensión.
De la Torre (2004)	El error no es solo un resultado negativo, es una ventana abierta a los procesos mentales del alumno, una oportunidad para reestructurar el conocimiento desde su base lógica.
Wing (2006)	El pensamiento computacional comprende procesos de formulación y resolución de problemas sustentados en la abstracción y la organización lógica, que requieren la participación intelectual del sujeto.
Duval (1999)	La comprensión matemática implica reconocer los objetos matemáticos mediante sus representaciones semióticas y establecer transformaciones entre diferentes registros de representación.
Balacheff (1987)	La validación matemática requiere examinar las razones que fundamentan una afirmación y avanzar hacia formas de justificación sustentadas en propiedades y relaciones matemáticas.
Grover y Pea (2013)	El pensamiento computacional comprende habilidades vinculadas con la descomposición de problemas, la abstracción y la construcción de procedimientos para resolver situaciones de manera sistemática
Papert (1980)	La interacción con recursos computacionales puede favorecer la construcción activa del conocimiento cuando el estudiante participa en la exploración, la formulación de procedimientos y la revisión de sus propias ideas.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre dependencia digital, inmediatez, atención y aprendizaje a partir del error. Tabla elaborada por la autora.

La digitalización en el ámbito educativo ha transitado de ser una herramienta de apoyo a convertirse en un componente importante de los procesos formativos, generando dificultades relacionadas con la construcción del pensamiento matemático. En este escenario, las experiencias docentes permiten identificar brechas cognitivas asociadas con la dependencia tecnológica, donde la operatividad técnica parece

desplazar la construcción de sentido. Esta realidad sugiere transformaciones en las formas de procesar la información, caracterizadas por la búsqueda de respuestas inmediatas que limita la reflexión. Al respecto, Wing (2006) reconoce el pensamiento computacional como una forma de abordar problemas mediante la abstracción y el razonamiento, procesos que requieren la participación intelectual del estudiante.

Esta cultura de la inmediatez permite comprender las dificultades que experimentan algunos estudiantes para mantener la concentración y perseverar ante situaciones matemáticas que requieren procedimientos secuenciales. La búsqueda de soluciones rápidas puede limitar las oportunidades para examinar relaciones, formular estrategias y comprender los fundamentos de cada procedimiento. Al respecto, Papert (1980) reconoce el potencial de los entornos computacionales para favorecer la construcción activa del conocimiento mediante la exploración y la experimentación. Sus planteamientos permiten interpretar que el valor educativo de la tecnología se relaciona con las posibilidades de involucrar al estudiante en procesos reflexivos que fortalezcan su autonomía intelectual.

En este escenario, uno de los principales riesgos pedagógicos corresponde a la delegación del razonamiento a los dispositivos digitales, especialmente cuando su utilización sustituye la explicación de procedimientos y la justificación de respuestas. Esta situación permite distinguir entre la habilidad operativa y la comprensión matemática, aspecto que encuentra correspondencia con Duval (1999), quien reconoce la importancia de coordinar diferentes registros de representación semiótica para comprender los objetos matemáticos. Asimismo, Balacheff (1987) plantea la importancia de fundamentar las afirmaciones mediante procesos de validación. Ambos referentes permiten interpretar las limitaciones de una digitalización instrumental que privilegia los resultados sobre la construcción de argumentos.

Finalmente, la relación con el error constituye otra manifestación de las brechas cognitivas, particularmente cuando las herramientas digitales facilitan la corrección inmediata sin examinar las causas del desacierto. Aprender matemáticas implica reconocer las equivocaciones, revisar procedimientos y construir nuevas relaciones

conceptuales. En este sentido, Papert (1980) reconoce el valor de la exploración y la depuración de procedimientos como oportunidades para construir conocimientos mediante la experiencia. Esta consideración guarda correspondencia con Balacheff (1987), cuyos aportes sobre la validación permiten comprender la importancia de examinar críticamente las afirmaciones matemáticas. Así, la mediación tecnológica requiere preservar espacios para la reflexión, la autonomía y la construcción de argumentos fundamentados.

Figura 10

Red analítica de la categoría Brechas cognitivas y dependencia digital, de la Dimensión Praxis pedagógica post-pandemia



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

Así, la red semántica condensada en la figura 10, revela que la *brecha cognitiva* surge de la *erosión de la paciencia cognitiva* ante la cultura de la inmediatez y no de la falta de acceso tecnológico. Se observa una crítica *delegación del razonamiento* al dispositivo, donde la *operatividad técnica* desplaza la construcción de sentido, debilitando la competencia matemática. Esta dependencia digital fomenta una *fragilidad emocional* ante el error, ya que la estética de la perfección virtual anula la *reestructuración cognitiva* derivada del desacierto. En definitiva, el estudiante *hiperconectado* requiere una mediación pedagógica que rescate el *rigor lógico* y el

pensamiento pausado, evitando que la tecnología sea una prótesis que oculte la vacuidad intelectual.

Tabla 12

Tabla resumen de la categoría: teleología de la Orden de Predicadores en la tarea educativa

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
- Brecha cognitiva - Erosión de la paciencia cognitiva - Delegación del razonamiento. - Operatividad técnica. - Fragilidad emocional. - Reestructuración cognitiva - Hiperconectado. - Rigor lógico	Brechas cognitivas y dependencia digital	Atrofia por delegación

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Categoría: Resignificación del error como insumo.

El análisis de los testimonios aportados por los docentes permite comprender que el error constituye una oportunidad para reconocer los procesos de pensamiento que intervienen en la construcción del conocimiento matemático. Esta interpretación encuentra correspondencia con Bachelard (2000), quien plantea que el conocimiento científico se construye mediante la revisión crítica de saberes anteriores y la superación de obstáculos epistemológicos. Sus aportes permiten comprender que las equivocaciones pueden expresar concepciones previas que requieren ser examinadas para favorecer nuevas elaboraciones conceptuales. En el contexto de la investigación, el error se reconoce como un insumo para interpretar las dificultades del estudiante y orientar experiencias que fortalezcan el razonamiento y la argumentación matemática.

En la cotidianidad del aula, el Docente 1 identifica cierta resistencia hacia la equivocación al expresar que "No les gusta las matemáticas porque si se equivocan en un número pierden", situación que relaciona con la "prisa por terminar, pero con menos perseverancia para solucionar una situación". Estas experiencias permiten comprender la relación entre los procesos cognitivos y las emociones que acompañan el aprendizaje matemático. Al respecto, Brousseau (1997) reconoce que determinados errores pueden

originarse en conocimientos anteriores que resultaron adecuados en otras situaciones, pero presentan limitaciones ante nuevas condiciones. Esta interpretación permite comprender que la mediación docente requiere generar oportunidades para examinar las equivocaciones, reconocer sus causas y orientar la construcción de procedimientos matemáticos fundamentados.

Por su parte, el Docente 4 reconoce el valor diagnóstico del error al expresar que “El error es un insumo didáctico de alto valor... nos permite visualizar qué asume y qué omite el alumno cuando resuelve una situación”. Esta apreciación encuentra complementariedad con el Docente 2, quien identifica la equivocación como “punto de partida de la retroalimentación”, vinculándola con la necesidad de “reflexionar sobre la propia práctica pedagógica”. En correspondencia con estas experiencias, Balacheff (1987) aporta elementos para comprender la importancia de examinar y validar los procedimientos matemáticos mediante argumentos fundamentados. Así, la interpretación de los errores permite reconocer dificultades conceptuales, orientar la retroalimentación y favorecer la construcción de explicaciones que fortalezcan la comprensión matemática.

En relación con el pensamiento computacional, el Docente 3 reconoce el error como una “nueva oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad”, experiencia que vincula con la necesidad de “sacar a la superficie la estructura lógica” de los procedimientos. Esta apreciación encuentra correspondencia con Papert (1980), quien reconoce las posibilidades de los entornos computacionales para favorecer la exploración, la experimentación y la depuración de procedimientos durante la construcción del conocimiento. Asimismo, Wing (2006) aporta elementos para comprender la formulación y resolución de problemas mediante procesos de abstracción y organización lógica. La articulación de estos referentes permite interpretar que la revisión de errores puede favorecer la identificación de dificultades, el ajuste de estrategias y la construcción de soluciones matemáticas fundamentadas.

Finalmente, la contrastación entre las experiencias docentes y los referentes teóricos permite comprender que la resignificación del error constituye un componente

importante para el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática. Las equivocaciones ofrecen oportunidades para examinar conocimientos previos, revisar procedimientos y construir explicaciones que permitan justificar las decisiones adoptadas. En este proceso, la mediación pedagógica favorece la participación reflexiva del estudiante y la comprensión de sus propias dificultades, mientras que el pensamiento computacional proporciona posibilidades para organizar estrategias y verificar soluciones. De esta manera, el error se incorpora al aprendizaje como un insumo para fortalecer la autonomía intelectual, la reflexión crítica y la construcción consciente del conocimiento matemático.

Tabla 13

Cuadro de Información de la categoría: Resignificación del error como insumo.

Informante	Información
Docente 1	No les gusta las matemáticas porque si se equivocan en un número pierden. prisa por terminar, pero con menos perseverancia para solucionar una situación. la tecnología puede fomentar la distracción. pensar con calma, de manera ordenada y lógica.
Docente 4	El error es un insumo didáctico de alto valor... nos permite visualizar qué asume y qué omite el alumno cuando resuelve una situación.
Docente 2	punto de partida de la retroalimentación. reflexionar sobre la propia práctica pedagógica.
Docente 3	nueva oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad. sacar a la superficie la estructura lógica
Bachelard (2000)	se conoce en contra de un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal adquiridos o superando aquello que, en el espíritu mismo, obstaculiza la espiritualización.
De la Torre (2004)	El error constituye un proceso de búsqueda que requiere una actitud positiva del docente para convertirlo en un factor de autosuperación.
Brousseau (1997)	el error no es el efecto de la ignorancia, de la incertidumbre, del azar... es el efecto de un conocimiento anterior, que tenía su interés, su éxito, y que ahora se revela falso o simplemente inadecuado.
Balacheff (1987)	Los procesos de prueba y validación matemática permiten examinar los procedimientos, identificar dificultades en las justificaciones y fundamentar las afirmaciones mediante argumentos matemáticos.
Papert (1980)	La exploración y depuración de procedimientos en entornos computacionales favorecen la identificación de errores, la revisión de estrategias y la construcción de nuevas soluciones.

Nota. Contraste de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre el error como oportunidad de reflexión, retroalimentación y reconstrucción del aprendizaje. Tabla elaborada por la autora.

La comprensión del error como parte del proceso de construcción del conocimiento matemático permite interpretar un cambio en las significaciones que los

docentes atribuyen a las equivocaciones de los estudiantes. A partir de sus experiencias, se reconoce que los procedimientos incorrectos ofrecen información sobre las formas de razonamiento, los conocimientos previos y las dificultades que intervienen en la resolución de problemas. Esta interpretación encuentra correspondencia con Bachelard (2000) y Brousseau (1997), cuyos planteamientos permiten comprender la importancia de examinar los conocimientos anteriores y reconocer sus limitaciones ante nuevas situaciones. En consecuencia, el error constituye un insumo pedagógico que orienta la reflexión sobre los procedimientos y favorece la construcción de explicaciones matemáticas fundamentadas.

Las experiencias compartidas por los docentes permiten comprender que la valoración del resultado puede influir en la disposición del estudiante para enfrentar situaciones matemáticas. El Docente 1 identifica el temor a equivocarse y la prisa por finalizar las actividades como manifestaciones que afectan la perseverancia durante la resolución de problemas. En complementariedad, el Docente 4 reconoce que el error permite identificar aquello que el estudiante considera y omite al desarrollar un procedimiento. Estas apreciaciones encuentran correspondencia con De la Torre (2004), quien reconoce las posibilidades educativas de la equivocación cuando se acompaña de una mediación pedagógica favorable. Así, el análisis de los errores permite comprender las dificultades del aprendizaje y orientar experiencias que estimulen la revisión consciente de las decisiones matemáticas.

En relación con la mediación tecnológica, las voces docentes permiten interpretar la importancia de conservar la participación reflexiva del estudiante durante la resolución de situaciones matemáticas. El Docente 1 advierte que la tecnología puede favorecer la distracción, mientras que el Docente 3 reconoce la necesidad de exteriorizar la estructura lógica de los procedimientos y aprovechar las equivocaciones para construir nuevas estrategias. Estas experiencias permiten comprender que la integración del pensamiento computacional requiere favorecer la organización de los procesos, la revisión de las decisiones y la verificación de soluciones. En este escenario, la retroalimentación adquiere sentido mediante la identificación de dificultades y la orientación de nuevas

posibilidades de resolución, en correspondencia con las apreciaciones del Docente 2 sobre la reflexión pedagógica.

Finalmente, la contrastación de los testimonios docentes y los referentes teóricos permite comprender que la resignificación del error constituye un componente relevante para el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática. Su reconocimiento como insumo pedagógico favorece la revisión de conocimientos anteriores, la identificación de dificultades y la construcción de procedimientos fundamentados. Asimismo, la mediación docente ofrece oportunidades para que el estudiante examine sus decisiones, explique sus estrategias y participe conscientemente en la búsqueda de soluciones. En articulación con el pensamiento computacional, estas experiencias permiten interpretar el valor de la revisión sistemática de los procedimientos como posibilidad para fortalecer la autonomía intelectual y la comprensión del conocimiento matemático.

Figura 11

Red analítica de la categoría Resignificación del error como insumo, de la Dimensión Praxis Pedagógica Post-pandemia



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

La representación gráfica sintetiza la resignificación del error como insumo para el aprendizaje matemático, mediante la articulación de las experiencias docentes con los referentes teóricos que sustentan la investigación. Su organización contempla el reconocimiento de las equivocaciones como oportunidades para comprender los procesos de pensamiento del estudiante, identificar dificultades y orientar la retroalimentación pedagógica. Asimismo, integra los aportes de Bachelard (2000), Brousseau (1997) y De la Torre (2004), relacionados con la revisión de conocimientos anteriores, la comprensión de los errores y su aprovechamiento educativo. Estos componentes convergen en una síntesis que vincula la reflexión, la construcción de estrategias y la mediación pedagógica con el desarrollo del razonamiento matemático.

En correspondencia con esta organización, la categoría “Resignificación del error como insumo” permite comprender las significaciones que los docentes atribuyen a las equivocaciones durante la enseñanza de la matemática. Las experiencias compartidas reconocen su utilidad para identificar conocimientos previos, examinar procedimientos y orientar nuevas posibilidades de resolución, mientras que la retroalimentación favorece la reflexión del estudiante sobre sus decisiones. De igual manera, la revisión de estrategias encuentra articulación con el pensamiento computacional mediante la organización lógica de los procedimientos y la verificación de soluciones. Así, la interpretación de esta categoría permite reconocer el error como un componente de la mediación pedagógica que contribuye al fortalecimiento del razonamiento, la argumentación y la autonomía intelectual.

En este entramado de significaciones, las experiencias docentes permiten comprender que la resignificación del error también involucra la disposición del estudiante para afrontar las dificultades y perseverar en la búsqueda de soluciones matemáticas. El reconocimiento de las equivocaciones como oportunidades de aprendizaje favorece la revisión de los procedimientos y la construcción de explicaciones que permitan fundamentar las decisiones adoptadas. En este proceso, la argumentación matemática encuentra posibilidades de fortalecimiento mediante el examen de las estrategias, la identificación de inconsistencias y la validación de los resultados. De este modo, la mediación pedagógica orientada al aprovechamiento del error contribuye a una

participación más reflexiva y autónoma del estudiante en la construcción del conocimiento matemático.

Tabla 14

Tabla resumen de la categoría: Resignificación del error como insumo

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Insumo didáctico de alto valor. • Ventana al pensamiento. • Laboratorio de seguridad psicológica. • Retroalimentación constante • Auto-superación • Motor dinámico. • Pensamiento crítico. • Construcción de sentido	Resignificación del error como insumo	Error como Nodo de reaprendizaje

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Categoría: Gestión de la frustración en el aprendizaje.

La gestión de la frustración en el aprendizaje de las matemáticas emerge como un aspecto relevante para comprender las experiencias que acompañan la construcción del conocimiento. El análisis de los testimonios docentes permite interpretar que las dificultades emocionales pueden relacionarse con la percepción del error, la disposición para perseverar y las expectativas de respuesta inmediata durante la resolución de problemas. El Docente 1, advierte una preocupante prisa por terminar y una menor perseverancia "...volví a ver estudiantes con mucha prisa por terminar, pero con menos perseverancia para solucionar una situación; en esto la matemática puede ayudar a recuperar el hábito de pensar con calma, de manera ordenada y lógica", apreciación que permite comprender la importancia de favorecer experiencias pedagógicas orientadas a la reflexión, la organización del pensamiento y la perseverancia ante las dificultades matemáticas.

Esta observación encuentra correspondencia con los planteamientos de Dweck (2016) sobre la mentalidad de crecimiento, particularmente en lo relacionado con las creencias acerca de la capacidad personal y el significado atribuido al esfuerzo durante el aprendizaje. En sus palabras: "El esfuerzo es lo que hace que seas inteligente o capaz. Si ya lo fueras, no necesitarías esforzarte. Por consiguiente, el error es una amenaza

directa a la identidad del estudiante” (p. 32). La relación entre este referente y la experiencia docente permite interpretar que las percepciones sobre las propias capacidades pueden influir en la disposición del estudiante para enfrentar dificultades, revisar sus procedimientos y continuar participando en la construcción del conocimiento matemático.

En correspondencia con estas experiencias, los docentes reconocen la importancia de acompañar las emociones que intervienen en el aprendizaje. En este sentido, el Docente 4 describe su labor como un carrusel de emociones al afirmar: “para enseñar matemática no basta con explicar... hay reconocer el carrusel de emociones que se hacen presente en este proceso de enseñanza”, apreciación que permite comprender la mediación pedagógica como una experiencia que integra el acompañamiento cognitivo y la comprensión de las vivencias del estudiante. Esta interpretación encuentra relación con los planteamientos de Vygotsky sobre la Zona de Desarrollo Próximo, en cuanto al valor de la orientación docente y la interacción durante la construcción de aprendizajes, sin atribuir directamente a este concepto una teoría específica de regulación emocional.

Por su parte, el Docente 3, refuerza esta idea al proponer el error como una "manera de ver una nueva oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad", expresión que permite comprender las equivocaciones como posibilidades para revisar procedimientos y construir nuevas estrategias. Esta apreciación encuentra correspondencia con los aportes de Metcalfe (2017) sobre el aprendizaje a partir de los errores y las condiciones que favorecen su aprovechamiento educativo. Según Metcalfe (2017): “La generación de errores, seguida de una corrección inmediata, conduce a una retención y comprensión superior que el aprendizaje libre de errores, siempre que la frustración sea canalizada hacia la curiosidad” (p. 4). Su articulación con el testimonio docente permite interpretar la importancia de la retroalimentación para orientar la reflexión y la perseverancia.

Asimismo, la contrastación de las experiencias permite reconocer la importancia de las percepciones que los estudiantes construyen acerca de la matemática. El Docente 2 identifica que el “Mi experiencia ha sido enriquecedora y retadora, puesto que he

acompañado a mis estudiantes en procesos diversos, enfrentándome al desafío de que mis estudiantes cambien la visión negativa que muchas tienen de la matemática”, apreciación que sitúa la transformación de estas percepciones entre los desafíos de la mediación pedagógica. En relación con el pensamiento computacional, el Docente 4, menciona que, al usar algoritmos y procesos secuenciales, el razonamiento se vuelve "transparente", lo que permite considerar las posibilidades de organizar procedimientos, identificar dificultades y orientar la revisión de las estrategias utilizadas durante la resolución de problemas.

Esta interpretación encuentra una relación complementaria con los planteamientos de Sweller (1988) sobre la carga cognitiva y la organización de la información durante el aprendizaje. El autor afirma que "la instrucción debe diseñarse para reducir la carga cognitiva extraña, permitiendo que los recursos mentales se concentren en la resolución de problemas y la creación de esquemas" (p. 259). En el contexto de la categoría, la descomposición de situaciones matemáticas y la organización secuencial de procedimientos pueden comprenderse como posibilidades pedagógicas para facilitar el tratamiento de la información. Su relación con la gestión de la frustración requiere interpretarse a partir de las experiencias docentes, considerando que la organización cognitiva y las respuestas emocionales corresponden a procesos relacionados, aunque diferenciados.

Finalmente, la voz del Docente 1, introduce un elemento asociado a las experiencias educativas posteriores a la pandemia: "Después de la pandemia, la escuela quedó con un reto: estudiantes hiperconectados, pero a veces menos concentrados". Esta apreciación permite comprender las preocupaciones docentes sobre la concentración y la disposición para desarrollar procesos reflexivos. La triangulación con el Docente 3, sugiere que, aunque la tecnología es necesaria, debe entrar al aula "cuando el estudiante ya construyó sentido". Esta interpretación encuentra correspondencia con los planteamientos de Mayer (2020), quien advierte que:

La capacidad de la memoria de trabajo humana es severamente limitada; cuando se presentan demasiados elementos extraños a través de un diseño instruccional deficiente o distractores ambientales, se produce una sobrecarga cognitiva que impide el procesamiento profundo y el aprendizaje significativo. (p. 54).

En correspondencia con estos planteamientos, la integración pedagógica de la tecnología requiere considerar las condiciones que favorecen la comprensión y la participación reflexiva del estudiante. La contrastación permite interpretar que la gestión de la frustración involucra el acompañamiento de las experiencias emocionales, la revisión de los errores y la organización de estrategias para afrontar las dificultades matemáticas. En este proceso, el pensamiento computacional ofrece posibilidades para descomponer problemas, estructurar procedimientos y verificar soluciones, mientras que la mediación docente orienta la perseverancia y la construcción de explicaciones fundamentadas. Estos elementos permiten comprender la relación de la categoría con el desarrollo del razonamiento, la argumentación matemática y la autonomía intelectual.

Tabla 15

Cuadro de Información de la categoría: Gestión de la frustración en el aprendizaje.

Informante	Información
Docente 1	...volví a ver estudiantes con mucha prisa por terminar, pero con menos perseverancia para solucionar una situación; en esto la matemática puede ayudar a recuperar el hábito de pensar con calma, de manera ordenada y lógica. Después de la pandemia, la escuela quedó con un reto: estudiantes hiperconectados, pero a veces menos concentrados.
Docente 4	para enseñar matemática no basta con explicar... es necesario reconocer el carrusel de emociones que se hacen presente en este proceso de enseñanza.
Docente 3	manera de ver una nueva oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad. cuando el estudiante ya construyó sentido.
Docente 2	Mi experiencia ha sido enriquecedora y retadora, puesto que he acompañado a mis estudiantes en procesos diversos, enfrentándome al desafío de que mis estudiantes cambien la visión negativa que muchas tienen de la matemática
Dweck (2016)	El esfuerzo es lo que hace que seas inteligente o capaz. Si ya lo fueras, no necesitarías esforzarte. Desde esta Por consiguiente, el error es una amenaza directa a la identidad del estudiante.
Metcalfe (2017)	La generación de errores, seguida de una corrección inmediata, conduce a una retención y comprensión superior que el aprendizaje libre de errores, siempre que la frustración sea canalizada hacia la curiosidad.
Sweller (1988)	la instrucción debe diseñarse para reducir la carga cognitiva extraña, permitiendo que los recursos mentales se concentren en la resolución de problemas y la creación de esquemas.
Mayer (2020)	La capacidad de la memoria de trabajo humana es severamente limitada; cuando se presentan demasiados elementos extraños a través de un diseño instruccional deficiente o distractores ambientales, se produce una sobrecarga cognitiva que impide el procesamiento profundo y el aprendizaje significativo.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre perseverancia, gestión de la frustración, carga cognitiva y regulación emocional en el aprendizaje. Tabla elaborada de la autora.

Las voces de quienes habitan la enseñanza secundaria coinciden en un

diagnóstico alarmante: la rapidez ha suplantado al sentido. La cultura de la inmediatez, alimentada por una era de gratificación instantánea y notificaciones constantes, ha erosionado la capacidad del estudiante para sostener la tensión que exige el razonamiento lógico. Esta prisa por terminar no es otra cosa que el síntoma de una baja tolerancia a la duda, donde el error es percibido como un estigma personal y no como la huella necesaria de un proceso mental en desarrollo.

Desde una mirada crítica, se observa que la frustración surge con mayor virulencia cuando el estudiante se enfrenta a la ausencia de moldes preestablecidos, es allí, cuando el bloqueo aparece en el momento exacto en que la receta o la fórmula mecánica fallan. Por ello, el docente debe ejercer una mediación que es, ante todo, un ejercicio de contención en un carrusel de emociones. La teoría enseña que el esfuerzo es el pilar de la inteligencia, pero para el aprendiz actual, ese mismo esfuerzo es a menudo interpretado como una prueba de incapacidad. Redefinir esta relación con la dificultad implica transformar el error en un insumo didáctico; es decir, dejar de ver el fallo como un callejón sin salida para entenderlo como una señal que obliga a la revisión de la estrategia propia. La verdadera autonomía intelectual nace cuando el alumno acepta que el pensar es un acto lento y, por momentos, incómodo.

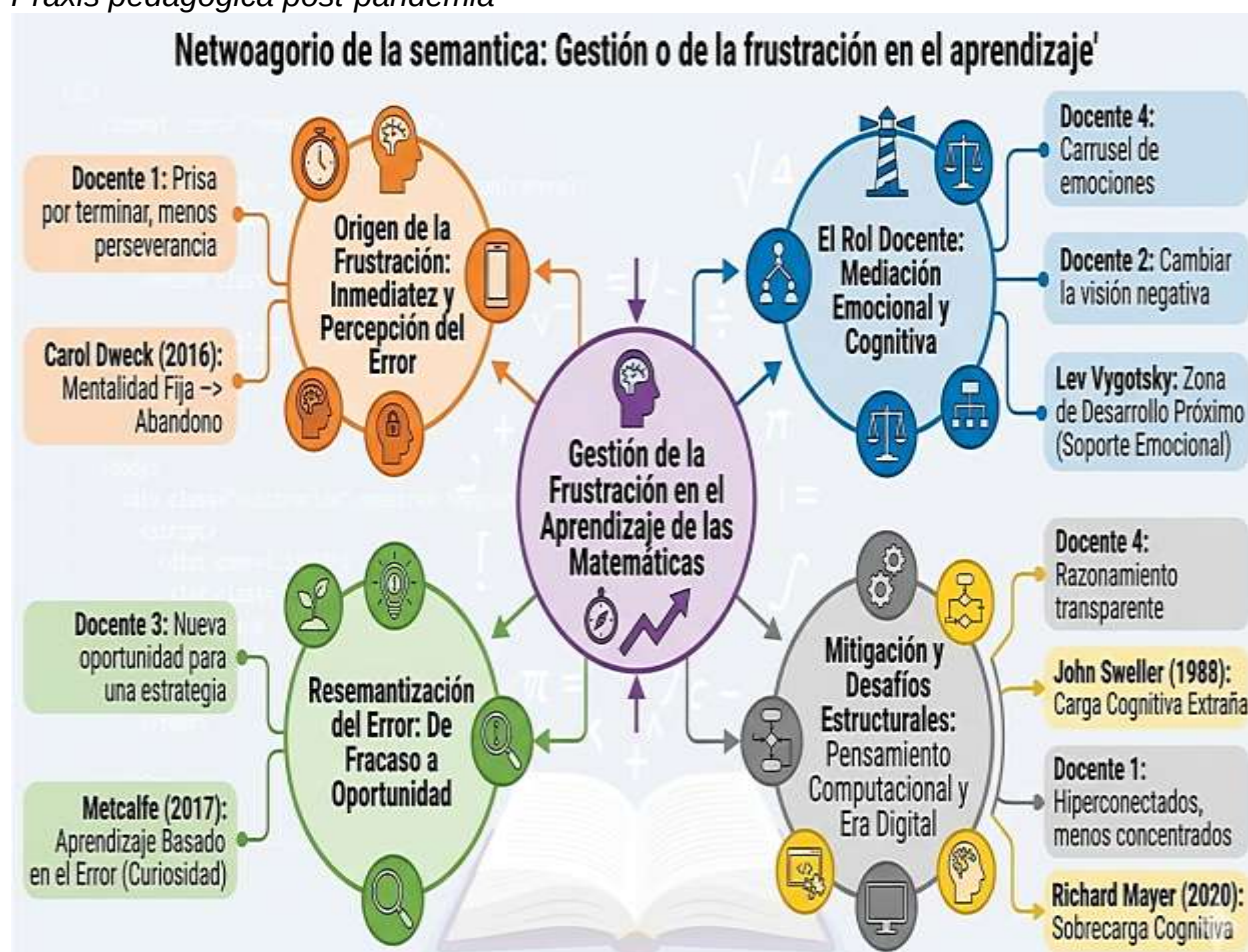
La incursión de la tecnología en este entramado añade una complejidad paradójica. Por un lado, ofrece herramientas de visualización y automatización que prometen democratizar el saber; por otro, genera una apariencia de éxito que puede ser profundamente engañosa. Cuando el estudiante delega el razonamiento al dispositivo para evitar el agobio de la incertidumbre, la competencia matemática se debilita. El riesgo reside en que la herramienta digital se convierta en un analgésico para la frustración en lugar de ser un catalizador del pensamiento crítico. Un aprendizaje que no atraviesa el filtro de la reflexión y la argumentación es un aprendizaje frágil, vulnerable al olvido y desprovisto de sentido práctico.

En consecuencia, la gestión de la frustración debe constituirse en el eje transversal de una nueva pedagogía de la racionalidad, pues su propósito es fortalecer la estructura lógica del estudiante para que aprenda a habitar la dificultad con orden y

calma. El pensamiento computacional, al proponer la descomposición de lo complejo en partes manejables, se presenta como una alternativa poderosa para hacer el razonamiento transparente y reducir la angustia del bloqueo. En última instancia, educar en matemáticas hoy es un acto de rebeldía contra la superficialidad; es invitar al estudiante a recuperar el hábito de pensar con paciencia, transformando el obstáculo en la piedra angular de su propia formación como ciudadano crítico y resiliente.

Figura 12

Red analítica de la categoría Gestión de la frustración en el aprendizaje, de la Dimensión Praxis pedagógica post-pandemia



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

Por tanto, la imagen revela que la *gestión de la frustración* en el aprendizaje matemático ha dejado de ser un componente periférico para convertirse en un eje central de la *mediación emocional y cognitiva*. Desde mi experiencia docente, observo que la

mentalidad fija de los estudiantes, alimentada por la *cultura de la inmediatez*, detona el abandono ante el primer obstáculo, percibiendo el fallo como una amenaza a su identidad. No obstante, *la re-semantización del error* como una nueva oportunidad permite canalizar esa angustia hacia la curiosidad, siempre que se apliquen estrategias de *mitigación de la carga cognitiva* como el *pensamiento computacional*. Este enfoque permite que el razonamiento se vuelva transparente, ayudando al alumno a habitar la dificultad con calma y a recuperar la concentración en un entorno de sujetos *hiperconectados*. En definitiva, el éxito reside en transformar el *carrusel de emociones* del aula en un proceso de *construcción de sentido* donde el esfuerzo sea validado como el único fundamento real de la inteligencia.

Tabla 16

Tabla resumen de la categoría: gestación de la frustración en el aprendizaje

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Gestión de la frustración • Mediación emocional y cognitiva. • Mentalidad fija. • Cultura de la inmediatez. • Re-semantización del error. • Mitigación de la carga cognitiva. • Pensamiento computacional. • Hiperconectados. • Carrusel de emociones. • Construcción de sentido.	Gestación de la frustración en el aprendizaje	Resiliencia intelectual

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Dimensión: Estructuración del Pensamiento Computacional (PC)

La estructuración del pensamiento computacional representa un eje articulador fundamental en la educación contemporánea, pues trasciende la mera alfabetización digital para constituirse como una estrategia cognitiva esencial en la resolución de problemas complejos dentro del aula. Esta dimensión se propone describir cómo el estudiante de educación media logra organizar y reconfigurar sus procesos mentales para enfrentar desafíos académicos y cotidianos, partiendo de la descomposición de problemas en unidades mínimas y manejables que reducen la incertidumbre operativa. Al integrar esta capacidad con el reconocimiento de patrones y regularidades, el educando desarrolla una estructura heurística que le permite identificar analogías entre

situaciones diversas, facilitando la transferencia de soluciones previas a contextos inéditos.

En este sentido, el pensamiento algorítmico, especialmente cuando se aborda desde una modalidad desenchufada, fomenta una lógica secuencial y ordenada que precede cronológica y cognitivamente a cualquier lenguaje de código o herramienta de verificación tecnológica. Esta base lógica permite que la abstracción y el modelado de datos funcionen como herramientas de síntesis conceptual que ayudan a filtrar lo accesorio para concentrarse en las variables determinantes del fenómeno en estudio. De este modo, la estructuración del pensamiento computacional se aleja de la simple mecanización instrumental para consolidarse como una competencia cognitiva superior, la cual permite al estudiante transitar con éxito desde el razonamiento lógico-matemático tradicional hacia la creación de soluciones innovadoras y estructuradas en la realidad digital contemporánea.

Categoría: Descomposición de problemas complejos.

La fragmentación de la complejidad no es un acto de inteligencia analítica que permite al estudiante desarmar la opacidad de un desafío para develar su estructura interna más allá de un aspecto técnico. En el contexto de la educación media, esta capacidad se erige como el puente necesario entre la intuición y la formalización lógica, permitiendo que el razonamiento matemático deje de ser una ejecución mecánica de algoritmos para transformarse en un ejercicio de pensamiento computacional consciente.

En este sentido, la descomposición, entendida como la habilidad de segmentar un todo en partes manejables, encuentra su validación inicial en la voz del Docente 4, quien define este proceso con precisión operativa al explicar que la descomposición ocurre cuando las estudiantes aprenden a “partir un problema complejo en subproblemas manejables, cada uno con una relación clara con el objetivo final”. Esta visión empírica armoniza con la definición fundacional de Wing (2006), quien sostiene que el pensamiento computacional es “la resolución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión del comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales

de la informática” (p. 33). Así, el aula se convierte en un laboratorio donde descomponer una situación implica estructurar el pensamiento para que cada subproblema resuelto aporte una pieza al rompecabezas de la solución global.

Esta fragmentación estratégica actúa como un antídoto contra la parálisis cognitiva que suele producirse ante problemas multidimensionales. El Docente 1, observa que la transición hacia una verdadera argumentación ocurre cuando el estudiante se detiene a realizar una disección del problema, planteándose interrogantes vitales: “¿Qué sé?, ¿Qué buscó?, ¿Qué necesito?, ¿Qué condiciones hay?”. Este ejercicio de indagación interna es lo que Polya (1945) describió como la génesis del plan de resolución, afirmando que “es necesario descomponer el problema y examinar sus partes... El análisis de la situación debe conducirnos a la formación de un plan” (p. 75). Al nombrar las partes, el estudiante toma control de la situación, pasando de ser un espectador pasivo de fórmulas a un sujeto activo que propone soluciones.

La relevancia de esta categoría también reside en su capacidad para visibilizar procesos mentales que suelen ser tácitos. El Docente 3, reflexiona profundamente sobre este punto, indicando que:

...el pensamiento computacional hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.

Esta exteriorización de la lógica es precisamente lo que Zapata (2015) defiende al argumentar que el pensamiento computacional es una competencia analítica universal, señalando que “incluye la capacidad de descomponer problemas de forma que puedan ser resueltos por un agente de procesamiento de información” (p. 18). Lo que el docente logra en el aula es, por tanto, una traducción: el paso del pensamiento abstracto a una secuencia de pasos verificables y argumentados.

Finalmente, el impacto de la descomposición se manifiesta en la seguridad y claridad del discurso del estudiante. El Docente 2 aporta una evidencia crucial al notar

que esta práctica permite a las estudiantes “ser más ordenadas, precisos y coherentes en sus explicaciones mostrando una claridad en la justificación de los procedimientos que realizan”. Se trata de obtener el resultado correcto y, al mismo tiempo, ser capaz de defender el cómo y el porqué de cada fragmento resuelto. Como sostiene Resnick (2017), “la descomposición de un problema complejo en otros más pequeños es la clave para abordar la complejidad sistémica” (p. 42). En conclusión, la triangulación entre la experiencia docente y la teoría permite afirmar que la descomposición de problemas complejos es la herramienta pedagógica que democratiza el acceso al razonamiento lógico, permitiendo que cada estudiante, mediante la fragmentación y el análisis, pueda conquistar la comprensión de lo complejo y construir una argumentación sólida y autónoma.

Tabla 17

Cuadro de Información de la categoría: Descomposición de problemas complejos

Informante	Información
Docente 4	partir un problema complejo en subproblemas manejables, cada uno con una relación clara con el objetivo final.
Docente 1	¿qué sé, qué busco, qué necesito, qué condiciones hay?
Docente 3	el pensamiento computacional hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.
Docente 2	ser más ordenadas, precisos y coherentes en sus explicaciones mostrando una claridad en la justificación de los procedimientos que realizan.
Wing (2006)	la resolución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión del comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la informática.
Polya (1945)	es necesario descomponer el problema y examinar sus partes... El análisis de la situación debe conducirnos a la formación de un plan.
Zapata (2015)	incluye la capacidad de descomponer problemas de forma que puedan ser resueltos por un agente de procesamiento de información.
Resnick (2017)	la descomposición de un problema complejo en otros más pequeños es la clave para abordar la complejidad sistémica.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre descomposición de problemas, estructuración lógica y pensamiento computacional. Tabla elaborada de por autora.

La descomposición de problemas complejos considerada como una de las facultades intelectuales más determinantes del siglo XXI, constituye un proceso de emancipación cognitiva. Cuando un estudiante se enfrenta a una situación problemática

que parece inabarcable, la tendencia natural es la parálisis o la búsqueda desesperada de una fórmula mágica. Sin embargo, la verdadera maestría pedagógica se revela cuando se logra que ese estudiante aprenda a desarmar la opacidad del desafío, identificando las piezas que lo componen para develar su organización interna. En este sentido, la fragmentación de lo complejo actúa como un puente vital entre la intuición y la formalización lógica, permitiendo que el razonamiento matemático trascienda la ejecución mecánica y se convierta en un ejercicio de pensamiento computacional plenamente consciente.

Esta visión, compartida por quienes habitan cotidianamente el aula de educación media, sugiere que la descomposición ocurre en el momento exacto en que los estudiantes comprenden que pueden partir un problema complejo en subproblemas manejables, asegurando que cada uno conserve una relación clara con el objetivo final. Es, en esencia, un laboratorio del pensamiento donde la materia se organiza de forma estructurada y el intelecto se fortalece para que cada pequeña resolución aporte una pieza sólida al rompecabezas de la solución global. Esta estrategia es una solución eficaz contra la saturación informativa y la prisa por concluir; es un ejercicio de indagación interna donde el estudiante debe detenerse a cuestionar qué sabe, qué busca y qué condiciones limitan su campo de acción. Al nombrar las partes y reconocer las variables, el estudiante deja de ser un espectador de procedimientos ajenos para convertirse en el constructor de su propia lógica.

Uno de los hallazgos más profundos en la práctica educativa actual es que este proceso de descomposición hace visibles razonamientos que anteriormente quedaban ocultos en la mente del alumno. Al exigir que se expliciten los pasos, que se identifiquen condiciones o que se represente una situación mediante un esquema, se está obligando a la inteligencia a sacar a la superficie estructuras lógicas que a menudo se utilizan de manera intuitiva pero no consciente. Esta exteriorización es fundamental porque permite la validación y la autocrítica. Se trata de hallar el resultado correcto y ser capaz de traducir el pensamiento abstracto en una secuencia de decisiones justificadas. Lo que ocurre en este espacio de reflexión constituye una alfabetización digital y lógica de orden

superior, donde la capacidad de fragmentar problemas permite que estos sean abordados por cualquier agente capaz de procesar información con rigor.

Finalmente, el impacto de cultivar esta categoría se manifiesta en una transformación del discurso y la actitud del aprendiz. Se observa una transición hacia explicaciones mucho más ordenadas, precisas y coherentes, donde la justificación de cada procedimiento brilla por su claridad. La descomposición de problemas complejos es, en última instancia, la clave para abordar la complejidad sistémica de esta era. Triangular la experiencia docente con la teoría pedagógica permite concluir que esta constituye el andamiaje que democratiza el acceso al razonamiento profundo. Al fomentar la autonomía a través del análisis y la fragmentación, se prepara a los estudiantes para comprender lo nuevo con una argumentación sólida, serena y profundamente humana, trascendiendo la simple repetición de soluciones del pasado.

Figura 13

Red analítica de la categoría Descomposición de problemas complejos, de la Dimensión Estructuración del pensamiento computacional.



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

La representación gráfica muestra las relaciones establecidas entre la fragmentación de problemas, la organización de procedimientos, la exteriorización del pensamiento y la justificación de las decisiones matemáticas. Esta imagen recoge una síntesis de los hallazgos asociados con esta categoría, destacando el razonamiento profundo, el acceso a la comprensión de situaciones complejas y el fortalecimiento de la autonomía y la argumentación matemática.

Por consiguiente, la red semántica presentada confirma que la *descomposición de problemas complejos* trasciende la mera fragmentación operativa para constituirse en un proceso de *exteriorización de la lógica*. Este mecanismo pedagógico fundamental actúa como un *antídoto contra la parálisis cognitiva*, permitiendo al estudiante transitar desde la intuición hacia la *génesis del plan* de resolución mediante una indagación metacognitiva sistemática. Al *partir un problema complejo en subproblemas manejables*, se visibilizan procesos mentales ocultos, transformando el razonamiento mecánico en un ejercicio de *pensamiento computacional* consciente. El impacto didáctico final se manifiesta en una notable *transformación del discurso*, donde las estudiantes logran ser más ordenadas y precisas, alcanzando una *claridad argumentativa* superior en la justificación de sus procedimientos.

Tabla 18

Tabla resumen de la categoría: Descomposición de problemas complejos

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
- Exteriorización de la lógica. - Antídoto contra la parálisis cognitiva. - Génesis del plan. - Partir un problema complejo en subproblemas manejables. - Pensamiento computacional. - Transformación del discurso - Claridad argumentativa	Descomposición de problemas complejos	Anatomía del problema

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Categoría: Reconocimiento de patrones y regularidades.

La triangulación de la categoría referida al reconocimiento de patrones y regularidades revela una convergencia significativa entre la práctica docente y los

fundamentos teóricos del pensamiento computacional y la educación matemática. En el quehacer académico, identificar una regularidad constituye un proceso de abstracción donde el estudiante logra detectar leyes subyacentes en una estructura aparentemente desordenada. En este sentido, el Docente 2 señala en su testimonio que el razonamiento trasciende la operatividad cuando el alumno “establezca relaciones entre conceptos, haga una buena justificación y explicación del procedimiento más allá de la aplicación de la fórmula”.

Este planteamiento se alinea con lo expuesto por Cañadas y Castro (2007), quienes sostienen que “la búsqueda de regularidades y de patrones es el primer paso para la generalización, que es una de las capacidades más potentes del pensamiento matemático” (p. 402). Así, el patrón se convierte en el eslabón que permite al estudiante transitar de lo concreto a lo general, permitiéndole construir modelos mentales más robustos.

En esta misma línea, el reconocimiento de regularidades se manifiesta como una forma de algoritmo mental, donde la secuencia lógica de una demostración matemática guarda una relación intrínseca con la lógica computacional. El Docente 3 fortalece esta idea al afirmar que “estoy seguro que las dos usan una secuencia lógica y ordenada donde el proceso anterior depende de lo que se va realizando”. Esta interdependencia procesual es lo que Wing (2006) describe al definir el pensamiento computacional como un método que “implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, recurriendo a los conceptos fundamentales de la informática” (p. 33).

De este modo, al descomponer un problema en partes más pequeñas y buscar similitudes entre ellas, el estudiante resuelve un ejercicio e identifica una estructura repetible. El Docente 4 refuerza esta visión al observar que la alta capacidad argumentativa se hace visible cuando el estudiante “logra dar ejemplos, hacer analogías o justificar decisiones utilizando una estructura lógica similar”, lo que demuestra que el patrón ha sido internalizado y es capaz de ser transferido a nuevos contextos.

No obstante, esta capacidad de detectar regularidades exige una mediación pedagógica consciente, pues la tecnología por sí sola puede eclipsar el razonamiento si se utiliza de manera meramente instrumental; el Docente 1 advierte sobre el riesgo de la inmediatez digital, señalando que la matemática debe ayudar a recuperar el hábito de pensar con calma y que el aprendizaje “no se limita a sacar resultados, es inherente aprender a ordenar ideas, justificar sus procedimientos, detectar errores y tomar decisiones según la información presentada”.(s/p)

Esta necesidad de visibilizar lo que ocurre en la mente del aprendiz es fundamental; tal como indica el Docente 3, el pensamiento computacional “hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante”. En concordancia con Zapata (2015), quien define la abstracción como “el proceso de identificar patrones y regularidades para crear representaciones simplificadas” (p. 12), Se concluye que la triangulación aquí presentada posiciona el reconocimiento de patrones como una competencia heurística esencial, capaz de permitir a los estudiantes navegar la complejidad del conocimiento contemporáneo mediante la identificación de aquello que permanece constante en medio del cambio.

Tabla 19

Cuadro de Información de la categoría: Reconocimiento de patrones y regularidades

Informante	Información
Docente 2	establezca relaciones entre conceptos, haga una buena justificación y explicación del procedimiento más allá de la aplicación de la fórmula.
Docente 3	estoy seguro que las dos usan una secuencia lógica y ordenada donde el proceso anterior depende de lo que se va realizando. hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante.
Docente 4	logra dar ejemplos, hacer analogías o justificar decisiones utilizando una estructura lógica similar.
Docente 1	no se limita a sacar resultados, es inherente aprender a ordenar ideas, justificar sus procedimientos, detectar errores y tomar decisiones según la información presentada.
Cañadas y Castro (2007)	la búsqueda de regularidades y de patrones es el primer paso para la generalización, que es una de las capacidades más potentes del pensamiento matemático.
Wing (2006)	implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, recurriendo a los conceptos fundamentales de la informática.
Zapata (2015)	el proceso de identificar patrones y regularidades para crear representaciones simplificadas.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos

sobre reconocimiento de patrones, relaciones conceptuales y estructuración lógica del razonamiento. Tabla elaborada por la autora.

La comprensión del reconocimiento de patrones y regularidades en la enseñanza de la matemática implica considerar los procesos cognitivos que permiten identificar relaciones y estructuras comunes en diferentes situaciones problemáticas. Esta capacidad favorece la interpretación de elementos constantes y variables, así como la construcción de conexiones conceptuales que otorgan sentido a los procedimientos. En este proceso, la mediación pedagógica orienta la observación, el análisis y la justificación de las decisiones matemáticas, favoreciendo una comprensión que supera la aplicación mecánica de fórmulas.

Asimismo, la identificación de regularidades permite reconocer relaciones entre situaciones aparentemente diferentes y establecer generalizaciones que pueden utilizarse en nuevos contextos. Cuando el estudiante comprende las razones que fundamentan un procedimiento, encuentra posibilidades para explicar sus decisiones y reconocer la estructura matemática que las sustenta. Estas experiencias contribuyen a la construcción de conocimientos mediante procesos de abstracción, comparación e interpretación, en los cuales el razonamiento se desarrolla a partir de la comprensión de las relaciones conceptuales.

La identificación de regularidades encuentra correspondencia con el pensamiento computacional mediante la descomposición de problemas, la abstracción y la organización de secuencias lógicas. Estos procesos favorecen el reconocimiento de relaciones entre los componentes de una situación matemática y la construcción de procedimientos coherentes para su resolución. Asimismo, la explicación de los pasos permite exteriorizar el razonamiento y examinar los fundamentos de cada decisión, contribuyendo a la formulación de generalizaciones y a la construcción de argumentos matemáticos fundamentados.

En relación con la mediación tecnológica, el reconocimiento de patrones requiere una orientación pedagógica que favorezca la participación reflexiva del estudiante. La disponibilidad de respuestas inmediatas puede limitar el análisis cuando los procedimientos se delegan a los dispositivos sin examinar su fundamentación. Por ello,

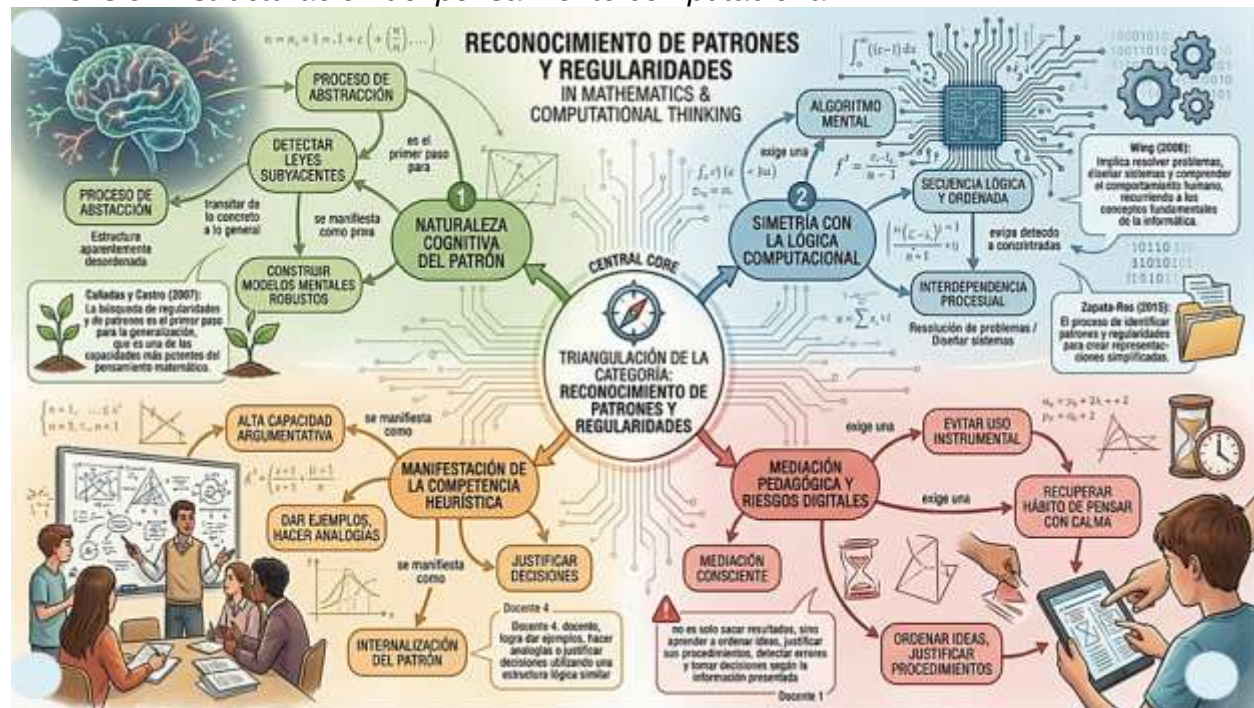
la intervención docente resulta importante para orientar los recursos digitales hacia la exploración de regularidades, la identificación de relaciones y la verificación de soluciones, procurando que el estudiante conserve su participación consciente en la construcción del conocimiento.

De igual manera, la articulación entre el pensamiento computacional y el razonamiento matemático permite considerar la importancia de organizar la información, identificar secuencias y examinar las relaciones que intervienen en la resolución de problemas. La exploración de patrones mediante recursos tecnológicos puede favorecer la visualización de estructuras y la comprobación de regularidades, siempre que responda a una intencionalidad pedagógica orientada a la comprensión. En este proceso, la mediación docente acompaña la formulación de conjeturas, la revisión de procedimientos y la justificación de los resultados obtenidos.

Finalmente, el reconocimiento de patrones y regularidades permite comprender la importancia de identificar estructuras comunes, establecer generalizaciones y construir estrategias para resolver situaciones matemáticas. Su desarrollo favorece la articulación entre la observación, la abstracción y la argumentación, mediante la formulación de conjeturas y la justificación de procedimientos. En consecuencia, esta categoría aporta elementos para comprender el fortalecimiento del razonamiento, la argumentación matemática y la autonomía intelectual mediante experiencias pedagógicas que promuevan la reflexión y la construcción consciente del conocimiento.

Figura 14

Red analítica de la categoría Reconocimiento de patrones y regularidades, de la Dimensión Estructuración del pensamiento computacional



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

La gráfica estructura los aportes de los referentes teóricos y las voces docentes, frente a la categoría descrita, estableciendo relaciones entre la abstracción, la identificación de patrones, la construcción de modelos mentales y la organización de secuencias lógicas. Asimismo, recoge aspectos de la mediación docente vinculados con la reflexión, la organización del pensamiento y el uso consciente de la tecnología y presenta las conexiones interpretativas que sustentan los hallazgos de esta categoría dentro del proceso de construcción del constructo teórico.

No obstante, la matriz revela que el *reconocimiento de patrones* es un proceso de *abstracción* que permite transitar de lo concreto a la *generalización* matemática. Los códigos sustantivos destacan la existencia de un *algoritmo mental* basado en una *secuencia lógica y ordenada*, donde la *interdependencia procesual* visibiliza el razonamiento antes oculto. Esta *competencia heurística* se manifiesta en la *transferencia de contextos* y la capacidad de realizar *analogías* justificadas. No obstante, se subraya la necesidad de una *mediación pedagógica consciente* para evitar el uso instrumental de

la tecnología, priorizando el *hábito de pensar con calma* y la *construcción de modelos mentales robustos* sobre la simple obtención de resultados inmediatos.

Tabla 20

Tabla resumen de la categoría: Reconocimiento de patrones y regularidades

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Abstracción • Generalización • Algoritmo mental • Secuencia lógica y ordenada • Interdependencia procesual • Competencia heurística • Transferencia de contextos • Analogías • Mediación pedagógica consciente • Uso instrumental • Hábito de pensar con calma • Construcción de modelos mentales robustos	Reconocimiento de patrones y regularidades	Intuición estructural

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Categoría: Pensamiento algorítmico desenchufado

Al realizar una triangulación de las voces de los actores sociales consultados, se hace evidente que el algoritmo es percibido como una estructura mental preexistente y una facultad de organización lógica. Esta visión coincide con la postura de Knuth (1997), quien define al algoritmo como un “conjunto finito de reglas que da una secuencia de operaciones para resolver un tipo específico de problema” (p. 4). En este sentido, el Docente 1 aporta una observación empírica fundamental al señalar que:

...los estudiantes ya tienen algoritmos en la cabeza; a veces son algoritmos errados o informales, pero son secuencias que ellos repiten porque sienten que les funcionan. Mi trabajo es ayudarlos a que esos pasos sean conscientes, lógicos y que los puedan nombrar

Esta toma de conciencia de la estructura lógica es lo que permite que el estudiante transite de una ejecución mecánica a una comprensión profunda de la matemática. De este modo, en la práctica de aula, la categoría de pensamiento algorítmico desenchufado se manifiesta a través de procesos de descomposición y abstracción que no requieren

de una pantalla para ser validados. El Docente 3 sostiene que:

...el pensamiento computacional hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.

Esta capacidad de sacar a la superficie la lógica interna es lo que Wing (2006) denomina el núcleo del pensamiento computacional, el cual implica “abstracciones que se eligen para que el proceso de resolución de problemas sea eficiente” (p. 35). Para los docentes, el trabajo analógico con diagramas, tablas o simplemente la palabra, obliga al estudiante a nombrar cada decisión, evitando que el dispositivo electrónico asuma la carga cognitiva que le corresponde al alumno.

La triangulación revela, además, que existe una relación intrínseca entre la argumentación matemática y la secuencia lógica del algoritmo. El Docente 2 explica que “para mí la relación que hay entre una demostración y la lógica detrás de una secuencia computacional es que ambos siguen una estructura lógica, ordenada y secuencial que permite llegar a una conclusión válida”, añadiendo que los cambios en los estudiantes son perceptibles porque “pueden ser más ordenadas, precisos y coherentes en sus explicaciones mostrando una claridad en la justificación de los procedimientos que realizan”. Este orden secuencial permite que el error sea comprendido como un punto de depuración. o *debugging* cognitivo. El Docente 4 refuerza esta idea al advertir sobre los riesgos de la digitalización sin propósito, afirmando que “el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia”.

Finalmente, el análisis sugiere que el pensamiento algorítmico desenchufado es una alfabetización necesaria que precede y fortalece el uso de cualquier tecnología, tal y como indica Zapata (2015), esta forma de pensar se basa en “la resolución de problemas y el diseño de sistemas que se basan en los conceptos fundamentales de la informática” (p. 3), pero su valor reside en la autonomía intelectual que genera. Los

actores sociales coinciden en que la verdadera nueva cara del razonamiento en la era digital radica en la capacidad humana de estructurar problemas de manera que puedan ser comunicados, verificados y replicados.

Al final del día, el aula de matemáticas se convierte en un laboratorio de pensamiento donde, en palabras del Docente 4, “la matemática constituye, ante todo, un modo de pensar, nos enseña a analizar situaciones, a buscar relaciones, a argumentar y a no aceptar afirmaciones sin fundamento”. Esta premisa se materializa cuando el estudiante deja de ser un receptor pasivo de fórmulas para convertirse en el experto de su propia ruta lógica, un proceso que la Docente 1 refuerza al obligar al alumno a “nombrar pasos y decisiones” de manera analógica, asegurando que el conocimiento sea tangible y no una mera apariencia de éxito mediada por la tecnología.

De este modo, la triangulación de saberes revela que el pensamiento algorítmico desenchufado es la llave que permite “sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente”, como bien señala el Docente 3, permitiendo que las estudiantes sean “más ordenadas, precisas y coherentes en sus explicaciones”, según la observación del Docente 2. En última instancia, esta formación trasciende el aula: al dotar al estudiante de un lenguaje para comprender el mundo y de una metodología para desglosar la complejidad, la educación matemática cumple su función más noble: formar ciudadanos con un juicio crítico inquebrantable y una capacidad soberana para resolver los problemas de su realidad.

Tabla 21 (Cont.)

Cuadro de Información de la categoría: Pensamiento algorítmico desenchufado

Informante	Información
Docente 1	los estudiantes ya tienen algoritmos en la cabeza; a veces son algoritmos errados o informales, pero son secuencias que ellos repiten porque sienten que les funcionan. Mi trabajo es ayudarlos a que esos pasos sean conscientes, lógicos y que los puedan nombrar. nombrar pasos y decisiones.
Docente 3	el pensamiento computacional hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.

	sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.
Docente 2	para mí la relación que hay entre una demostración y la lógica detrás de una secuencia computacional es que ambos siguen una estructura lógica, ordenada y secuencial que permite llegar a una conclusión válida. pueden ser más ordenadas, precisos y coherentes en sus explicaciones mostrando una claridad en la justificación de los procedimientos que realizan. más ordenadas, precisas y coherentes en sus explicaciones.
Docente 4	el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia. la matemática constituye, ante todo, un modo de pensar, nos enseña a analizar situaciones, a buscar relaciones, a argumentar y a no aceptar afirmaciones sin fundamento.
Knuth (1997)	conjunto finito de reglas que da una secuencia de operaciones para resolver un tipo específico de problema.
Wing (2006)	abstracciones que se eligen para que el proceso de resolución de problemas sea eficiente.
Zapata (2015)	la resolución de problemas y el diseño de sistemas que se basan en los conceptos fundamentales de la informática.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre pensamiento algorítmico, secuenciación lógica y explicitación del razonamiento matemático. Tabla elaborada por la autora.

El pensamiento algorítmico desenchufado constituye una posibilidad pedagógica para fortalecer la comprensión de los procesos que intervienen en la construcción del conocimiento matemático. Su importancia radica en favorecer que el estudiante organice sus ideas, examine las relaciones entre los componentes de un problema y establezca procedimientos fundamentados antes de recurrir a herramientas digitales. Las experiencias docentes permiten interpretar que la disponibilidad de respuestas inmediatas puede limitar la reflexión cuando el estudiante delega sus decisiones al dispositivo. En este escenario, las actividades desenchufadas ofrecen oportunidades para descomponer situaciones, reconocer patrones y explicar las razones que orientan cada procedimiento.

En correspondencia con lo anterior, la construcción de algoritmos implica organizar secuencias de acciones mediante relaciones lógicas que permitan alcanzar una solución. Cuando el estudiante representa gráficamente un procedimiento o explica verbalmente los pasos utilizados, exterioriza las conexiones que sustentan su razonamiento y encuentra posibilidades para examinar su coherencia. Esta experiencia favorece el tránsito de las aproximaciones intuitivas hacia formas de representación más estructuradas, mediante las cuales puede identificar condiciones, establecer relaciones

y justificar decisiones. Así, el pensamiento algorítmico desenchufado contribuye a la comprensión de los procedimientos matemáticos y prepara al estudiante para interactuar reflexivamente con los recursos tecnológicos.

Asimismo, las actividades desenchufadas permiten comprender la importancia de hacer explícitos los procesos de pensamiento durante la resolución de problemas matemáticos. La representación manual de secuencias, la organización de instrucciones y la revisión de procedimientos ofrecen oportunidades para identificar dificultades y reconocer las razones que originan determinadas equivocaciones. En este proceso, el error constituye un insumo para examinar las decisiones adoptadas, introducir ajustes y construir nuevas estrategias de resolución. La mediación docente acompaña estas experiencias mediante orientaciones que favorecen la reflexión, la perseverancia y la comprensión de las relaciones matemáticas involucradas.

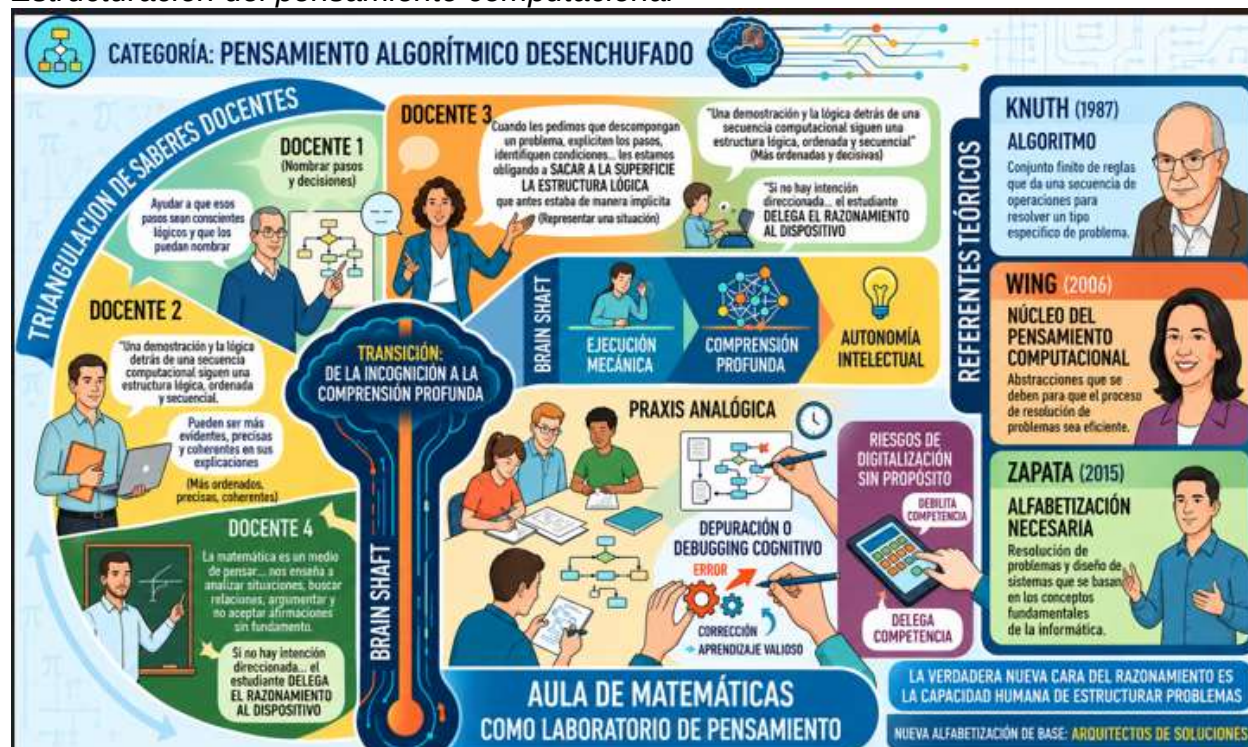
En relación con la argumentación matemática, la organización de procedimientos algorítmicos ofrece posibilidades para que el estudiante explique la secuencia de sus decisiones y fundamente la pertinencia de cada paso. La identificación de condiciones, el establecimiento de relaciones lógicas y la revisión de resultados favorecen la construcción de explicaciones coherentes que permiten examinar la validez de las soluciones. Esta articulación resulta relevante para el constructo teórico, en cuanto vincula la estructuración del pensamiento con la capacidad de justificar afirmaciones matemáticas. De esta manera, el pensamiento algorítmico desenchufado contribuye al desarrollo de experiencias pedagógicas orientadas al razonamiento, la argumentación y la autonomía intelectual.

Finalmente, la interpretación de esta categoría permite comprender que el valor pedagógico del pensamiento algorítmico desenchufado se relaciona con la participación consciente del estudiante en la construcción de procedimientos matemáticos. Su integración favorece la organización lógica, la comprensión de secuencias y la revisión reflexiva de las estrategias utilizadas. En consecuencia, la incorporación posterior de herramientas digitales puede orientarse hacia la exploración, la representación y la verificación de soluciones, mediante una intencionalidad pedagógica que preserve el

protagonismo del razonamiento humano. Estos elementos permiten reconocer la importancia de una mediación docente que articule el pensamiento computacional con la comprensión matemática y la construcción de argumentos fundamentados.

Figura 15

Red analítica de la categoría Pensamiento algorítmico desenchufado, de la Dimensión Estructuración del pensamiento computacional



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

Esto permite comprender que, el pensamiento algorítmico desenchufado constituye una *alfabetización de base* que permite la reclamación de la *soberanía cognitiva* frente a la *delegación del razonamiento* en dispositivos digitales. Los códigos sustantivos destacan el tránsito de lo intuitivo a la *comprensión profunda* mediante la práctica *analógica*, donde el estudiante se ve obligado a *nombrar pasos y decisiones*, haciendo visible la *estructura lógica* de su pensamiento. Esta metodología fomenta la *autonomía intelectual* al transformar el error en un proceso de *debugging cognitivo* o depuración reflexiva. En conclusión, el aula se redefine como un *laboratorio de pensamiento* donde la prioridad es la *capacidad humana de estructurar problemas*, asegurando que la tecnología sea un complemento y no un sustituto de la *estructura*

lógica del sujeto pensante.

Tabla 22

Tabla resumen de la categoría: Pensamiento algorítmico desenchufado

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Alfabetización de base • Soberanía cognitiva • Delegación del razonamiento • Comprensión profunda. • Práctica analógica. • Nombrar pasos y decisiones. • Estructura lógica • Autonomía intelectual • Debugging cognitivo • Laboratorio de pensamiento • Capacidad humana de estructurar problemas • Estructura lógica	Pensamiento desenchufado	algorítmico Lógica tangible

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Categoría: Abstracción y modelado de datos.

La abstracción y el modelado de datos representan, en la práctica docente contemporánea, el núcleo del pensamiento lógico necesario para transformar la enseñanza de las matemáticas. Al analizar los testimonios de los actores sociales en el contexto del aula, se evidencia que la capacidad de abstraer constituye un proceso cognitivo profundo que permite al estudiante decantar lo esencial de lo accesorio. Tal como señala Wing (2011), “la abstracción es el proceso de definir qué información es relevante para un propósito dado y qué información puede ser ignorada” (p. 3), una premisa que resuena con fuerza en las voces de los docentes, quienes coinciden en que el éxito del razonamiento matemático radica en la habilidad de identificar la estructura oculta detrás de la complejidad aparente de los problemas.

En este sentido, el Docente 4 afirma que, al plantear situaciones contextualizadas, “las estudiantes deben aprender a distinguir qué datos son verdaderamente relevantes y qué elementos pueden descartarse sin alterar el núcleo matemático”. Esta visión es complementada por el Docente 3, quien define la abstracción como el acto de “identificar datos innecesarios para dar solución oportuna a un problema”, subrayando la

importancia de la capacidad de síntesis en el razonamiento lógico.

En este proceso de modelado, el estudiante se convierte en un creador de sus propias soluciones; el uso de esquemas, diagramas y algoritmos permite que el aprendizaje trascienda la mera operatividad mecánica. Como bien explica Mora (2017), “abstraer es una función de las áreas asociativas de la corteza cerebral que permite simplificar la complejidad del mundo exterior para procesarlo de forma eficiente” (p. 112). Esta simplificación no implica una pérdida de rigor, al contrario, es una herramienta de neuroaprendizaje que permite al docente guiar al alumno hacia una comprensión significativa. Al respecto, el Docente 2, señala que el modelado “permite representar procesos mentales mediante esquemas y modelos permitiendo una comprensión y un buen razonamiento”, lo cual facilita el hallazgo de soluciones más precisas y coherentes.

Sin embargo, el despliegue de esta capacidad en el aula no está exento de tensiones; existe un debate latente entre la adopción de herramientas tecnológicas y el valor de los procesos analógicos. Algunos actores sociales advierten que, si la tecnología se introduce sin una intencionalidad pedagógica clara, el estudiante tiende a delegar el razonamiento al dispositivo. El Docente 4, advierte que “...el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia”. Esta preocupación es compartida por el Docente 1, quien prefiere el uso de “materiales físicos como diagramas en cartulina, trazas manuales, tablas de casos, todo tangible”, para evitar que la tecnología “reemplace comprensión por apariencia de éxito”.

En última instancia, la convergencia entre la abstracción y el modelado configura una nueva cara del razonamiento matemático en la era digital. Su propósito consiste en cultivar una estructura lógica intencional que prepare al estudiante para enfrentar problemas complejos fuera del entorno escolar. La verdadera evolución radica en el desarrollo de la capacidad humana para percibir patrones, organizar información y construir soluciones con autonomía. Como se ha observado, la enseñanza de las matemáticas requiere hoy un equilibrio preciso entre la tecnología que agiliza el

pensamiento y la reflexión profunda que le da sentido.

Tabla 23.

Cuadro de Información de la categoría: Abstracción y modelado de datos.

Informante	Información
Docente 4	las estudiantes deben aprender a distinguir qué datos son verdaderamente relevantes y qué elementos pueden descartarse sin alterar el núcleo matemático. el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia.
Docente 3	identificar datos innecesarios para dar solución oportuna a un problema
Docente 2	permite representar procesos mentales mediante esquemas y modelos permitiendo una comprensión y un buen razonamiento
Docente 1	materiales físicos como diagramas en cartulina, trazas manuales, tablas de casos, todo tangible, para evitar que la tecnología reemplace comprensión por apariencia de éxito
Wing (2011)	la abstracción es el proceso de definir qué información es relevante para un propósito dado y qué información puede ser ignorada
Mora (2017)	abstraer es una función de las áreas asociativas de la corteza cerebral que permite simplificar la complejidad del mundo exterior para procesarlo de forma eficiente

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre abstracción, selección de información relevante y representación de procesos para la comprensión matemática. Tabla elaborada por la autora.

La enseñanza de las matemáticas en la actualidad se sitúa frente a una encrucijada donde la capacidad de abstraer y modelar datos emerge como la competencia fundamental para interpretar la realidad. Más allá de la ejecución de algoritmos o la aplicación mecánica de fórmulas, el verdadero reto pedagógico reside en la habilidad de filtrar la saturación de información para rescatar lo esencial. Al observar las dinámicas en el aula, resulta evidente que la abstracción no es un proceso que ocurra de forma espontánea; es, en esencia, un diseño mental que requiere ser edificado mediante la constante práctica de identificar qué elementos son determinantes en un problema y cuáles son simplemente ruido contextual.

El modelado de datos, por su parte, actúa como el lenguaje mediante el cual el pensamiento se hace visible; cuando los estudiantes transforman una situación problemática en esquemas, diagramas o estructuras lógicas, están logrando un salto cognitivo que la aleja de la intuición vaga hacia la formalización de su propio razonamiento. Este ejercicio debe entenderse como una herramienta de neuroaprendizaje que simplifica la complejidad del mundo exterior para procesarlo con

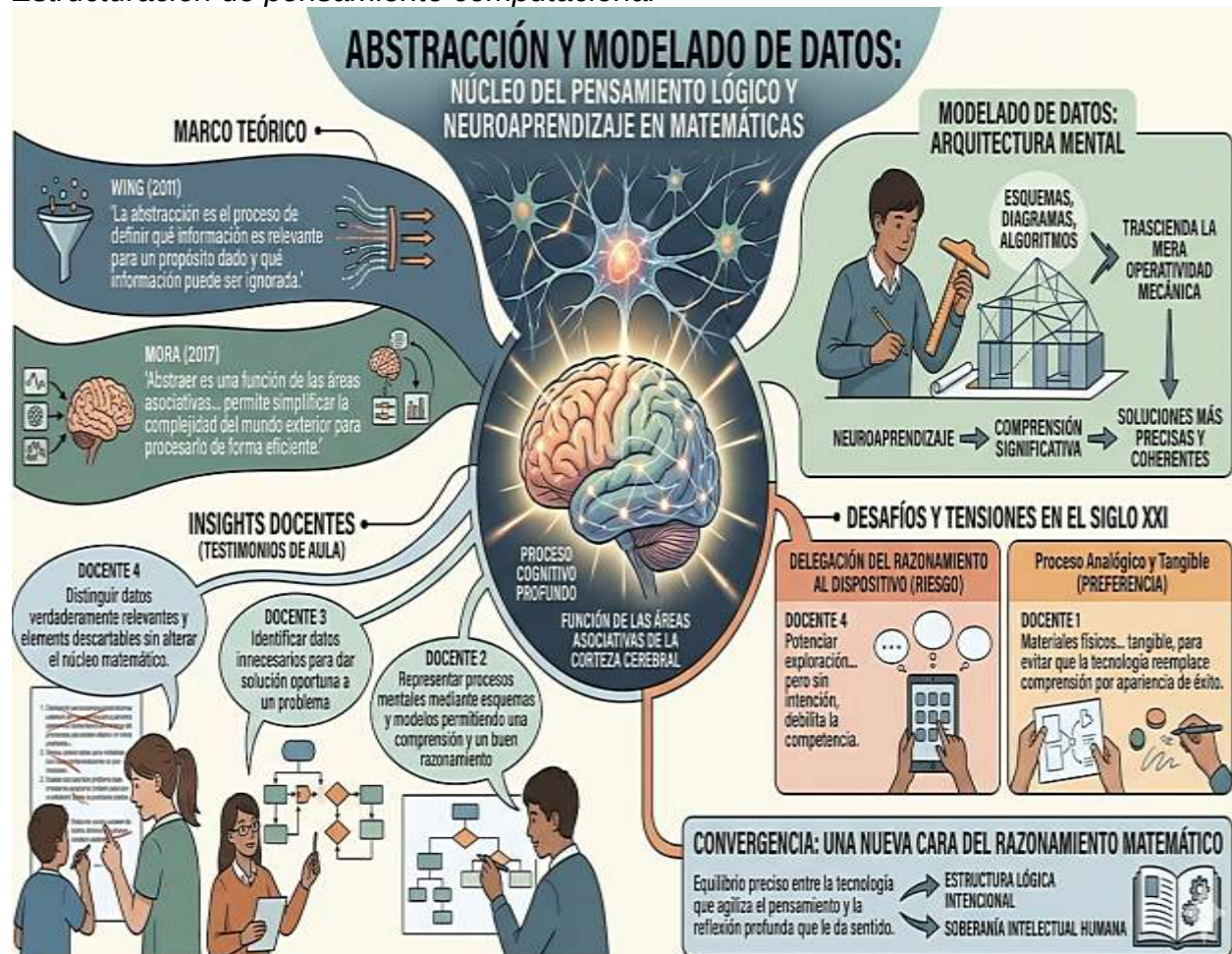
eficiencia. Sin embargo, este proceso enfrenta una resistencia crítica cuando se delega en herramientas externas; existe un riesgo latente de que la tecnología, al ser adoptada sin una intención pedagógica clara, se convierta en un atajo que sustituya el esfuerzo intelectual por la comodidad de una respuesta inmediata, generando una ilusión de competencia que se desmorona ante el mínimo cambio en las variables del problema.

Por ello, la tecnología debe ser tratada como un andamio que ha de retirarse gradualmente. La experiencia docente enseña que el camino hacia la comprensión profunda exige, con frecuencia, el retorno a lo táctil, a lo analógico, donde el estudiante se ve obligado a nombrar sus pasos y defender sus decisiones sin el respaldo de un dispositivo que resuelva la incertidumbre por él. En definitiva, la verdadera evolución del razonamiento matemático en esta era digital radica en la capacidad de mantener un pensamiento crítico y ordenado frente a la dispersión, más que en la sofisticación de los recursos empleados.

Así, la labor del docente consiste hoy en generar espacios donde el error sea visto como una oportunidad de ajuste estructural y no como un fracaso del resultado. Formar a un estudiante con capacidad de argumentación sólida implica, por tanto, cultivar una estructura lógica intencional que sea transferible a cualquier ámbito de la vida. La enseñanza debe aspirar a que el alumno sepa manejar datos y sea capaz de dotarlos de sentido, manteniendo siempre un equilibrio donde la tecnología potencie la reflexión profunda, sin desplazar el papel de la mente humana en el proceso de construcción del conocimiento.

Figura 16

Red analítica de la categoría Abstracción y modelado de datos, de la Dimensión Estructuración de pensamiento computacional



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

La gráfica organiza la articulación de los referentes teóricos, los testimonios docentes y los procesos cognitivos asociados con el aprendizaje matemático. Además, incorpora la relación entre el pensamiento lógico, la comprensión matemática y los procesos de aprendizaje, junto con las dificultades pedagógicas derivadas del uso de dispositivos tecnológicos frente a las experiencias de manipulación concreta.

En este sentido, la red manifiesta un *proceso cognitivo profundo* donde el

estudiante actúa como un *creador de soluciones*, transformando *la complejidad del mundo exterior* en *estructuras lógicas intencionales*. Los códigos sustantivos destacan la capacidad de *decantar lo esencial*, identificando datos relevantes y descartando el "ruido" para alcanzar una *comprensión significativa*. El modelado se posiciona como una herramienta de *neuroaprendizaje* que utiliza *esquemas y algoritmos* para trascender la *operatividad mecánica*, permitiendo soluciones más precisas. No obstante, emerge una tensión crítica frente a la *delegación del razonamiento*, donde la *práctica analógica y tangible* se reivindica como salvaguarda ante la *apariencia de éxito* digital. Así la categoría propone un equilibrio donde la tecnología potencia la exploración, pero la *soberanía intelectual humana* mantiene el control sobre la configuración mental y el sentido del problema.

Tabla 24

Tabla resumen de la categoría: Abstracción y modelo de datos

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Creador de soluciones • Complejidad del mundo exterior • Estructuras lógicas intencionales. • Decantar lo esencial. • Neuroaprendizaje. • Esquemas y algoritmos. • Operatividad mecánica. • Delegación del razonamiento. • Práctica analógica y tangible. • Apariencia de éxito. • Soberanía intelectual humana. • Configuración mental	Abstracción y modelo de datos	Sintetización simbólica

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Dimensión: Mediación Tecnológica-Instrumental

La Dimensión de Mediación Tecnológica-Instrumental se erige como un eje neurálgico en la investigación, dado que el tránsito hacia una pedagogía del razonamiento matemático no puede entenderse hoy al margen de la infraestructura digital que permea las aulas contemporáneas. Esta dimensión busca trascender la

concepción tradicional del computador como un simple dispositivo de apoyo o repositorio de información, para posicionarlo como un elemento coadyuvante esencial en la compleja transición semiótica que experimenta el estudiante al pasar de la aritmética convencional hacia la lógica estructurada del código.

En el actual ecosistema educativo, esta mediación se articula mediante tres componentes fundamentales que definen nuestro objeto de estudio. En primer lugar, la transición de la aritmética al código se configura como un cambio de paradigma en el que la sintaxis de los lenguajes de programación comienza a informar y estructurar el pensamiento lógico del estudiante. Simultáneamente, el computador se redefine como una herramienta de verificación, un laboratorio activo donde el educando recibe información y valida sus propias conjeturas de manera autónoma, permitiendo un ciclo de retroalimentación inmediata que fortalece el proceso de aprendizaje. No obstante, resulta imperativo mantener una postura reflexiva y crítica frente a los riesgos de la mecanización tecnológica, pues existe la posibilidad latente de que la automatización de los procesos reduzca el razonamiento a una mera ejecución algorítmica, descuidando el desarrollo de la comprensión profunda que sustenta la resolución efectiva de problemas.

A través de esta dimensión, se pretende desentrañar de qué manera la instrumentación tecnológica media, potencia o, en su defecto, limita el desarrollo de las habilidades cognitivas superiores en el aula. Se establece así un balance necesario entre la destreza técnica y la rigurosidad del pensamiento matemático, garantizando que la tecnología actúe siempre al servicio de la capacidad analítica y no como un sustituto de la reflexión intelectual del docente y del estudiante.

Categoría: Transición de la aritmética al código

La transición del pensamiento aritmético hacia el pensamiento computacional constituye una posibilidad para comprender las transformaciones que experimentan los procesos de razonamiento durante la resolución de situaciones matemáticas. Esta articulación permite avanzar de la ejecución mecánica de operaciones hacia la comprensión de relaciones, la organización de procedimientos y la justificación de

decisiones. En este proceso, el diseño de secuencias lógicas y la revisión de errores favorecen la reflexión sobre las estrategias utilizadas. Asimismo, el computador puede incorporarse como herramienta de exploración y verificación, mediante experiencias pedagógicas que permitan contrastar resultados y examinar la validez de las soluciones.

La interpretación de esta categoría encuentra correspondencia con las experiencias docentes relacionadas con la comprensión de los procedimientos matemáticos. El Docente 4 reconoce las limitaciones de una enseñanza centrada exclusivamente en la ejecución de operaciones al expresar que “cuando un estudiante realiza una operación mecánica depende del molde y no del sentido”. Esta apreciación converge con el Docente 2, quien considera necesario “organizar un proceso para resolver ejercicios, explicar procedimientos secuenciales y elaborar una estrategia para llegar a la solución de la situación”. Ambas experiencias permiten comprender la importancia de orientar el aprendizaje hacia la organización consciente de los procedimientos y la construcción de relaciones matemáticas fundamentadas.

En complementariedad, el Docente 3 reconoce que el pensamiento computacional permite a los estudiantes “sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente”. Esta apreciación permite interpretar que la organización algorítmica favorece la exteriorización de los procesos de pensamiento, mediante la identificación de condiciones, la estructuración de secuencias y la explicación de decisiones. Así, la transición hacia la lógica del código puede comprenderse como una oportunidad para fortalecer la relación entre el conocimiento aritmético y las estrategias de resolución de problemas, conservando la importancia de los fundamentos matemáticos que sustentan cada procedimiento.

En este proceso, la revisión del error constituye un componente relevante para comprender las posibilidades pedagógicas del pensamiento computacional. El Docente 1 considera fundamental que el estudiante reconozca que “el error se vuelve público... para que entiendan que fallar hace parte de aprender y que este nos enseña a razonar mejor”, apreciación que encuentra complementariedad con el Docente 3, quien interpreta la equivocación como “una manera de ver una nueva oportunidad para desarrollar una

estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad”. Estas experiencias permiten comprender que la depuración de procedimientos ofrece oportunidades para identificar dificultades, revisar decisiones y construir estrategias matemáticas fundamentadas.

La abstracción constituye otro componente importante de esta transición, particularmente por su relación con la descomposición de problemas y la identificación de estructuras comunes. Wing (2006) describe este proceso como la capacidad de “reformular problemas aparentemente difíciles en otros que sabemos cómo resolver, quizás por reducción, incrustación, transformación o simulación” (p. 33). Esta formulación permite comprender las posibilidades de organizar situaciones complejas mediante procedimientos accesibles para su resolución. En correspondencia, el Docente 2 reconoce avances en las explicaciones de los estudiantes al expresar que “pueden ser más ordenadas, precisos y coherentes en sus explicaciones mostrando una claridad en la justificación de los procedimientos que realizan”. Esta apreciación vincula la estructuración lógica con el fortalecimiento de la argumentación matemática.

No obstante, la incorporación de herramientas tecnológicas requiere una mediación pedagógica que preserve la participación reflexiva del estudiante. El Docente 4 advierte que “si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia”. Esta preocupación encuentra relación con los planteamientos de Papert (1980) sobre las posibilidades de los entornos computacionales para favorecer la construcción activa del conocimiento, particularmente mediante la elaboración de representaciones y modelos. En complementariedad, el Docente 1 considera que “si la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes; si entra antes, corre el riesgo de reemplazar comprensión por apariencia de éxito”. Estas experiencias permiten interpretar la importancia de orientar los recursos digitales hacia la comprensión y verificación de los procedimientos matemáticos.

Finalmente, la transición de la aritmética al código permite comprender la importancia de articular los conocimientos matemáticos con procesos de organización lógica, abstracción y construcción de secuencias. Esta relación ofrece posibilidades para

que el estudiante examine sus procedimientos, justifique decisiones y participe conscientemente en la resolución de problemas. Asimismo, la integración del pensamiento computacional amplía las oportunidades de formación relacionadas con los desafíos educativos contemporáneos. En este sentido, el Docente 3 reconoce la importancia de “lograr en algunos estudiantes continuar con esta labor como docente y que comprendan la importancia que tienen para las nuevas carreras del futuro”. Así, la categoría aporta elementos para comprender el fortalecimiento del razonamiento, la argumentación matemática y la autonomía intelectual

Tabla 25

Cuadro de Información de la categoría: Transición de la aritmética al código.

Informante	Información
Docente 4	cuando un estudiante realiza una operación mecánica depende del molde y no del sentido. si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia.
Docente 2	organizar un proceso para resolver ejercicios, explicar procedimientos secuenciales y elaborar una estrategia para llegar a la solución de la situación. pueden ser más ordenadas, precisos y coherentes en sus explicaciones mostrando una claridad en la justificación de los procedimientos que realizan.
Docente 3	sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente. una manera de ver una nueva oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad. lograr en algunos estudiantes continuar con esta labor como docente y que comprendan la importancia que tienen para las nuevas carreras del futuro.
Docente 1	el error se vuelve público... para que entiendan que fallar hace parte de aprender y que este nos enseña a razonar mejor. si la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes; si entra antes, corre el riesgo de reemplazar comprensión por apariencia de éxito.
Aho (2012)	Fundamenta la formulación y resolución de problemas mediante abstracciones computacionales, en correspondencia con la organización lógica y secuencial de procedimientos.
Wing (2006)	reformular problemas aparentemente difíciles en otros que sabemos cómo resolver, quizás por reducción, incrustación, transformación o simulación.
Papert (1980)	constructores de modelos.
Duval (1999)	Permite comprender la relación entre las representaciones matemáticas, la construcción de significados y la exteriorización del pensamiento
Balacheff (1987)	Contribuye a interpretar la importancia de justificar procedimientos, validar razonamientos y superar respuestas sustentadas únicamente en operaciones mecánicas.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre estructuración de procesos, construcción de modelos y transformación de problemas para favorecer la comprensión y el razonamiento. Tabla elaborada por la autora.

Análisis interpretativo: Transición del pensamiento aritmético al código

La transición del pensamiento aritmético al código constituye una transformación en las formas de comprender, organizar y expresar el razonamiento matemático, cuyos significados emergen de las experiencias compartidas por los informantes. En este proceso, la ejecución mecánica de operaciones comienza a dar paso a una estructuración lógica consciente, mediante la cual el estudiante reconoce las relaciones que sustentan sus procedimientos. Esta interpretación encuentra correspondencia con Duval (1999), quien sitúa las representaciones semióticas como elementos fundamentales de la actividad cognitiva matemática, y con Wing (2006), al considerar la reformulación de problemas como una manifestación del pensamiento computacional. En consonancia, las apreciaciones de los docentes 2, 3 y 4 permiten comprender que la organización secuencial, la exteriorización de la lógica y la construcción de sentido favorecen una relación más reflexiva con el conocimiento matemático.

En esta misma orientación, Aho (2012) aporta fundamentos para comprender el pensamiento computacional mediante la formulación de problemas y la representación de sus soluciones a través de modelos y procedimientos computacionales. Su planteamiento guarda correspondencia con las experiencias del Docente 3, quien reconoce la importancia de hacer explícita la estructura lógica utilizada intuitivamente por los estudiantes, y del Docente 2, quien destaca la organización de estrategias y la explicación secuencial de procedimientos. Asimismo, Papert (1980) permite ampliar esta comprensión al concebir al estudiante como constructor de modelos mediante experiencias de exploración y elaboración intelectual. La convergencia de estos aportes permite interpretar que el tránsito hacia el código favorece la explicitación del pensamiento, al propiciar que las relaciones matemáticas sean organizadas, examinadas y comunicadas mediante procesos conscientes que contribuyen al desarrollo del razonamiento.

Otro significado relevante emerge de la resignificación del error como posibilidad de reflexión y perfeccionamiento de los procedimientos matemáticos. Las experiencias de los docentes 1 y 3 permiten comprender que reconocer las equivocaciones, examinar

sus causas y construir nuevas estrategias constituye una oportunidad para fortalecer la autonomía intelectual del estudiante. Esta interpretación encuentra correspondencia con Papert (1980), particularmente en su aproximación al aprendizaje mediante la construcción y depuración de procedimientos, mientras que Balacheff (1987) contribuye a profundizar en la necesidad de examinar los fundamentos que permiten validar una afirmación matemática. En este sentido, el error se incorpora como un elemento que favorece la revisión consciente de los razonamientos, la identificación de inconsistencias y la elaboración de justificaciones, aspectos que vinculan la experiencia de aprendizaje con la construcción progresiva de criterios de validez matemática.

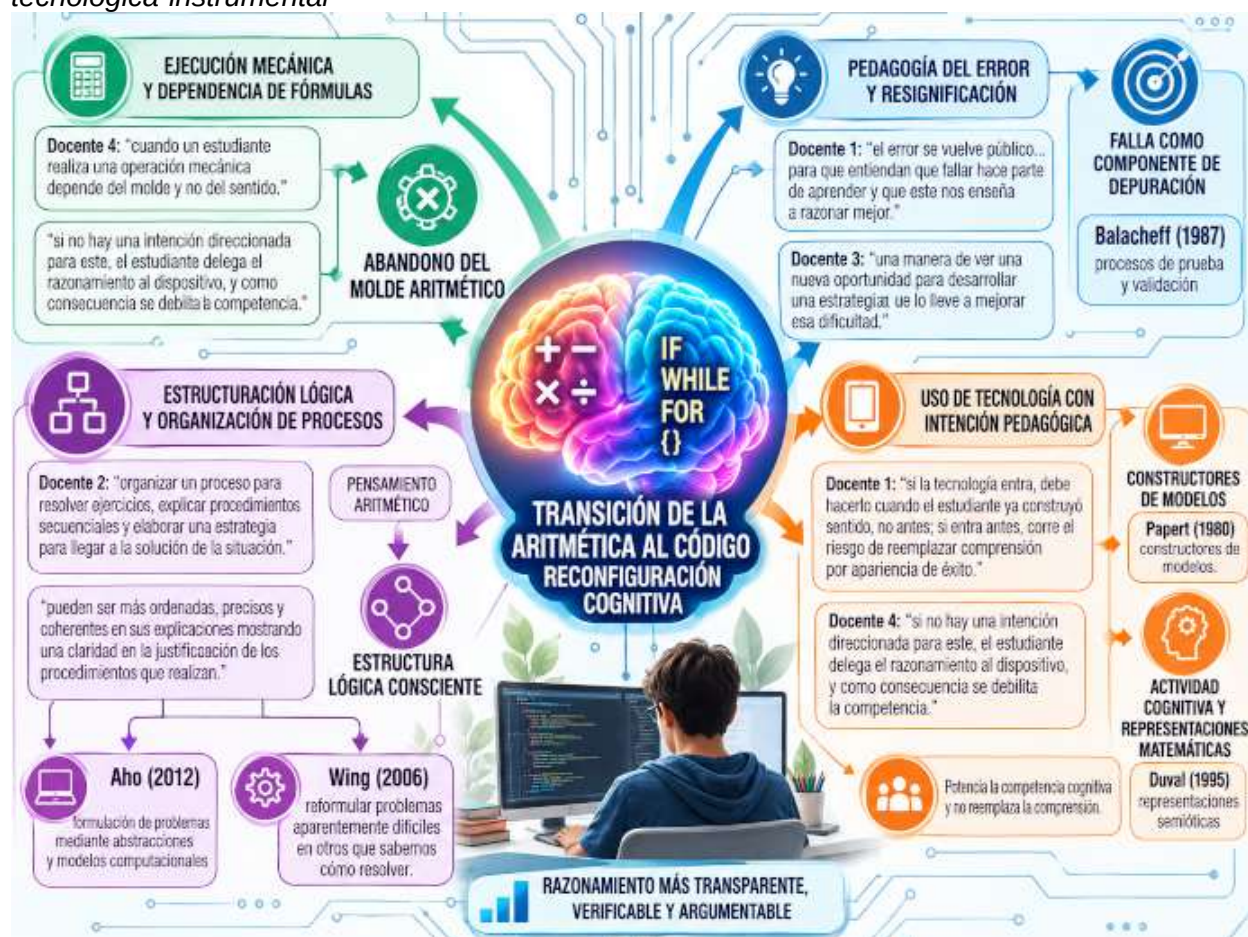
Por otra parte, las voces de los docentes 1 y 4 permiten reconocer que la incorporación de herramientas digitales requiere una intencionalidad pedagógica orientada a preservar la participación cognitiva del estudiante. Cuando la tecnología antecede a la comprensión de los procedimientos, existe el riesgo de que la ejecución automatizada sustituya la elaboración personal del razonamiento. Esta preocupación puede interpretarse a la luz de Duval (1999), considerando la importancia de la actividad cognitiva implicada en el tratamiento y la coordinación de representaciones matemáticas, así como de Aho (2012), cuyo planteamiento permite distinguir la formulación conceptual de un problema de su posterior implementación computacional. En consecuencia, la mediación docente ocupa un lugar fundamental para orientar experiencias en las que el estudiante comprenda, explique y examine las decisiones matemáticas que sustentan sus procedimientos, manteniendo una relación consciente con los recursos tecnológicos.

Finalmente, la articulación de los significados expresados por los informantes con los aportes de Wing (2006), Papert (1980), Aho (2012), Duval (1990) y Balacheff (1987) permite interpretar la transición del pensamiento aritmético al código como un proceso de fortalecimiento de la organización lógica, la comprensión matemática y la validación de procedimientos. La formulación de estrategias, la exteriorización del pensamiento y el examen de los errores convergen en experiencias que favorecen la construcción de razonamientos susceptibles de ser explicados y justificados. En el horizonte del constructo teórico, esta integración permite comprender que el pensamiento computacional ofrece posibilidades pedagógicas para promover una actividad

matemática reflexiva, en la cual el estudiante participa conscientemente en la construcción de soluciones, examina sus fundamentos y desarrolla criterios para argumentar sus decisiones con autonomía y coherencia lógica.

Figura 17

Red analítica de la categoría Transición de la aritmética al código, de la Dimensión Medición tecnológica-instrumental



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

La representación aborda la transición de la aritmética al código como un proceso de transformación cognitiva que articula el razonamiento matemático con los fundamentos del pensamiento computacional. En su estructura se integran aspectos relacionados con la superación de procedimientos mecánicos, la organización consciente de la lógica, la resignificación del error y el uso pedagógico de la tecnología. Asimismo, recoge significados provenientes de las experiencias docentes que permiten comprender cómo estos elementos contribuyen al desarrollo de un razonamiento más

estructurado, autónomo y argumentativo en el aprendizaje de las matemáticas.

En correspondencia con los significados construidos en esta categoría, la transición del pensamiento aritmético al código se comprende como un proceso de transformación cognitiva que favorece el tránsito de la mecanización operativa hacia la abstracción y estructuración lógica consciente. Esta interpretación encuentra correspondencia con Aho (2012), al reconocer la formulación de soluciones mediante procesos computacionales, y con Duval (1999), quien sitúa la coordinación de representaciones semióticas como condición fundamental para la comprensión matemática. Asimismo, la resignificación del error mediante procesos de depuración permite examinar y corregir procedimientos, en consonancia con los aportes de Balacheff (1987) sobre la validación matemática. En este entramado de significados, las experiencias docentes destacan la importancia de una mediación tecnológica intencionada, donde la construcción del sentido preceda a la ejecución automatizada, favoreciendo un razonamiento susceptible de explicación, justificación y validación.

Tabla 26

Tabla resumen de la categoría: Transición de la aritmética al código

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Reconfiguración cognitiva. • Abandono del molde aritmético. • Dependencia de fórmulas • Abstracción y estructuración lógica consciente. • Pedagogía del error. • Depuración o debugging. • Constructor de su propia lógica. • Uso de tecnología con intención pedagógica. • Construcción previa del sentido • Apariencia de éxito • Razonamiento matemático transparente. • Verificable y argumentable.	Transición del pensamiento aritmético al código	Traducción semiótica

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Categoría: El computador como herramienta de verificación.

El computador, en su faceta de herramienta de verificación, se ha consolidado como un eje de debate crítico en la didáctica de las matemáticas contemporánea, donde la intersección entre la tecnología y el pensamiento lógico exige una reevaluación del rol docente. En el entorno educativo actual, la computadora debe entenderse como un mediador capaz de externalizar procesos cognitivos, siempre bajo una estructura de pensamiento que evite sustituir la comprensión por la automatización.

Esta visión es compartida por el Docente 4, quien advierte sobre el riesgo de una delegación imprudente de la lógica al dispositivo: “en efecto, el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia”. Esta visión nos conecta con la idea fundamental de Papert (1980), quien estableció que “la computadora debe ser un objeto para pensar, no solo un dispositivo para automatizar tareas” (p. 5), subrayando que la verificación digital solo es fructífera cuando sirve como un espejo de la estructura lógica del alumno.

La triangulación de las voces de los actores sociales permite observar una tensión necesaria entre la eficiencia que promete el computador y la profundidad que demanda el aprendizaje. Mientras algunos docentes, como el Docente 3, destacan la utilidad de esta herramienta al afirmar que “es necesario el uso de las herramientas digitales porque nos ayudan agilizar el pensamiento y permiten un gran avance en las ciencias”, otros mantienen una postura cautelosa que prioriza la construcción del sentido antes que la intervención tecnológica. El Docente 1, con una visión basada en la experiencia post-pandemia, es enfático al señalar que “la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes; si entra antes, corre el riesgo de reemplazar comprensión por apariencia de éxito”. Este hallazgo es coherente con el postulado de Duval (1999), quien sostiene que “la comprensión en matemáticas depende de la coordinación entre diferentes registros de representación y el paso de uno a otro” (p. 107).

En este contexto, la verificación asistida por computadora alcanza una dimensión mayor gracias a lo que Hoyles y Noss (2003) denominan abstracción situada, al señalar que: “Las herramientas digitales permiten a los estudiantes interactuar con estructuras matemáticas de maneras que hacen que la abstracción sea más accesible, ya que la computadora proporciona una retroalimentación inmediata que permite probar conjeturas en tiempo real”. Así, la verificación constituye un proceso dialógico donde el estudiante ajusta su modelo mental a partir de la respuesta del sistema.

La cara del razonamiento matemático en la era digital constituye una evolución del pensamiento estructurado. En este sentido, el Docente 2 aporta una visión integradora al definir esta relación como un “aporte que puede La cara del razonamiento matemático en la era digital constituye una evolución del pensamiento estructurado. potenciar el razonamiento, ya que ofrece nuevas herramientas para comprender, argumentar y resolver problemas de manera más significativa”. Esta significatividad solo se logra cuando el estudiante utiliza el computador para validar sus conjeturas y no como una caja negra que entrega resultados. Al contrastar estas visiones con la literatura académica, se evidencia que la verificación es una etapa superior del pensamiento, la cual permite, en palabras del Docente 3, sacar “a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente”.

En correspondencia con los significados construidos en esta categoría, la transición del pensamiento aritmético al código se comprende como un proceso de transformación cognitiva que favorece el tránsito de la mecanización operativa hacia la abstracción y estructuración lógica consciente. Esta interpretación encuentra correspondencia con Aho (2012), al reconocer la formulación de soluciones mediante procesos computacionales, y con Duval (1999), quien sitúa la coordinación de representaciones semióticas como condición fundamental para la comprensión matemática. Asimismo, la resignificación del error mediante procesos de depuración permite examinar y corregir procedimientos, en consonancia con los aportes de Balacheff (1987) sobre la validación matemática. En este entramado de significados, las experiencias docentes destacan la importancia de una mediación tecnológica

intencionada, donde la construcción del sentido preceda a la ejecución automatizada, favoreciendo un razonamiento susceptible de explicación, justificación y validación

Tabla 27.

Cuadro de Información de la categoría: El computador como herramienta de verificación.

Informante	Información
Docente 4	en efecto, el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia.
Docente 3	es necesario el uso de las herramientas digitales porque nos ayudan agilizar el pensamiento y permiten un gran avance en las ciencias. a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente
Docente 1	la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes; si entra antes, corre el riesgo de reemplazar comprensión por apariencia de éxito. ordenar ideas, justificar sus procedimientos, detectar errores y tomar decisiones según la información presentada.
Docente 2	aporte que puede potenciar el razonamiento, ya que ofrece nuevas herramientas para comprender, argumentar y resolver problemas de manera más significativa.
Aho (2012)	El pensamiento computacional comprende los procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas y en la representación de sus soluciones mediante pasos computacionales y algoritmos.
Papert (1980),	la computadora debe ser un objeto para pensar, no solo un dispositivo para automatizar tareas.
Duval (2006)	la comprensión en matemáticas depende de la coordinación entre diferentes registros de representación y el paso de uno a otro.
Hoyles y Noss (2003)	Las herramientas digitales permiten a los estudiantes interactuar con estructuras matemáticas de maneras que hacen que la abstracción sea más accesible, ya que la computadora proporciona una retroalimentación inmediata que permite probar conjeturas en tiempo real.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre la mediación tecnológica para la exploración, representación, verificación y comprensión del razonamiento matemático. Tabla elaborada de la autora.

La incorporación del computador como herramienta de verificación en la educación matemática trasciende su función instrumental, al intervenir en las formas mediante las cuales el estudiante explora, representa y comprueba los procedimientos matemáticos. Los significados expresados por los docentes permiten comprender que su potencial pedagógico depende de la intencionalidad que orienta su utilización y de las oportunidades que ofrece para exteriorizar el pensamiento. Esta interpretación encuentra correspondencia con Papert (1980), quien reconoce el computador como un medio para la construcción activa del conocimiento, y con Duval (2006), cuyos planteamientos permiten comprender la importancia de coordinar diferentes registros de representación para acceder al significado de los objetos matemáticos. Así, la mediación digital

puede favorecer la comprensión cuando contribuye a establecer relaciones conceptuales y no se limita a proporcionar resultados automatizados.

En las experiencias compartidas por los informantes emerge una preocupación relacionada con la inmediatez de las respuestas digitales y sus implicaciones para la autonomía intelectual. Particularmente, el docente 4 advierte que, cuando no existe una orientación pedagógica definida, el estudiante puede delegar el razonamiento al dispositivo, mientras que el docente 1 reconoce la necesidad de construir sentido antes de incorporar la tecnología. Estas apreciaciones encuentran correspondencia con los aportes de Aho (2012), al situar la formulación de problemas y la organización de soluciones computacionales como procesos que requieren estructuración lógica. En consecuencia, el valor educativo del computador no reside exclusivamente en su capacidad para ejecutar operaciones, sino en las posibilidades que ofrece para que el estudiante examine sus decisiones, comprenda los procedimientos y participe conscientemente en la construcción de soluciones matemáticas.

La interpretación de estas experiencias permite reconocer que la agilidad proporcionada por las herramientas digitales debe articularse con los procesos reflexivos que sustentan el razonamiento matemático. Mientras algunos docentes destacan las posibilidades de la tecnología para ampliar la exploración y favorecer el desarrollo científico, otros manifiestan preocupación por su utilización anticipada, especialmente cuando sustituye la comprensión de los procedimientos. Esta diversidad de significados no representa posiciones necesariamente contrapuestas, sino distintas apreciaciones acerca de las condiciones pedagógicas que orientan su incorporación. En este escenario, los planteamientos de Duval (2006) permiten comprender que la visualización de resultados requiere acompañarse de actividades de interpretación y coordinación de representaciones, de manera que la interacción tecnológica contribuya a la construcción de significados matemáticos y no permanezca restringida a la ejecución operativa.

Un aspecto fundamental de esta categoría corresponde a la diferenciación entre verificar un resultado mediante recursos digitales y construir argumentos que permitan justificar su validez matemática. En este sentido, Balacheff (1987) aporta elementos para comprender que la comprobación mediante ejemplos o procedimientos particulares no constituye necesariamente una demostración matemática, pues esta requiere relaciones justificativas que trasciendan la

constatación empírica. De manera complementaria, Toulmin (2007) ofrece una estructura argumentativa que permite examinar las afirmaciones, los datos y las garantías que respaldan las conclusiones. Estas contribuciones fortalecen la interpretación de las experiencias docentes relacionadas con la necesidad de ordenar ideas, detectar errores y defender procedimientos. Por consiguiente, el computador puede favorecer la verificación, pero corresponde al estudiante construir las razones matemáticas que fundamentan sus decisiones y explicaciones.

La comprensión del computador como mediador del aprendizaje también conduce a examinar el papel del docente en la formación de la autonomía intelectual. Los significados contruidos a partir de las entrevistas permiten reconocer que la tecnología requiere una orientación pedagógica capaz de favorecer la reflexión, la identificación de errores y la toma consciente de decisiones. En correspondencia con Papert (1980), el dispositivo puede constituirse en un medio para experimentar con ideas y examinar sus consecuencias, mientras que los fundamentos del pensamiento computacional permiten relacionar estas experiencias con la descomposición de problemas y la estructuración de soluciones. Bajo estas consideraciones, la intervención docente resulta fundamental para promover situaciones en las que el estudiante explique sus procedimientos, contraste resultados y comprenda las razones que sustentan sus respuestas, evitando que la eficiencia tecnológica desplace el ejercicio autónomo del razonamiento matemático.

Finalmente, los significados interpretados en esta categoría permiten comprender que el valor formativo de la verificación digital se encuentra relacionado con las condiciones pedagógicas que favorecen la construcción del sentido matemático. La articulación entre exploración tecnológica, reflexión y argumentación posibilita que el estudiante no se limite a reconocer la corrección de un resultado, sino que examine el proceso mediante el cual fue obtenido. En este horizonte, los aportes de Balacheff (1987) y Toulmin (2007) permiten fundamentar la importancia de la justificación y la organización de argumentos, mientras que Duval (2006) contribuye a comprender los procesos representacionales implicados en el conocimiento matemático. De este modo, el computador puede integrarse como herramienta de verificación al servicio del razonamiento, preservando la participación consciente del estudiante y favoreciendo el desarrollo de su autonomía intelectual.

Figura 18

Red analítica de la categoría El computador como herramienta de verificación, de la Dimensión Mediación tecnológica-instrumental



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

En la imagen se aborda la concepción del computador como herramienta de verificación en el aprendizaje matemático, mediante cuatro aspectos interrelacionados que comprenden su fundamento epistemológico, las condiciones pedagógicas de uso, su incidencia cognitiva y los resultados esperados. Su estructura articula las experiencias docentes con referentes teóricos que permiten comprender la participación de la tecnología en la exteriorización de los procesos de pensamiento, la identificación de errores y la validación de procedimientos. Asimismo, contempla la intencionalidad pedagógica como elemento orientador del razonamiento matemático, la autorregulación y la autonomía intelectual del estudiante, quien conserva la responsabilidad de examinar críticamente los resultados proporcionados por los dispositivos tecnológicos.

La incorporación del computador como herramienta de verificación en el aprendizaje matemático trasciende su funcionalidad instrumental, al situar la tecnología

en una relación de complementariedad con los procesos cognitivos que intervienen en la construcción del conocimiento. Al interpretar las experiencias docentes a la luz de los aportes de Papert y Duval, se comprende que los recursos digitales pueden favorecer la exteriorización del pensamiento, la exploración de relaciones matemáticas y la identificación de inconsistencias en los procedimientos. No obstante, estas posibilidades dependen de la capacidad del estudiante para estructurar previamente sus razonamientos, interpretar las representaciones y justificar sus decisiones, evitando que la inmediatez de las respuestas tecnológicas sustituya el esfuerzo intelectual necesario para comprender los fundamentos matemáticos.

En correspondencia con estas significaciones, la verificación digital encuentra su pertinencia pedagógica cuando se articula con procesos previos de construcción de sentido, reflexión y argumentación matemática. Las experiencias compartidas por los docentes permiten comprender que la automatización, cuando carece de una orientación pedagógica deliberada, puede favorecer la dependencia tecnológica y limitar la autonomía del estudiante frente a la resolución de problemas. En consecuencia, la mediación docente resulta fundamental para orientar el uso del computador hacia la contrastación de procedimientos, la comprensión del error y la valoración crítica de los resultados. Así, la tecnología se constituye en un recurso que contribuye a visibilizar las estructuras lógicas del pensamiento, sin desplazar la responsabilidad cognitiva del sujeto en la construcción y validación del conocimiento matemático.

Tabla 28

Red analítica de la categoría El computador como herramienta de verificación, de la Dimensión Medición tecnológica-instrumental

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Externalización de procesos cognitivos • Pensamiento estructurado. • Abstracción SITUADA • Delegación del razonamiento. • Construcción de sentido. • Automatización. • Apariencia de éxito. • Docente mediador. • Intención pedagógica direccionada.	El computador como herramienta	Espejo cognitivo

-
- Estructura lógica.
 - Autonomía analítica del sujeto.
-

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada de la autora.

Categoría: Riesgos de la mecanización tecnológica.

La integración de herramientas tecnológicas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación media plantea una paradoja pedagógica que merece ser comprendida a partir de las experiencias de los actores sociales. Si bien estos recursos ofrecen posibilidades para la abstracción, la modelación y la exploración de relaciones matemáticas, las significaciones docentes permiten reconocer que su utilización exclusivamente instrumental puede limitar la participación intelectual del estudiante. Esta interpretación encuentra correspondencia con Wing (2006), quien sitúa el pensamiento computacional más allá del manejo de dispositivos, vinculándolo con la formulación de problemas y la construcción de soluciones. En consecuencia, el riesgo no reside en la tecnología misma, sino en las condiciones pedagógicas que favorecen la sustitución del razonamiento por respuestas automatizadas.

Piaget (1973) sostiene que la construcción del conocimiento requiere la participación activa del sujeto en su interacción con el entorno, planteamiento que permite interpretar las implicaciones cognitivas de delegar al dispositivo la resolución de procedimientos matemáticos. En correspondencia, Duval (1999) explica que la comprensión matemática involucra actividades cognitivas relacionadas con el reconocimiento, tratamiento y conversión de representaciones semióticas. Desde esta comprensión, la obtención de resultados mediante aplicaciones digitales no garantiza que el estudiante interprete los objetos matemáticos involucrados, particularmente cuando desconoce las relaciones que sustentan las operaciones realizadas. Así, la mecanización puede favorecer una participación limitada a la ejecución de procedimientos, sin consolidar los procesos intelectuales necesarios para construir significados, establecer relaciones y justificar los resultados obtenidos.

El riesgo de la mecanización tecnológica se manifiesta cuando el dispositivo sustituye la actividad reflexiva del estudiante, en lugar de constituirse en un medio para fortalecerla. Las experiencias docentes permiten comprender que la inmediatez de las respuestas digitales puede favorecer prácticas centradas en la obtención del resultado, desplazando la comprensión de los procedimientos. Al respecto, el Docente 4 advierte que “si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia”. Asimismo, señala que muchas estudiantes “se van por lo fácil, lo obvio según ellas y ahí se ponen en evidencia”. Estas expresiones permiten interpretar que la dependencia tecnológica puede restringir las oportunidades de cuestionar resultados, identificar inconsistencias y reconocer el error como parte del aprendizaje matemático.

En correspondencia con estas significaciones, Brousseau (1997) reconoce la importancia de las situaciones didácticas que comprometen al estudiante con la construcción y validación de sus conocimientos, otorgando al error un lugar dentro del proceso de aprendizaje. Este planteamiento encuentra complementariedad en Balacheff (1987), quien diferencia las formas de validación empírica de aquellas sustentadas en relaciones y propiedades matemáticas. Bajo esta interpretación, la comprobación automática de un resultado no constituye por sí misma una justificación matemática, especialmente cuando se desconocen los fundamentos del procedimiento. Por consiguiente, la mecanización puede limitar las posibilidades de construir argumentos, examinar inconsistencias y reconocer la validez de una solución, cuando las respuestas proporcionadas por el dispositivo se aceptan sin un ejercicio de reflexión crítica.

Esta problemática también se manifiesta en las experiencias docentes relacionadas con las prácticas escolares posteriores a la pandemia. El Docente 1 señala que “después de la pandemia, la escuela quedó con un reto: estudiantes hiperconectados, pero a veces menos concentrados” y advierte que “si la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes; si entra antes, corre el riesgo de reemplazar comprensión por apariencia de éxito”. Estas significaciones encuentran correspondencia con Papert (1980), quien concibe el computador como un recurso que puede favorecer la construcción activa del conocimiento y la reflexión sobre

los propios procesos de pensamiento. En este sentido, la experiencia docente permite comprender que la pertinencia pedagógica de la tecnología depende de su articulación con actividades que comprometan la comprensión y la autonomía intelectual del estudiante.

Las experiencias de los actores sociales también permiten reconocer posibilidades pedagógicas que contrastan con los riesgos de la mecanización. El Docente 3 destaca que el pensamiento computacional “hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante”, mientras el Docente 2 considera positivo el cambio cuando se integran “procesos mentales mediante esquemas y modelos”. Estas apreciaciones encuentran correspondencia con Aho (2012), quien vincula el pensamiento computacional con la formulación de problemas y la expresión de soluciones mediante pasos computacionales. Esta relación permite comprender que la estructuración consciente de procedimientos difiere de su ejecución mecánica, pues requiere reconocer las relaciones lógicas que sustentan cada decisión. Así, la tecnología puede contribuir a exteriorizar el pensamiento cuando su utilización responde a propósitos pedagógicos orientados hacia la comprensión matemática.

Finalmente, las significaciones docentes sitúan la intencionalidad pedagógica como condición fundamental para evitar que la mecanización tecnológica desplace los procesos de razonamiento y argumentación matemática. En este sentido, el Docente 4 sostiene que “es fundamental determinar desde la planeación cuál es papel que van a desempeñar mis estudiantes durante la sesión”. Esta consideración permite comprender que la mediación docente no se limita a seleccionar recursos digitales, sino que comprende la organización de experiencias que favorezcan la exploración, la justificación y la valoración crítica de los procedimientos. En correspondencia con los aportes de Duval, Balacheff y Papert, el uso pedagógico del computador encuentra sentido cuando contribuye a la construcción de significados, la validación de conocimientos y el fortalecimiento de la autonomía intelectual del estudiante.

Tabla 29*Cuadro de Información de la categoría: Riesgos de la mecanización tecnológica*

Informante	Información
Docente 4	si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia. se van por lo fácil, lo obvio según ellas y ahí se ponen en evidencia. es fundamental determinar desde la planeación cuál es papel que van a desempeñar mis estudiantes durante la sesión.
Docente 1	después de la pandemia, la escuela quedó con un reto: estudiantes hiperconectados, pero a veces menos concentrados. si la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes; si entra antes, corre el riesgo de reemplazar comprensión por apariencia de éxito.
Docente 3	hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante.
Docente 2	procesos mentales mediante esquemas y modelos.
Piaget (1973)	el sujeto debe ser activo para que pueda construir estructuras cognitivas; el conocimiento no es una copia de la realidad, está subordinado a una construcción del sujeto a partir de su interacción con el medio.
Duval (1999)	La comprensión matemática requiere coordinar diferentes registros de representación semiótica, reconociendo que la manipulación de representaciones no garantiza por sí misma la comprensión del objeto matemático.
Brousseau (1997)	la situación de aprendizaje debe ser tal que el estudiante tenga que justificar sus propias elecciones; el error es una parte necesaria de la construcción del conocimiento.
Papert (1980)	pensar sobre el pensamiento
Balacheff (1987)	La validación matemática exige superar la comprobación empírica de resultados mediante la construcción de justificaciones fundamentadas en propiedades y relaciones matemáticas.
Aho (2012)	El pensamiento computacional implica formular problemas y expresar sus soluciones mediante pasos computacionales, cuya estructuración lógica constituye un componente esencial del proceso.
Wing (2006)	El pensamiento computacional comprende procesos de abstracción, formulación y resolución de problemas que trascienden el manejo instrumental de herramientas tecnológicas.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre los riesgos de la mecanización tecnológica. Tabla elaborada por la autora.

La integración de herramientas tecnológicas en la educación matemática contemporánea plantea interrogantes sobre el sentido de los procesos formativos y la participación intelectual del estudiante. Aunque estos recursos ofrecen posibilidades para la abstracción, la modelación y la exploración de relaciones matemáticas, su utilización exclusivamente instrumental puede limitar la construcción consciente del conocimiento. El riesgo fundamental de la mecanización no reside en la tecnología misma, sino en la sustitución del razonamiento por procedimientos automatizados que privilegian la obtención inmediata de resultados. Cuando el dispositivo asume la resolución sin una participación reflexiva del sujeto, se debilitan las oportunidades de

estructurar relaciones lógicas, justificar decisiones y comprender los fundamentos matemáticos que sustentan las soluciones.

Esta delegación cognitiva favorece prácticas de aprendizaje centradas en la apariencia de éxito, donde la rapidez de las respuestas digitales puede desplazar la profundidad del análisis. Las experiencias docentes permiten comprender que la disponibilidad inmediata de soluciones no garantiza la apropiación de los conocimientos ni el desarrollo de capacidades argumentativas. En correspondencia con Duval (1999), la comprensión matemática requiere una actividad cognitiva que permita reconocer y coordinar diferentes registros de representación, más allá de su manipulación mecánica. Así, cuando el estudiante acepta los resultados proporcionados por la tecnología sin interpretar sus significados, se distancia de las relaciones conceptuales que fundamentan el conocimiento matemático, limitando sus posibilidades de establecer conexiones, examinar procedimientos y construir explicaciones propias.

La mecanización también compromete el lugar del error como componente del aprendizaje matemático, especialmente cuando los dispositivos proporcionan respuestas antes de que el estudiante examine sus procedimientos. En este sentido, Brousseau (1997) permite comprender la importancia de las situaciones didácticas que favorecen la confrontación de conocimientos y la revisión de decisiones. Asimismo, Balacheff (1987) contribuye a distinguir la comprobación empírica de resultados de las justificaciones fundamentadas en propiedades matemáticas. Estas consideraciones permiten interpretar que la verificación digital, cuando se limita a confirmar respuestas, puede reducir las oportunidades de identificar inconsistencias, formular argumentos y reconocer las razones que sustentan una solución. Por consiguiente, el error necesita conservar su función formativa como posibilidad de reflexión, revisión y reconstrucción del razonamiento.

La distinción entre pensamiento computacional y utilización instrumental de dispositivos constituye un elemento fundamental para comprender los riesgos de la mecanización tecnológica. Wing (2006) vincula el pensamiento computacional con procesos de formulación y resolución de problemas que trascienden el manejo de

herramientas informáticas, mientras Aho (2012) destaca la expresión de soluciones mediante pasos computacionales. Estos planteamientos permiten reconocer que descomponer problemas, establecer secuencias lógicas y explicitar procedimientos exige una participación intelectual que no puede reducirse a ejecutar instrucciones. En consecuencia, la mediación docente debe orientar el uso de la tecnología hacia la construcción de significados, la validación de procedimientos y el fortalecimiento de la autonomía intelectual, procurando que el estudiante conserve la responsabilidad de comprender y justificar sus decisiones matemáticas.

Figura 19

Red analítica de la categoría Riesgos de la mecanización tecnológica, de la Dimensión Medición tecnológica-instrumental



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

El análisis de esta categoría permite comprender cómo la mecanización tecnológica, cuando se incorpora a la enseñanza matemática sin una intencionalidad

pedagógica definida, puede limitar la participación consciente del estudiante en la construcción de su propio razonamiento. Las significaciones expresadas por los docentes ponen de manifiesto su preocupación por la delegación cognitiva al dispositivo, particularmente cuando la búsqueda de respuestas inmediatas desplaza la comprensión de los procedimientos. Esta interpretación encuentra correspondencia con Duval (1999), para quien la actividad matemática exige procesos cognitivos vinculados con las representaciones semióticas, y con Wing (2006), cuyo planteamiento del pensamiento computacional privilegia la formulación y resolución de problemas mediante estructuras lógicas que trascienden la ejecución instrumental.

En este escenario, la inmediatez tecnológica puede favorecer una apariencia de éxito académico sustentada en la obtención de resultados correctos, sin garantizar que el estudiante comprenda las relaciones matemáticas que los fundamentan. Las experiencias docentes permiten interpretar que dicha práctica reduce las oportunidades para examinar procedimientos, reconocer inconsistencias y utilizar el error como posibilidad de aprendizaje. Esta comprensión guarda relación con Balacheff (1987), quien distingue formas de validación matemática que permiten diferenciar la comprobación empírica de procesos de justificación más elaborados. Asimismo, Toulmin (2007) proporciona elementos para comprender la importancia de las razones y garantías que respaldan una afirmación, aspectos fundamentales para superar la aceptación mecánica de respuestas generadas mediante recursos digitales.

La interpretación de estos hallazgos sitúa la mediación docente como una condición pedagógica fundamental para orientar el uso de la tecnología hacia la construcción autónoma del conocimiento matemático. En correspondencia con Aho (2012), la formulación de problemas y la organización de procedimientos computacionales requieren una comprensión de las estructuras que sustentan su resolución, lo cual permite reconocer que el pensamiento computacional no se reduce al manejo de dispositivos. En este sentido, la intencionalidad pedagógica debe propiciar que el estudiante explique sus decisiones, contraste procedimientos y justifique sus resultados mediante argumentos matemáticos. Así, la articulación entre razonamiento, argumentación y pensamiento computacional se comprende como una posibilidad

formativa para fortalecer la autonomía intelectual, siempre que la tecnología acompañe la actividad reflexiva sin sustituirla.

Tabla 30

Tabla resumen de la categoría: Riesgos de la mecanización

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Resultado numérico • Estructura lógica • Argumentación genuina • Error • Pensamiento computacional • Acto de pensamiento crítico	Riesgos de la mecanización tecnológica	Espejismo de éxito.

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Dimensión: Rol del Docente Mediador

La dimensión dedicada al rol del docente mediador constituye, sin duda, el eje articulador de esta investigación, representando un espacio donde la práctica pedagógica trasciende la simple transmisión de contenidos para consolidarse como un ejercicio profundo de acompañamiento cognitivo y emocional. En el complejo escenario educativo actual, esta labor es fundamental para transformar la enseñanza tradicional en un proceso dialógico de construcción de conocimiento, alejándose de los modelos donde el saber se limita a una entrega unidireccional.

El docente, en esta dinámica, deja de ser un mero emisor de certezas para asumir el rol de un provocador de dudas, alguien capaz de desafiar constantemente los esquemas mentales del estudiante con el fin de activar una curiosidad epistémica que movilice el pensamiento complejo. Esta transformación requiere, de manera ineludible, la implementación de un andamiaje emocional en el aula, partiendo del reconocimiento de que el aprendizaje es un acto intrínsecamente humano donde el soporte afectivo del docente se convierte en la condición determinante para que el estudiante adquiera la seguridad necesaria ante nuevos retos intelectuales.

En este orden de ideas, la mediación se materializa en la capacidad del educador

para diseñar ambientes de aprendizaje dialógicos, espacios donde el intercambio, la contraposición de ideas y el debate actúan como la base sobre la cual el conocimiento se construye de manera compartida y significativa, superando la pasividad propia de otros modelos. Finalmente, ante la alta demanda cognitiva que exigen los procesos formativos superiores, el docente debe ser capaz de fomentar la perseverancia intelectual, cultivando en el alumno la resiliencia necesaria para abordar problemas de alta complejidad y evitando la claudicación frente a la dificultad técnica o conceptual. De este modo, la mediación docente debe entenderse como el elemento dinamizador que permite al proceso pedagógico transformarse en una auténtica experiencia de desarrollo humano, cognitivo y crítico.

La provocación de dudas también encuentra sentido en la necesidad de que el estudiante exteriorice sus razonamientos y construya argumentos capaces de justificar las decisiones tomadas durante la resolución de problemas. Al respecto, el Docente 2 expresa: “lo identifico cuando el estudiante explica un procedimiento usando un lenguaje matemático, justifica cada paso y defiende su resultado apoyándose en propiedades matemáticas”. Esta experiencia guarda correspondencia con Toulmin (2007), cuyo modelo argumentativo permite examinar las relaciones entre afirmaciones, datos y garantías, y con Krummheuer (1995), quien aborda la argumentación matemática como una actividad construida mediante la interacción social. En consecuencia, la mediación docente puede comprenderse como una práctica que favorece la explicación, el intercambio de razones y la validación compartida del conocimiento matemático.

La intencionalidad pedagógica representa otra condición fundamental para comprender el papel del docente como provocador de dudas, especialmente ante la incorporación de tecnologías digitales en los procesos de enseñanza. El Docente 4 advierte que “el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia”. Esta consideración permite interpretar que la mediación tecnológica requiere propósitos formativos que orienten al estudiante hacia la comprensión de los procedimientos, evitando que la disponibilidad de respuestas inmediatas sustituya su participación

cognitiva. En correspondencia con Wing (2006), el pensamiento computacional comprende procesos de formulación y resolución de problemas que exigen organización lógica, abstracción y decisiones conscientes.

Esta comprensión también puede vincularse con Piaget (1970), quien reconoce la actividad del sujeto como condición fundamental para la construcción del conocimiento. Su planteamiento sobre la equilibración permite interpretar que las situaciones que cuestionan los esquemas existentes pueden favorecer nuevas formas de organización cognitiva. En el ámbito de la enseñanza matemática, la intervención docente orientada mediante preguntas adquiere relevancia cuando promueve la revisión de procedimientos, la búsqueda de relaciones y la elaboración de explicaciones. De manera complementaria, Balacheff (1987) permite comprender la importancia de avanzar desde comprobaciones particulares hacia formas de validación sustentadas en propiedades matemáticas. Así, la duda pedagógica no se limita a generar incertidumbre, sino que orienta procesos reflexivos mediante los cuales el estudiante examina la consistencia de sus afirmaciones.

La articulación entre mediación pedagógica y pensamiento computacional encuentra una expresión significativa en las experiencias del Docente 3, quien manifiesta que este enfoque:

...Hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.

Este testimonio permite interpretar que la descomposición de problemas, la secuenciación algorítmica y la identificación de condiciones constituyen posibilidades para exteriorizar procesos de pensamiento que no siempre resultan explícitos durante la actividad matemática. Su significado encuentra correspondencia con Duval (1999), quien reconoce la importancia de las representaciones semióticas en la actividad cognitiva matemática, y con Aho (2012), cuyos planteamientos permiten comprender la formulación de problemas y la organización de procedimientos como componentes del pensamiento computacional. En este escenario, la intervención docente mediante

preguntas puede orientar al estudiante hacia el reconocimiento de las relaciones que sustentan sus decisiones, favoreciendo la comprensión de las estructuras lógicas y su expresión mediante diferentes formas de representación.

La centralidad de la mediación humana también se manifiesta en el Docente 1, quien expresa: “para mí, lo esencial sigue siendo la tríada *Estudiante–Docente–Conocimiento*, apoyada en materiales didácticos. Si la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes”. Esta consideración permite comprender que la incorporación de recursos tecnológicos debe responder a las necesidades formativas y a los significados construidos durante la actividad matemática. En correspondencia con esta comprensión, el Docente 4 señala que la matemática “es un modo de pensar, nos enseña a analizar situaciones, a buscar relaciones, a argumentar y a no aceptar afirmaciones sin fundamento”. Ambas experiencias permiten interpretar que el docente como provocador de dudas orienta su intervención hacia la autonomía intelectual, la construcción de argumentos y el reconocimiento del estudiante como participante activo en la elaboración del conocimiento.

Tabla 31 (Cont.)

Cuadro de Información de la categoría: El docente como “provocador” de dudas

Informante	Información
Docente 3	una manera de ver una nueva oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad. hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.
Docente 2	lo identifico cuando el estudiante explica un procedimiento usando un lenguaje matemático, justifica cada paso y defiende su resultado apoyándose en propiedades matemáticas.
Docente 4	el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia. es un modo de pensar, nos enseña a analizar situaciones, a buscar relaciones, a argumentar y a no aceptar afirmaciones sin fundamento.
Docente 1	para mí, lo esencial sigue siendo la tríada estudiante–docente–conocimiento, apoyada en materiales didácticos. Si la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes.
Brousseau (1994)	el error no es solamente el efecto de la ignorancia, de la incertidumbre, del azar; es el efecto de un conocimiento anterior que tenía su interés, sus éxitos, pero que ahora se revela falso o simplemente inadapto.

Piaget (1970)	el conocimiento no es una copia de la realidad. Conocer un objeto es actuar sobre él; es construir sistemas de transformaciones que corresponden, más o menos adecuadamente, a los mecanismos de la realidad
Duval (1995)	representación semiótica. La transformación y conversión entre representaciones contribuyen al desarrollo de la actividad cognitiva matemática, permitiendo examinar las relaciones entre los objetos matemáticos y sus distintas formas de representación
Krummheuer (1995)	La argumentación matemática en el aula constituye una actividad social e interactiva, en la cual los participantes construyen y examinan argumentos mediante el intercambio de explicaciones, justificaciones y razonamientos compartidos
Toulmin (2007)	La estructura de la argumentación permite examinar cómo las afirmaciones se sustentan mediante datos, garantías y respaldos. Este planteamiento ofrece elementos para comprender la importancia de justificar las conclusiones y fundamentar las decisiones mediante razones explícitas.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre mediación docente, construcción del conocimiento, resignificación del error y desarrollo del razonamiento matemático. Tabla elaborada por la autora.

La comprensión del docente como provocador de dudas representa una transformación en los significados atribuidos a la mediación pedagógica en la enseñanza de las matemáticas, al desplazar el protagonismo de la transmisión de contenidos hacia la construcción reflexiva del conocimiento. Las experiencias de los informantes permiten interpretar que la interrogación constituye una posibilidad para que el estudiante examine sus certezas, cuestione procedimientos y construya explicaciones fundamentadas. Esta comprensión encuentra correspondencia con Piaget (1970), cuyos planteamientos reconocen la participación activa del sujeto en la construcción del conocimiento, y con Brousseau (1994), quien permite comprender el valor de las situaciones problemáticas y del error en el aprendizaje matemático. Así, la duda pedagógica se configura como una mediación intencionada que favorece la autonomía intelectual y la elaboración consciente de razonamientos.

La resignificación del error constituye una dimensión fundamental de esta categoría, pues permite comprender que las equivocaciones pueden expresar formas previas de conocimiento que requieren ser examinadas ante nuevas situaciones matemáticas. En correspondencia con Brousseau (1994), el error puede interpretarse como manifestación de conocimientos anteriormente funcionales que resultan insuficientes frente a determinadas condiciones. Esta comprensión converge con la experiencia del Docente 3, quien reconoce en la equivocación una oportunidad para desarrollar estrategias que permitan superar dificultades. La intervención docente, por consiguiente, encuentra sentido cuando orienta al estudiante hacia la revisión de sus

procedimientos, la identificación de inconsistencias y la búsqueda de nuevas relaciones matemáticas. En este proceso, la interrogación favorece una actitud reflexiva que reconoce el valor formativo del error y fortalece la perseverancia intelectual.

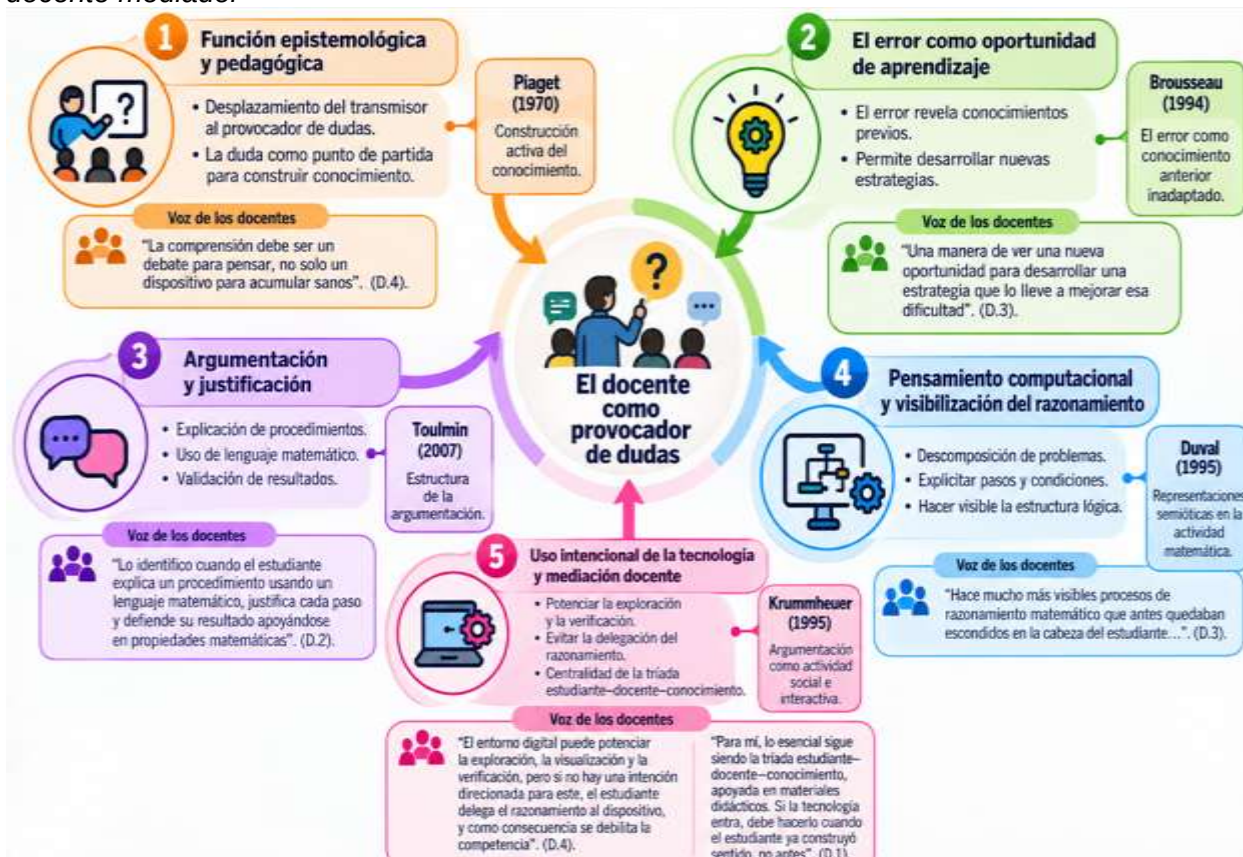
La dimensión argumentativa de esta mediación permite comprender que provocar dudas no consiste únicamente en formular interrogantes, sino en generar condiciones para que el estudiante exteriorice sus razonamientos y fundamente sus afirmaciones. Los aportes de Toulmin (2007) permiten examinar la relación entre afirmaciones, datos y garantías, mientras que Krummheuer (1995) sitúa la argumentación matemática en los procesos de interacción y construcción compartida de significados. Estas aproximaciones encuentran correspondencia con las experiencias del Docente 2, quien vincula el razonamiento con la explicación de procedimientos y la justificación mediante propiedades matemáticas. De este modo, la mediación docente orienta el tránsito desde la aceptación de respuestas hacia la construcción de argumentos susceptibles de examen, discusión y validación, fortaleciendo la participación consciente del estudiante en la elaboración del conocimiento matemático.

La incorporación del pensamiento computacional amplía las posibilidades de esta mediación al favorecer la exteriorización de procesos lógicos mediante la descomposición de problemas, la identificación de condiciones y la organización de procedimientos algorítmicos. Esta interpretación guarda correspondencia con Duval (1999), quien reconoce la importancia de las representaciones semióticas en la actividad cognitiva matemática, particularmente cuando el estudiante necesita expresar y transformar sus formas de representación. Las experiencias del Docente 3 permiten comprender que estos procedimientos contribuyen a hacer explícitas estructuras de razonamiento que anteriormente permanecían implícitas. Sin embargo, la preocupación manifestada por el Docente 4 advierte sobre la delegación cognitiva cuando la tecnología sustituye la reflexión. En consecuencia, la intencionalidad pedagógica resulta fundamental para que los recursos digitales acompañen la comprensión sin desplazar la autonomía del estudiante.

La interpretación conjunta de estas experiencias permite reconocer que el docente como provocador de dudas desempeña una función mediadora orientada hacia la construcción de sentido, la argumentación y la autonomía intelectual. La centralidad de la relación estudiante–docente–conocimiento, expresada por el Docente 1, permite comprender que los recursos tecnológicos deben incorporarse en correspondencia con los propósitos formativos y las necesidades cognitivas del estudiante. Asimismo, las consideraciones del Docente 4 sitúan el pensamiento matemático en la capacidad de analizar situaciones, establecer relaciones y examinar críticamente las afirmaciones. En esta convergencia, la duda constituye una posibilidad pedagógica para fortalecer el razonamiento y la argumentación matemática, mientras que el pensamiento computacional ofrece procedimientos que pueden contribuir a organizar, exteriorizar y examinar las estructuras lógicas implicadas en la resolución de problemas.

Figura 20

Red analítica de la categoría El docente como provocador de dudas, de la Dimensión Rol del docente mediador



Fuente: **Nota.** Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

La representación integra cuatro dimensiones interrelacionadas que permiten comprender los significados atribuidos a la mediación pedagógica en la enseñanza matemática: la concepción epistemológica y función docente, los riesgos didácticos y digitales, el impacto cognitivo y didáctico, y los resultados esperados. Su organización recoge las experiencias de los informantes acerca del tránsito de la transmisión de contenidos hacia una mediación orientada por la interrogación, la abstracción situada y la exteriorización del pensamiento. Esta comprensión encuentra correspondencia con Piaget (1970) y Brousseau (1994), quienes, desde sus respectivos planteamientos, reconocen la participación activa del estudiante y la importancia de las situaciones problemáticas en la construcción del conocimiento matemático.

La interpretación de estas dimensiones permite reconocer que el docente como provocador de dudas orienta su intervención hacia la revisión de procedimientos, la construcción de explicaciones y el reconocimiento del error como posibilidad de aprendizaje. En correspondencia con Brousseau (1994), las equivocaciones pueden expresar conocimientos previos que requieren ser examinados ante nuevas situaciones. Asimismo, Toulmin (2007) y Krummheuer (1995) ofrecen fundamentos para comprender la argumentación como un proceso de justificación e interacción, mediante el cual el estudiante examina sus afirmaciones y participa en la construcción compartida de significados. Estas aproximaciones permiten interpretar que la interrogación pedagógica favorece el tránsito de la respuesta mecánica hacia razonamientos sustentados en propiedades matemáticas.

En relación con los riesgos didácticos y digitales, las experiencias docentes expresan preocupación por el uso instrumental de la tecnología cuando la inmediatez de las respuestas desplaza la comprensión de los procedimientos. Esta situación puede favorecer una apariencia de éxito académico que no necesariamente corresponde con el desarrollo del razonamiento matemático. Los aportes de Duval (1999) permiten comprender la importancia de las representaciones semióticas y su coordinación en la actividad cognitiva matemática, mientras que Wing (2006) sitúa el pensamiento computacional en procesos de formulación y resolución de problemas. En consecuencia, la mediación docente requiere una intencionalidad pedagógica que favorezca la

exteriorización de estructuras lógicas y evite la delegación del razonamiento al dispositivo.

La articulación de estas significaciones permite comprender que el desarrollo del pensamiento computacional, el razonamiento y la argumentación matemática depende de las oportunidades pedagógicas que favorezcan la participación consciente del estudiante. La relación estudiante–docente–conocimiento constituye un referente para orientar el uso de recursos tecnológicos hacia la construcción de sentido, la explicación de procedimientos y la validación de resultados. En este escenario, el docente como provocador de dudas promueve situaciones que estimulan la reflexión, la formulación de preguntas y el examen crítico de las afirmaciones. Así, las cuatro dimensiones convergen en una mediación pedagógica orientada hacia la autonomía intelectual y la formación de estudiantes capaces de construir, justificar y defender sus razonamientos matemáticos.

Tabla 32

Tabla resumen de la categoría: El docente como provocador de dudas

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Transición del rol docente • Metamorfosis pedagógica • Uso puramente instrumental • Delegación cognitiva • Pensamiento lógico-matemático • Apariencia de éxito • Error como insumo didáctico fundamental. • Docente mediador. • Intención pedagógica robusta. • Control del proceso. • Autonomía intelectual	El docente como provocador de dudas	Inestabilidad pedagógica intencional

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

Las experiencias del Docente 1 permiten profundizar en esta comprensión al señalar que, después de la pandemia, su práctica se ha orientado hacia “fortalecer las buenas relaciones y la confianza”, procurando que el estudiante reconozca el aula como un espacio donde “está permitido ensayar, equivocarse, corregir, argumentar y volver a empezar las veces que sea necesario camino a lograr un verdadero aprendizaje, sin que

ello implique burlas”. Esta consideración encuentra correspondencia con Krummheuer (1995), quien comprende la argumentación matemática como una actividad social e interactiva. En este sentido, el acompañamiento emocional puede favorecer condiciones de participación en las que el estudiante exprese sus razonamientos, contraste explicaciones y construya argumentos sin que el temor a equivocarse limite su intervención.

La gestión de las emociones también representa un componente relevante frente a las dificultades que experimentan los estudiantes durante la resolución de problemas matemáticos. El Docente 1 reconoce la presencia de “ansiedad por responder rápido” y plantea la necesidad de “mantener la exigencia, pero con acompañamiento, para que el proceso de aprendizaje no se convierta en frustración”. Estas experiencias permiten interpretar que la mediación docente requiere equilibrar las exigencias cognitivas con el reconocimiento de los procesos emocionales que acompañan el aprendizaje. En este escenario, el Docente 3 destaca la importancia de despertar “la creatividad y un pensamiento crítico”, lo cual permite comprender que el acompañamiento no busca eliminar las dificultades, sino favorecer la disposición para enfrentarlas mediante la reflexión, la perseverancia y la búsqueda de alternativas.

La relación entre confianza y argumentación matemática puede profundizarse mediante los aportes de Toulmin (2007), cuyo modelo permite comprender la importancia de sustentar afirmaciones mediante datos, garantías y respaldos. En correspondencia con esta comprensión, el Docente 4 señala que, cuando se asigna al estudiante un rol activo, “su intervención no es esporádica ni decorativa, sino permanente y sin mayores limitaciones”. Esta experiencia permite interpretar que el reconocimiento de la participación estudiantil favorece oportunidades para exteriorizar razonamientos y construir explicaciones fundamentadas. De este modo, el andamiaje emocional no sustituye las exigencias propias de la argumentación matemática, sino que contribuye a establecer condiciones pedagógicas para que el estudiante participe, justifique sus decisiones y examine críticamente sus afirmaciones.

Esta interpretación encuentra correspondencia con Balacheff (1987), cuyos planteamientos sobre la validación matemática permiten comprender la importancia de superar comprobaciones particulares y avanzar hacia justificaciones sustentadas en relaciones y propiedades matemáticas. En este proceso, la confianza y el reconocimiento del error pueden favorecer que el estudiante exponga sus procedimientos, examine sus limitaciones y participe en la construcción de argumentos más elaborados. Asimismo, el pensamiento computacional ofrece posibilidades para organizar procedimientos, identificar inconsistencias y revisar estrategias mediante procesos de depuración. La articulación de estos elementos permite comprender que el acompañamiento emocional y la exigencia cognitiva pueden complementarse en una mediación pedagógica orientada hacia el razonamiento, la argumentación y la autonomía intelectual.

La interpretación conjunta de las experiencias docentes permite reconocer que el andamiaje emocional constituye una mediación orientada hacia la construcción de confianza, la gestión de la frustración y el reconocimiento del estudiante como sujeto activo del conocimiento. Esta comprensión encuentra una expresión significativa en el Docente 1, quien identifica el sentido de su labor cuando el estudiante “logra explicar un procedimiento, defiende una idea o se atreve a decir 'profe, me equivoqué aquí’”. En esta experiencia convergen la disposición emocional para reconocer las equivocaciones y la capacidad cognitiva para examinar los procedimientos. Así, el andamiaje emocional se comprende como una condición pedagógica que favorece la participación reflexiva y la construcción de argumentos matemáticos, contribuyendo al desarrollo de la autonomía intelectual.

33 (Cont.)

Cuadro de Información de la categoría: Andamiaje emocional en el aula

Informante	Información
Docente 1	gestión de la frustración, la construcción del carácter de quien se equivoca y la empatía de quien comprende que equivocarse es parte del aprender. fortalecer las buenas relaciones y la confianza. está permitido ensayar, equivocarse, corregir, argumentar y volver a empezar las veces que sea necesario camino a lograr un verdadero aprendizaje, sin que ello implique burlas. ansiedad por responder rápido. mantener la exigencia, pero con acompañamiento, para que el proceso de aprendizaje no se convierta en frustración. Su intervención se caracteriza por ser permanente y desarrollarse con escasas limitaciones.

Docente 4	mediación constante entre el concepto, el sentido y la emocionalidad que conecta a ambos. carrusel de emociones que se hacen presente en este proceso de enseñanza. Su intervención se caracteriza por ser permanente y desarrollarse con escasas limitaciones.
Docente 3	la creatividad y un pensamiento crítico.
Goleman (1995)	la inteligencia emocional es la capacidad de reconocer nuestros propios sentimientos y los de los demás, de motivarnos y de manejar adecuadamente las relaciones.
Maturana (2001)	la emoción fundamental que hace posible el lenguaje y la reflexión es el amor, como el dominio de conductas a través de las cuales el otro surge como un legítimo otro en convivencia con uno.
Brousseau (1994)	El error puede expresar conocimientos previos que, aunque funcionales en determinadas situaciones, resultan insuficientes ante nuevas condiciones matemáticas. Su reconocimiento permite orientar la revisión de procedimientos y la construcción de nuevas estrategias de resolución.
Krummheuer (1995)	La argumentación matemática constituye una actividad social e interactiva en la que los estudiantes participan en la construcción compartida de explicaciones y justificaciones, mediante procesos de interacción que favorecen la expresión de sus razonamientos.
Toulmin (2007)	La argumentación se estructura mediante afirmaciones sustentadas en datos, garantías y respaldos, proporcionando elementos para examinar la consistencia de las explicaciones y la fundamentación de las decisiones.
Balacheff (1987)	Los procesos de validación matemática permiten distinguir diferentes formas de justificación, desde comprobaciones particulares hasta razonamientos sustentados en propiedades y relaciones matemáticas de carácter general.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre mediación emocional, gestión de la frustración, confianza y acompañamiento en el proceso de aprendizaje. Tabla elaborada por la autora.

El andamiaje emocional en el aula de matemáticas constituye un componente esencial en las experiencias de aprendizaje, particularmente cuando los estudiantes enfrentan situaciones que demandan razonamiento, argumentación y toma de decisiones. Las significaciones expresadas por los docentes permiten comprender que el temor a equivocarse, la ansiedad por responder rápidamente y la preocupación frente al juicio de los demás pueden condicionar la participación intelectual. Esta interpretación encuentra correspondencia con Goleman (1995), quien reconoce la importancia de la regulación emocional en las relaciones humanas, y con Maturana (2001), para quien la aceptación del otro constituye una condición fundamental de la convivencia. En este entramado de significados, el acompañamiento pedagógico favorece ambientes de confianza donde el estudiante puede expresar sus razonamientos, reconocer sus dificultades y participar en la construcción del conocimiento matemático.

La experiencia docente permite comprender que la mediación pedagógica trasciende la transmisión de contenidos, al incorporar el reconocimiento de las emociones que acompañan los procesos de aprendizaje. La frustración ante problemas complejos, la inseguridad para defender una respuesta y la necesidad de aprobación forman parte de las vivencias que intervienen en la actividad matemática. En correspondencia con Krummheuer (1995), la argumentación puede comprenderse como una construcción social que se desarrolla mediante la interacción y la participación en prácticas compartidas de justificación. En consecuencia, el clima de confianza no sustituye la exigencia intelectual, sino que ofrece condiciones favorables para que el estudiante exteriorice sus ideas, escuche otros razonamientos y participe en la elaboración colectiva de explicaciones matemáticas, fortaleciendo progresivamente su autonomía argumentativa.

Uno de los aspectos centrales de esta categoría reside en la relación entre el acompañamiento emocional y la resignificación del error como parte de la construcción del conocimiento. Los docentes reconocen la importancia de permitir que el estudiante ensaye, se equivoque, revise sus procedimientos y emprenda nuevas búsquedas sin experimentar descalificación por sus dificultades. Esta interpretación encuentra sustento en Brousseau (1997), cuya teoría de las situaciones didácticas permite comprender el error en relación con los conocimientos movilizados y las condiciones de resolución de un problema. Asimismo, Balacheff (1987) aporta elementos para interpretar el tránsito entre distintas formas de validación matemática, mediante las cuales el estudiante puede examinar la pertinencia de sus explicaciones. Así, el acompañamiento docente articula la confianza con la exigencia de justificar, revisar y fundamentar las decisiones adoptadas.

La comprensión del andamiaje emocional permite reconocer que el desarrollo del pensamiento crítico y la autonomía intelectual se relaciona con las condiciones pedagógicas que favorecen la expresión, el examen y la defensa de las ideas. En las experiencias relatadas por los docentes, la confianza y el reconocimiento del estudiante como sujeto capaz de reflexionar se vinculan con la disposición para asumir desafíos matemáticos y sostener sus razonamientos. Esta interpretación converge con Toulmin

(2007), cuyo modelo argumentativo permite examinar la relación entre afirmaciones, datos y garantías que respaldan una conclusión. De este modo, el acompañamiento emocional encuentra correspondencia con la construcción de argumentos fundamentados, sin reemplazar los criterios de validez propios del conocimiento matemático. La categoría integra, por tanto, el reconocimiento de la emocionalidad, la mediación docente y la rigurosidad argumentativa como aspectos interrelacionados de la formación matemática.

Figura 21

Red analítica de la categoría Andamiaje emocional en el aula, de la Dimensión Rol del docente mediador



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

El andamiaje emocional constituye una dimensión pedagógica que favorece el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática mediante el acompañamiento docente, la mediación constante y la construcción de ambientes de confianza. Esta comprensión encuentra correspondencia con Goleman (1995), quien reconoce la importancia de la regulación emocional, y con Maturana (2001), cuyo pensamiento vincula la convivencia con la aceptación del otro. Las experiencias docentes permiten comprender que la gestión de la frustración y la disminución de la ansiedad ante la respuesta inmediata favorecen la participación intelectual. En este escenario, el

estudiante encuentra condiciones para expresar sus ideas, reconocer sus dificultades y construir significados matemáticos desde una participación reflexiva y autónoma.

La resignificación del error como insumo didáctico constituye un componente fundamental de esta categoría, al permitir que el estudiante revise sus procedimientos sin experimentar descalificación por sus equivocaciones. Esta interpretación converge con Brousseau (1997), cuyos aportes permiten comprender el error en relación con los conocimientos movilizados durante la resolución de problemas. Asimismo, Balacheff (1987) ofrece fundamentos para interpretar las diferentes formas de validación matemática que acompañan la construcción de justificaciones. En consecuencia, el acompañamiento docente no implica disminuir la exigencia académica, sino favorecer condiciones para que el estudiante ensaye, corrija y examine sus decisiones. La confianza y la empatía se articulan así con la persistencia intelectual y la construcción progresiva de razonamientos fundamentados.

La relación entre emocionalidad y competencia argumentativa encuentra correspondencia con Krummheuer (1995), quien comprende la argumentación matemática como una práctica social construida mediante la interacción y la participación compartida. De manera complementaria, Toulmin (2007) proporciona elementos para examinar la articulación entre afirmaciones, datos y garantías que sustentan las conclusiones. Estas contribuciones permiten interpretar que un ambiente de confianza favorece la expresión de ideas, la explicación estructurada de procedimientos y la defensa razonada de los resultados. De este modo, el andamiaje emocional vincula la regulación de la ansiedad, el reconocimiento del otro y la mediación pedagógica con el pensamiento crítico, la creatividad y la autonomía intelectual, enriqueciendo los componentes del constructo teórico orientado a la formación matemática en educación media.

Tabla 34 (Cont.)

Tabla resumen de la categoría: Andamiaje emocional en el aula

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Sustrato del razonamiento • Mediación constante • Error como insumo	Andamiaje emocional en el aula	Regulación del carrusel emocional

didáctico.
• Gestión de la frustración.
• Ansiedad por responder rápido.
• Respuesta mecánica.
• Rol activo.
• Competencia argumentativa.
• Explicación estructurada
• Vulnerabilidad aceptada

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada de la autora.

El diseño de ambientes de aprendizaje dialógicos constituye una dimensión pedagógica que reconoce la interacción como condición favorable para la construcción de significados matemáticos. En correspondencia con Bakhtin (1981), el intercambio de voces permite comprender el conocimiento como una elaboración discursiva en la que intervienen distintas interpretaciones. Esta comprensión encuentra sentido en lo expresado por el Docente 4, quien afirma que “mi rol como orientador cobra sentido, ya que es fundamental determinar desde la planeación cuál es el papel que van a desempeñar mis estudiantes durante la sesión”. Asimismo, el Docente 2 reconoce la importancia de actuar como “guía, orientador, mediante la creación de ambientes de aprendizaje que permitan un diálogo y reflexión constante”. Estas experiencias sitúan la intencionalidad pedagógica como elemento orientador de la participación estudiantil.

La construcción de estos ambientes encuentra correspondencia con Krummheuer (1995), quien comprende la argumentación matemática como una práctica social desarrollada mediante procesos de interacción. Su aporte permite interpretar que las explicaciones no permanecen exclusivamente en el pensamiento individual, sino que pueden enriquecerse mediante el intercambio de razonamientos. De manera complementaria, Toulmin (2007) proporciona elementos para examinar cómo las afirmaciones se sustentan en datos, garantías y respaldos que fundamentan las conclusiones. En este escenario, la mediación docente favorece oportunidades para formular preguntas, confrontar procedimientos y justificar decisiones. El ambiente dialógico trasciende así la participación verbal, al incorporar la exigencia de construir explicaciones matemáticas fundamentadas y susceptibles de ser examinadas colectivamente.

La incorporación del pensamiento computacional amplía las posibilidades de exteriorizar los procesos cognitivos mediante la descomposición de problemas, la identificación de patrones y la organización secuencial de procedimientos. Wing (2006) ofrece fundamentos para comprender estas operaciones como expresiones de una forma de pensamiento orientada a formular y resolver problemas. Esta interpretación encuentra correspondencia con Duval (1999), cuyos aportes permiten reconocer la importancia de las representaciones semióticas en la comprensión matemática. La articulación entre ambos referentes favorece la interpretación de los procedimientos como construcciones que pueden expresarse, examinarse y comunicarse mediante distintos registros. En consecuencia, el diseño de ambientes dialógicos incorpora oportunidades para hacer explícitas las relaciones matemáticas que intervienen en la resolución de situaciones problemáticas. Al respecto, el Docente 3 señala:

Considero que el pensamiento computacional hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.

Esta experiencia permite comprender que la exteriorización del pensamiento constituye una oportunidad para examinar las relaciones que sustentan los procedimientos matemáticos. En correspondencia con Duval (1999), la expresión de un razonamiento mediante diferentes representaciones favorece el reconocimiento de las relaciones entre los objetos matemáticos y sus formas de representación. Asimismo, Krummheuer (1995) permite interpretar que la comunicación de estos procedimientos posibilita su discusión y construcción compartida. De este modo, el pensamiento computacional contribuye a organizar secuencias lógicas que pueden convertirse en objeto de análisis colectivo. La mediación docente orienta este proceso hacia la comprensión de los significados, evitando que la formulación de algoritmos se limite a la reproducción mecánica de instrucciones.

Otro componente de estos ambientes corresponde a la resignificación del error como oportunidad para revisar procedimientos y construir nuevas comprensiones. Vygotsky (1978) permite reconocer la importancia de la interacción social en los procesos

de aprendizaje, mientras Brousseau (1997) aporta fundamentos para interpretar el error en relación con los conocimientos movilizados ante determinadas situaciones matemáticas. Esta articulación permite comprender que las equivocaciones pueden examinarse colectivamente sin reducirse a manifestaciones de incapacidad individual. En correspondencia con Balacheff (1987), la discusión de procedimientos también favorece el tránsito hacia formas de validación sustentadas en propiedades y relaciones matemáticas. Así, el ambiente dialógico incorpora el análisis del error como parte de la construcción de explicaciones y justificaciones.

De acuerdo con esta interpretación, el Docente 1 explica su práctica señalando: “no lo uso para humillar, se trata de que los estudiantes entiendan que fallar hace parte de aprender y que este nos enseña a razonar mejor”. De igual forma, el Docente 4 lo define como un “insumo didáctico de alto valor porque devela la estructura del pensamiento del estudiante”. Estas significaciones permiten comprender que el reconocimiento del error se relaciona con la confianza necesaria para expresar procedimientos y examinar sus limitaciones. En correspondencia con Brousseau (1997) y Balacheff (1987), la revisión de las respuestas puede favorecer procesos de análisis y validación matemática. La participación compartida permite que las equivocaciones se conviertan en oportunidades para justificar decisiones, contrastar explicaciones y fortalecer la autonomía intelectual.

La integración de herramientas tecnológicas en estos ambientes requiere una mediación pedagógica orientada a preservar la comprensión de los procedimientos matemáticos. El Docente 1 advierte que “si la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes; si entra antes, corre el riesgo de reemplazar comprensión por apariencia de éxito”. Esta consideración encuentra correspondencia con Wing (2006), en cuanto el pensamiento computacional implica procesos de formulación y organización lógica que no deben confundirse con la simple utilización de dispositivos. Asimismo, Duval (1999) permite reconocer que la representación de los objetos matemáticos exige procesos cognitivos que trascienden su visualización tecnológica. En consecuencia, la incorporación de recursos digitales requiere intencionalidad didáctica para favorecer la comprensión y la argumentación.

Esta interpretación se complementa con lo expresado por el Docente 3, quien considera que “creo que la tecnología no remplazará el pensamiento lógico-matemático, pero es necesario el uso de las herramientas digitales porque nos ayudan a agilizar el pensamiento y permiten un gran avance en las ciencias”. Su apreciación permite comprender que la tecnología puede contribuir al desarrollo de actividades matemáticas cuando se articula con procesos reflexivos y argumentativos. En este escenario, cobra importancia la preocupación del Docente 1 al reconocer que sus estudiantes tienen “mucho prisa por terminar, pero con menos perseverancia para solucionar una situación”. El diseño de ambientes dialógicos incorpora, por tanto, condiciones para examinar procedimientos, justificar decisiones y favorecer la perseverancia intelectual, vinculando la mediación docente con el razonamiento, la argumentación y el pensamiento computacional.

Tabla 35 (Cont.)

Cuadro de Información de la categoría: Diseño de ambientes de aprendizaje dialógicos

Informante	Información
Docente 4	mi rol como orientador cobra sentido, ya que es fundamental determinar desde la planeación cuál es el papel que van a desempeñar mis estudiantes durante la sesión. insumo didáctico de alto valor porque devela la estructura del pensamiento del estudiante.
Docente 2	guía, orientador, mediante la creación de ambientes de aprendizaje que permitan un diálogo y reflexión constante.
Docente 3	Considero que el pensamiento computacional hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente. creo que la tecnología no remplazará el pensamiento lógico-matemático, pero es necesario el uso de las herramientas digitales porque nos ayudan a agilizar el pensamiento y permiten un gran avance en las ciencias.
Docente 1	no lo uso para humillar, se trata que el estudiante entienda que fallar hace parte de aprender y que este nos enseña a razonar mejor. si la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes; si entra antes, corre el riesgo de reemplazar comprensión por apariencia de éxito. mucho prisa por terminar, pero con menos perseverancia para solucionar una situación.
Bakhtin (1981)	la esencia misma de la construcción del conocimiento, donde las voces de los estudiantes se entrelazan para dar sentido a lo complejo.
Wing (2006)	proceso de formulación de problemas y sus soluciones de manera que sean representables como pasos computacionales.
Vygotsky (1978)	el aprendizaje humano presupone una naturaleza social específica y un proceso mediante el cual los niños acceden a la vida intelectual de aquellos que les rodean.

Krummheuer (1995)	La argumentación matemática se desarrolla como una práctica social e interactiva en la que los participantes construyen y examinan explicaciones mediante procesos compartidos de razonamiento y justificación.
Toulmin (2007)	La estructura argumentativa permite relacionar afirmaciones, datos, garantías y respaldos, proporcionando elementos para examinar la fundamentación y consistencia de las explicaciones construidas.
Duval (1999)	La comprensión matemática requiere actividades cognitivas vinculadas con el tratamiento y la conversión de representaciones semióticas, mediante las cuales se expresan y relacionan diferentes formas de representar los objetos matemáticos.
Brousseau (1997)	Las situaciones didácticas permiten comprender el aprendizaje matemático mediante la interacción del estudiante con problemas que demandan movilizar, confrontar y revisar conocimientos y procedimientos
Balacheff (1987)	Los procesos de validación matemática comprenden diferentes formas de justificación que permiten avanzar desde comprobaciones particulares hacia explicaciones sustentadas en propiedades y relaciones matemáticas generales.

Nota. Contrastación de los significados expresados por los informantes clave con los referentes teóricos sobre ambientes dialógicos, mediación docente, construcción social del conocimiento y pensamiento computacional. Tabla elaborada por la autora.

La configuración de ambientes de aprendizaje dialógicos en la enseñanza matemática constituye una transformación pedagógica que supera la transmisión de contenidos y la reproducción mecánica de procedimientos. Su fundamento se encuentra en la construcción compartida de significados, donde el estudiante participa mediante la formulación de preguntas, la explicación de sus razonamientos y la justificación de sus decisiones. Esta comprensión encuentra correspondencia con Bakhtin (1981), quien reconoce el carácter dialógico de la construcción de significados, y con Krummheuer (1995), cuyos aportes sitúan la argumentación matemática en las interacciones sociales. Así, el aula se comprende como un espacio de participación intelectual donde el intercambio de ideas favorece el razonamiento crítico y la construcción de conocimientos matemáticos fundamentados.

La mediación docente constituye un componente esencial en estos ambientes, al orientar interacciones que favorecen la comprensión de los procedimientos y la fundamentación de las respuestas. Esta interpretación converge con Toulmin (2007), cuyo modelo argumentativo permite examinar las relaciones entre afirmaciones, datos y garantías que respaldan las conclusiones. Las experiencias docentes permiten comprender que la planificación de actividades dialógicas requiere superar la búsqueda inmediata de resultados y favorecer la perseverancia ante situaciones problemáticas. En este proceso, la intervención pedagógica promueve oportunidades para contrastar procedimientos, cuestionar explicaciones y examinar diferentes alternativas de solución.

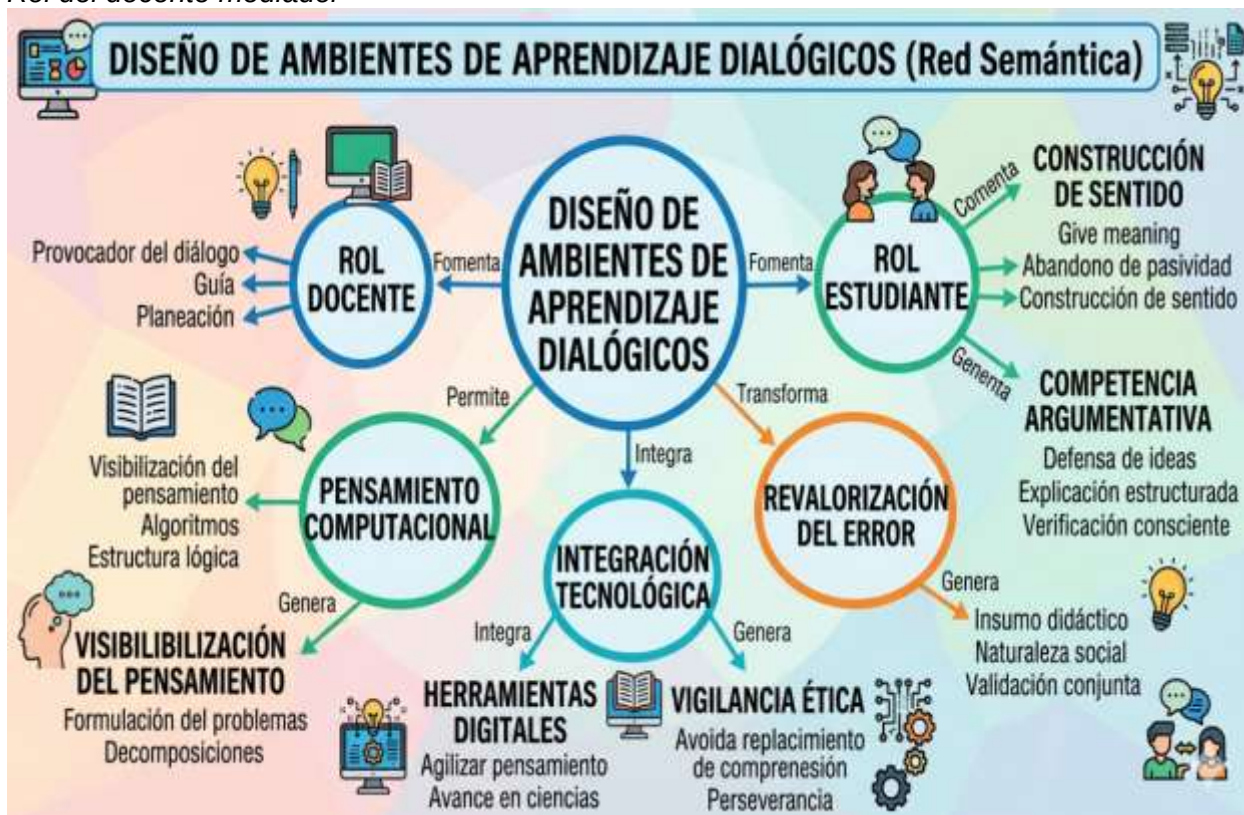
De este modo, el razonamiento matemático se fortalece mediante prácticas reflexivas que reconocen el valor del proceso sobre la ejecución mecánica de fórmulas.

La integración del pensamiento computacional y las herramientas digitales amplía las posibilidades de exteriorizar los procesos de razonamiento mediante la descomposición de problemas, la identificación de condiciones y la organización secuencial de procedimientos. Wing (2006) permite comprender estas operaciones como parte de una forma de pensamiento orientada a formular y resolver problemas, mientras Duval (1999) aporta fundamentos sobre la importancia de las representaciones semióticas en la comprensión matemática. Sin embargo, las experiencias docentes advierten que la utilización tecnológica requiere intencionalidad pedagógica para evitar la sustitución de la comprensión por resultados automatizados. En consecuencia, los recursos digitales deben favorecer la construcción de significados y la comunicación de procedimientos, conservando la mediación docente como elemento orientador del aprendizaje.

La resignificación del error constituye otro componente fundamental del diseño de ambientes dialógicos, al reconocer las equivocaciones como oportunidades para examinar procedimientos y construir nuevas explicaciones. Esta comprensión encuentra sustento en Brousseau (1997), cuyos planteamientos permiten interpretar el error en relación con los conocimientos movilizados durante la resolución de problemas. Asimismo, Balacheff (1987) aporta elementos para comprender los procesos de validación mediante los cuales los estudiantes examinan y fundamentan sus afirmaciones matemáticas. En estos ambientes, la discusión compartida de los errores favorece la revisión crítica de las decisiones sin recurrir a la descalificación. Así, el diálogo, la mediación pedagógica y la validación de los procedimientos se articulan como componentes del constructo teórico orientado al desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en educación media.

Figura 22

Red analítica de la categoría Diseño de ambientes de aprendizaje dialógicos, de la Dimensión Rol del docente mediador



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Organización categorial. Figura elaborada por la autora.

La red semántica del diseño de ambientes de aprendizaje dialógicos articula la mediación docente, la participación estudiantil y el pensamiento computacional como componentes que favorecen el razonamiento y la argumentación matemática. Su estructura recoge la importancia de la interacción y la construcción compartida de significados, en correspondencia con los aportes de Bakhtin (1981) y Krummheuer (1995). Asimismo, incorpora la reflexión constante y la justificación de procedimientos, vinculadas con la estructura argumentativa propuesta por Toulmin (2007). Estas relaciones permiten comprender el aula como un espacio de participación intelectual donde el intercambio de ideas favorece la construcción de explicaciones matemáticas fundamentadas.

La visibilización del pensamiento constituye otro componente de esta red, al relacionar la exteriorización de los procedimientos con la organización lógica de las ideas. En correspondencia con Wing (2006), el pensamiento computacional favorece la descomposición de problemas y la

estructuración secuencial de soluciones, mientras Duval (1999) permite comprender la importancia de las representaciones semióticas en la comunicación matemática. Estas contribuciones se articulan con la mediación docente, orientada a promover la comprensión antes de incorporar herramientas digitales. De este modo, la integración tecnológica se vincula con la construcción de significados y la revisión consciente de procedimientos, evitando que la rapidez de las respuestas sustituya el razonamiento del estudiante.

La resignificación del error completa esta articulación al reconocer las equivocaciones como oportunidades para examinar procedimientos y construir justificaciones compartidas. Los aportes de Brousseau (1997) permiten comprender su relación con los conocimientos movilizados durante la resolución de problemas, mientras Balacheff (1987) fundamenta la importancia de los procesos de validación matemática. En este escenario, el diálogo favorece la revisión colectiva de las respuestas, la perseverancia intelectual y el reconocimiento de diferentes alternativas de solución. Así, la red semántica integra la interacción pedagógica, la exteriorización del pensamiento y la validación de argumentos como componentes relacionados con la configuración del constructo teórico propuesto para la educación media.

Tabla 36

Resumen de la categoría: Diseño de ambientes de aprendizaje

Códigos sustantivos	Categoría	Concepto emergente
• Sustrato del razonamiento • Mediación constante • Error como insumo didáctico. • Gestión de la frustración. • Ansiedad por responder rápido. • Respuesta mecánica. • Rol activo. • Competencia argumentativa. • Explicación estructurada • Vulnerabilidad aceptada	Diseño de ambientes de aprendizaje	Ágora matemática

Nota. Organización de los códigos sustantivos, la categoría y el concepto emergente derivados del proceso de análisis e interpretación. Tabla elaborada por la autora.

En definitiva, la sistematización se configura como un holograma pedagógico donde la epistemología del razonamiento, el andamiaje emocional y los ambientes dialógicos convergen para transformar la enseñanza matemática en un acto de

construcción de sentido. Bajo esta mirada, el aula trasciende la instrucción mecánica para convertirse en un ecosistema de mediación constante, donde la revalorización del error y la validación del estudiante como sujeto activo permiten que la lógica emerja de la subjetividad. Al integrar el pensamiento computacional y la tecnología con vigilancia ética, se logra la visibilización de procesos cognitivos antes ocultos, fomentando una competencia argumentativa sólida y un pensamiento crítico autónomo. En este tejido, cada interacción dialógica y cada gestión afectiva constituyen reflejos de una totalidad sistémica orientada a la emancipación intelectual del joven en la era digital.

Figura 23

Resumen Hologramático del estudio



Nota. Datos tomados de las voces de los informantes. Red hologramática categorial. Figura elaborada por la autora.

Este holograma integra diversos componentes relacionados con la mediación del error, el acompañamiento docente, la competencia argumentativa, el pensamiento crítico y la incorporación de herramientas tecnológicas en los procesos de aprendizaje. Su organización sitúa el andamiaje emocional, dialógico y computacional como eje articulador de las relaciones entre estos elementos, vinculando la validación y resignificación del error con la construcción colectiva del conocimiento. Asimismo, recoge aspectos asociados con la confianza, la convivencia, la autonomía intelectual y la

creatividad, en correspondencia con las experiencias docentes y los significados construidos alrededor del desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática.

En consecuencia, el *holograma sistémico de la investigación pedagógica* permite comprender que el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática se configura mediante una red de relaciones interdependientes, cuyo núcleo articulador es el *andamiaje emocional-dialógico-computacional*. En torno a este, convergen la validación, mediación y revalorización del error, el acompañamiento docente, la legitimación del otro, la integración tecnológica, el pensamiento crítico y creativo y la competencia argumentativa. Esta configuración revela que cada componente cobra sentido en su interacción con los demás, generando condiciones para que el estudiante explique, justifique, contraste, verifique y defienda sus ideas matemáticas de manera consciente.

Por consiguiente, la representación hologramática sintetiza el constructo emergente del estudio al mostrar que *razonamiento, argumentación y pensamiento computacional* se fortalecen mediante relaciones pedagógicas que integran las dimensiones cognitivas, socioafectivas, dialógicas y tecnológicas. En este contexto, el error alcanza valor formativo, el docente ejerce una mediación orientada al acompañamiento y la exigencia, la tecnología se incorpora bajo criterios éticos y el estudiante participa como sujeto activo en la construcción y validación del conocimiento. De este entramado emerge una comprensión sistémica de la praxis matemática, en la cual argumentar supone construir sentido, fundamentar decisiones, reconocer otras perspectivas y transferir lo aprendido a situaciones diversas.

MOMENTO V

Constructo Teórico de la Investigación

La teorización en la investigación cualitativa, y particularmente dentro de la diáspora fenomenológica, no constituye un acto de invención abstracta o un ejercicio de especulación aislada; por el contrario, representa el estadio culmen de la abstracción científica, donde la investigadora decodifica, interpreta y reorganiza las realidades subjetivas vividas por los actores sociales para conferirles un estatuto de inteligibilidad superior (Martínez 2006). Durante el proceso investigativo, la necesidad de generar una nueva racionalidad pedagógica responde a las tensiones evidenciadas en las aulas de la Institución Educativa Femenina de Enseñanza Media (IEFEM), donde la enseñanza de la matemática se debate entre la herencia mecanicista tradicional y las demandas cognitivas de una sociedad profundamente digitalizada.

A partir de estas consideraciones, el constructo teórico generado en esta investigación se erige como un mapa de navegación epistémico denominado "Pilares de la arquitectura del razonamiento y la argumentación en matemática". Al hablar de una arquitectura, se asume de manera explícita que el pensamiento lógico y la capacidad discursiva de las estudiantes no se desarrollan por generación espontánea, ni mediante la repetición ciega de fórmulas algorítmicas. El razonamiento matemático, al igual que cualquier estructura compleja, requiere de cimientos firmes, vigas de soporte interconectadas y un entorno propicio que garantice su estabilidad y trascendencia cognitiva.

Pilares de la arquitectura del razonamiento y la argumentación matemática

Esta propuesta teórica se distancia radicalmente del enfoque técnico-instrumental que ha caracterizado la informática educativa tradicional. Introducir el Pensamiento Computacional (PC) en la praxis matemática de la IEFEM no implica simplemente enseñar a codificar o trasladar los ejercicios del pizarrón a una pantalla; implica una nueva alfabetización. Se trata de un proceso de reconfiguración cognitiva donde operaciones mentales de orden superior, se supeditan al desarrollo de la soberanía intelectual y la capacidad argumentativa de la mujer en formación.

Por consiguiente, para comprender la ingeniería interna de este constructo y superar las visiones fragmentadas del hecho educativo, es necesario concebir la teoría como una totalidad holística y sistémica. Esta totalidad se desarrolla y cobra cuerpo doctrinal a través de tres grandes dimensiones o macrorregiones que configuran sus bases esenciales. A continuación, se presenta la descripción analítica y profunda de los tres pilares fundamentales que sostienen la arquitectura del razonamiento y la argumentación en la matemática escolar, detallando en cada uno de ellos cómo las intencionalidades iniciales del estudio (categorías centrales) se amalgaman de forma recíproca con las vivencias emergentes del profesorado:

Pilar I: El Logos Cognitivo y Contextual (Fundamento de la Racionalidad Matemática)

Este primer pilar sostiene el andamiaje del pensamiento abstracto, articulando las Categorías Centrales de Epistemología del Razonamiento y Praxis Pedagógica Post-pandemia con los hallazgos empíricos del aula. El constructo asume que el razonamiento no puede florecer de forma aislada a las realidades del entorno; por ende, reconoce las Brechas cognitivas y la dependencia digital heredadas de la post-pandemia como un punto de partida crítico.

Ante esto, la teoría propone edificar la arquitectura del pensamiento a través del Lenguaje matemático como discurso. Es decir, la matemática deja de ser un cúmulo de operaciones mudas para transformarse en un ejercicio de argumentación identitaria donde la estudiante explica su propio pensar. Esta discursividad, cobra solidez mediante

la *Conexión lógica* y el *sentido numérico*, y encuentra su dinamismo en la Resignificación del error como insumo pedagógico. El error se convierte en el cimiento del razonamiento, un nodo didáctico indispensable para la Gestión de la frustración, orientando a la estudiante hacia la conquista de su Autonomía y pensamiento crítico.

Pilar II: La Praxis Instrumental-Algorítmica (Ingeniería de la Estructuración Mental)

Este segundo pilar define la dimensión metodológica e instrumental del pensamiento computacional como un catalizador del razonamiento lógico, amalgamando las Categorías Centrales de Estructuración de este pensamiento y Mediación Tecnológica-Instrumental. La argumentación matemática requiere de un orden lógico e inductivo. El constructo articula las herramientas del pensamiento computacional como operaciones mentales superiores al servicio del desarrollo cognitivo.

De modo que, la arquitectura del razonamiento se desarrolla formalmente a través de la Descomposición de problemas complejos (fragmentar el todo en partes manejables) y el Reconocimiento de patrones y regularidades (desarrollar la intuición estructural). Para blindar el proceso contra los Riesgos de la mecanización tecnológica, el constructo introduce el Pensamiento algorítmico desenchufado como una fase donde la lógica se hace tangible sin necesidad de pantallas. Esto garantiza que, al momento de consolidar la Transición de la aritmética al código, la estudiante emplee El computador como herramienta de verificación; es decir, como un espejo cognitivo para validar y argumentar la rigurosidad de sus soluciones, erradicando el automatismo ciego.

Pilar III: El Ágora Dialógica y Antropo-Socioafectiva (Sustento Interpersonal del Saber)

Este tercer pilar representa el componente relacional y humanista que unifica y da vida a toda la estructura conceptual, teniendo como eje dinamizador la Categoría Central del Rol del Docente Mediador. Pues, ninguna arquitectura del razonamiento puede consolidarse en un ambiente impositivo o conductista. Por ello, el constructo teórico erige la figura del educador bajo la categoría emergente de Docente como “provocador” de

dudas. El educador es un arquitecto de la desestabilización cognitiva, alguien que interroga para obligar a argumentar.

De este modo, para que esta provocación intelectual no desboque en ansiedad o bloqueo ante la complejidad conceptual del código, este pilar inserta de manera simbiótica el Andamiaje emocional en el aula, validando el carrusel afectivo de las estudiantes en la resolución de problemas. Ambos elementos confluyen armónicamente en el Diseño de ambientes de aprendizaje dialógicos. Estos espacios horizontales transforman el aula tradicional en un ágora moderna, un laboratorio social donde razonar y argumentar matemáticamente se convierte en un acto comunicativo, colectivo, intersubjetivo y profundamente significativo para las estudiantes de la IEFEM.

En definitiva, la articulación sistémica de los *Pilares de la arquitectura del razonamiento y la argumentación matemática* permite trascender la visión fragmentada, utilitaria y meramente técnica que históricamente ha lastrado la didáctica de las ciencias exactas. Al concebir la teoría generada como un entramado donde confluyen el *Logos Cognitivo (Pilar I)*, la *Praxis Instrumental (Pilar II)* y el *Ágora Dialógica (Pilar III)*, se instituye un cambio de paradigma en el contexto de la Institución Educativa Femenina de Enseñanza Media (IEFEM). La matemática escolar deja de ser un espacio de reproducción conductista o de memorización de fórmulas inertes, para transformarse en un escenario de emancipación intelectual, donde el pensamiento computacional actúa como el andamio estructural que viabiliza el desarrollo del juicio crítico y la soberanía del pensamiento discente.

En términos conclusivos, este constructo postula que la verdadera excelencia cognitiva en el aula post pandemia se alcanza mediante la reconfiguración de las formas de producción del saber, más que por la digitalización superficial de los contenidos. La teoría devela que el razonamiento y la argumentación matemática emergen con fuerza cuando se dota a la estudiante de herramientas de orden superior como la descomposición de problemas complejos y la abstracción algorítmica, pero siempre supeditadas a la capacidad de comunicar, justificar y defender lingüísticamente las rutas lógicas empleadas. Así, la tecnología abandona su rol alienante de ejecutor automático

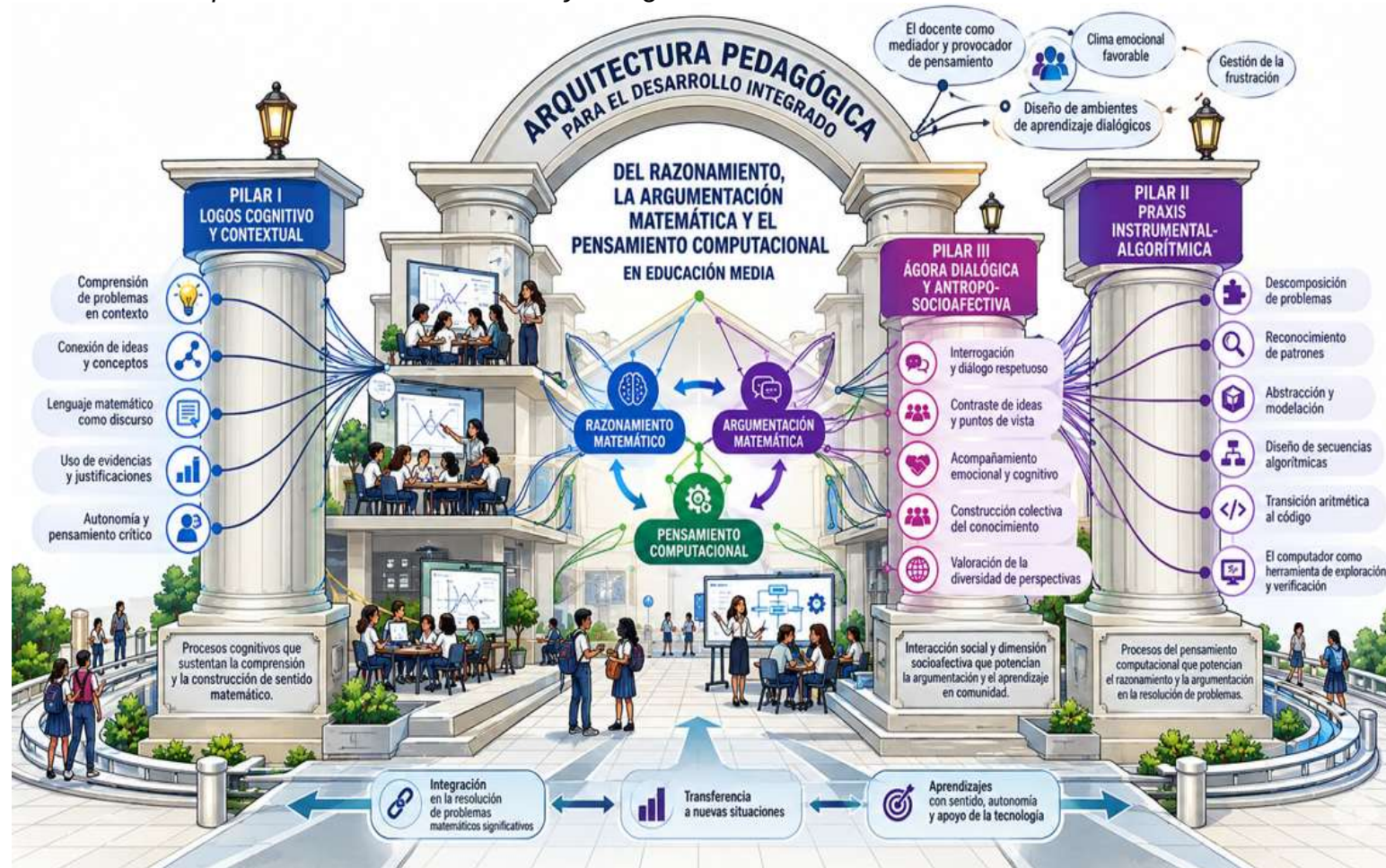
para convertirse en un espejo cognitivo, una herramienta de validación intersubjetiva que devuelve a la estudiante el control de su propio proceso de aprendizaje.

Asimismo, el constructo cierra el debate metodológico tradicional al situar el componente afectivo y dialógico como la clave de bóveda de toda la estructura teórica. La investigación demuestra que ninguna arquitectura mental es sostenible si se edifica sobre la base de la imposición, la mecanización o el temor al error. El rol del docente como "provocador" de dudas, respaldado por un andamiaje emocional riguroso, reconfigura la geometría del poder en el aula. Al transformar el espacio pedagógico en un ágora dialógica, el error pierde su carácter punitivo e invalidante para asumir una dignidad epistémica: el error se erige como el nodo de re-aprendizaje y el insumo didáctico fundamental que enseña a las jóvenes a gestionar la frustración inherente a la resolución de problemas científicos.

Finalmente, al situar esta aproximación teórica ante los horizontes del futuro educativo, se colige que los *Pilares de la arquitectura del razonamiento y la argumentación matemática* Constituyen una propuesta abierta, inacabada y dialéctica. Su propósito es ofrecer una provocación epistémica para el profesorado, orientada a promover nuevas formas de comprender y transformar la práctica educativa de la IEFEM y de la educación media en general. La teoría aquí sistematizada ofrece un soporte comprensivo-explicativo que devuelve el sentido humano y social a la ciencia matemática, demostrando que, en la intersección de la lógica, el código y el diálogo reside la clave para formar a la mujer del siglo XXI: Una ciudadana capaz de consumir tecnología con criterio, resolver ecuaciones, argumentar con rigor, pensar con autonomía y transformar críticamente su realidad sociocultural. Para visibilizar la ingeniería interna de este constructo, a continuación, (ver figura 24), en la cual se describe analíticamente la trama relacional, los nexos de significación y la articulación de sus componentes esenciales

Figura 24

Pilares de la arquitectura del razonamiento y la argumentación matemática



Nota. Datos emergentes de las categorías de análisis del estudio. Estructura del constructo teórico. Figura elaborada por la autora

La figura representa una *arquitectura pedagógica para el desarrollo integrado del razonamiento, la argumentación matemática y el pensamiento computacional en educación media*. Su configuración sitúa estos tres procesos en el centro de una relación dinámica y recíproca, mediante la cual el estudiante comprende, organiza, explica, justifica y valida sus procedimientos al resolver problemas. Esta articulación permite concebir el aprendizaje matemático como una construcción de sentido en la que convergen procesos cognitivos, algorítmicos, comunicativos y socioafectivos.

La arquitectura se sostiene en tres pilares complementarios. El *logos cognitivo y contextual* comprende la interpretación de problemas, la conexión de ideas, el lenguaje matemático, el uso de evidencias y el pensamiento crítico; la *praxis instrumental-algorítmica* incorpora descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, modelación y diseño de secuencias algorítmicas; mientras el *ágora dialógica y antroposocioafectiva* favorece la interrogación, el contraste de perspectivas, el acompañamiento emocional y la construcción colectiva del conocimiento. La interacción entre estos pilares posibilita que los procesos matemáticos se desarrollen de manera articulada dentro de situaciones significativas.

En su dimensión práctica, la figura muestra al docente como *mediador y provocador del pensamiento*, responsable de generar ambientes dialógicos, acompañar los procesos cognitivos y gestionar las condiciones socioafectivas del aprendizaje. En este escenario, la tecnología como herramienta de exploración, representación y verificación, cobra sentido cuando se integra de manera pertinente a la actividad matemática. La convergencia de los componentes de la arquitectura se proyecta hacia la resolución de problemas significativos, la transferencia de los aprendizajes a nuevas situaciones y la formación de estudiantes con autonomía para pensar, argumentar y tomar decisiones matemáticamente fundamentadas.

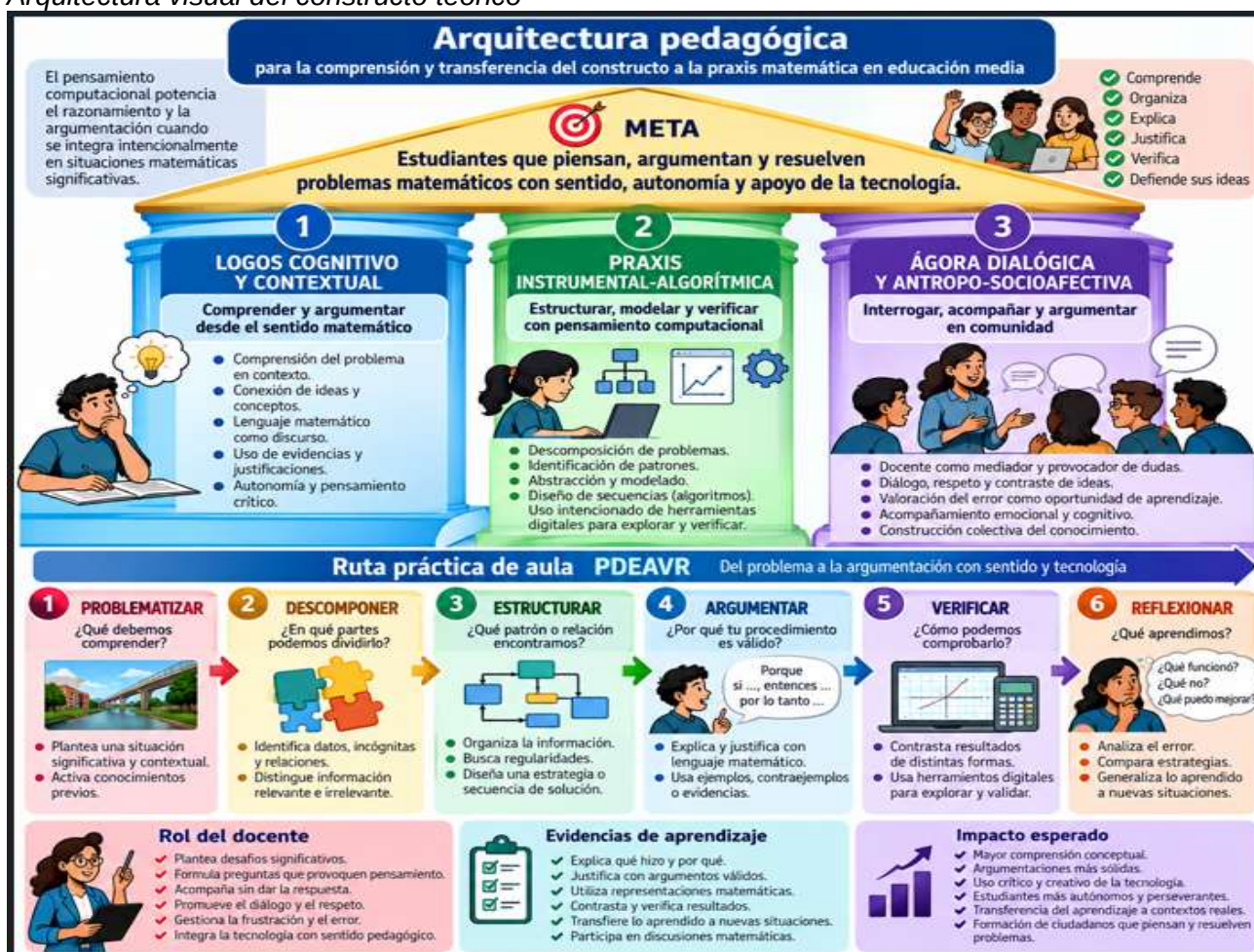
Arquitectura pedagógica para la transferencia del Constructo Teórico.

En correspondencia con la configuración teórica alcanzada, se presenta la Arquitectura pedagógica para la comprensión y transferencia del constructo a la praxis

matemática en educación media, como representación integradora de los principios que orientan el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática. Su organización articula los tres pilares emergentes del constructo mediante una ruta pedagógica que vincula el pensamiento computacional con la construcción de significados y la validación de procedimientos. Esta ruta, denominada PDEAVR, comprende seis momentos interrelacionados: problematizar, descomponer, estructurar, argumentar, verificar y reflexionar, cuya articulación favorece la transferencia de los fundamentos teóricos hacia situaciones concretas de enseñanza y aprendizaje (ver figura 25).

Es importante precisar que esta ruta no responde a una secuencia rígida, lineal ni predeterminada, puesto que sus momentos pueden desarrollarse en diferentes órdenes, retomarse o articularse simultáneamente, según la intencionalidad pedagógica del docente y las particularidades del contexto educativo. Su flexibilidad reconoce la autonomía del educador para decidir cómo organizar las experiencias de aprendizaje, sin que ello implique prescindir de alguno de sus componentes. En consecuencia, todos los momentos deben estar presentes a lo largo del proceso formativo, aunque su disposición y recurrencia puedan variar. Esta condición permite integrar las habilidades propias del pensamiento computacional con la construcción, explicación y validación de razonamientos, conservando como propósito central el desarrollo de la competencia de razonamiento y argumentación matemática en educación media.

Figura 25
Arquitectura visual del constructo teórico



Nota. Guía visual para la implementación del constructo teórico. Figura elaborada por la autora.

La *arquitectura pedagógica* representada en la figura responde a una estructura integradora orientada a favorecer la comprensión y la transferencia del constructo teórico hacia la praxis matemática en educación media. Su organización se sustenta en tres pilares interrelacionados: el *logos cognitivo y contextual*, vinculado con la comprensión, la conexión de ideas, el lenguaje matemático, el uso de evidencias y la argumentación; la *praxis instrumental-algorítmica*, que incorpora procesos propios del pensamiento computacional como la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción, el diseño de secuencias algorítmicas y la verificación; y el *ágora dialógica y antro-po-socioafectiva*, concebida como espacio de interacción, comunicación y construcción colectiva del conocimiento.

La articulación de estos componentes converge en una meta formativa común: propiciar estudiantes capaces de pensar, argumentar y resolver problemas matemáticos con sentido, autonomía y apoyo pertinente de la tecnología. En correspondencia con estos fundamentos, la arquitectura se operacionaliza mediante una *ruta práctica de aula* conformada por seis momentos articulados: problematizar, descomponer, estructurar, argumentar, verificar y reflexionar. Esta dinámica parte de situaciones matemáticas significativas, avanza hacia la identificación y organización de sus elementos, conduce a la formulación de estrategias de solución y otorga especial relevancia a la explicación, justificación y validación de los procedimientos empleados; finalmente, promueve la reflexión sobre lo aprendido y las posibilidades de mejora.

En esta ruta, el docente actúa como mediador que formula preguntas, acompaña el razonamiento y favorece la autorregulación, mientras las evidencias de aprendizaje permiten reconocer cómo el estudiante explica, representa, contrasta y transfiere sus ideas. Así, la arquitectura concreta la convergencia entre *pensamiento computacional*, *razonamiento y argumentación matemática*, procurando aprendizajes comprensivos, autónomos y susceptibles de ser transferidos a nuevas situaciones problemáticas.

MOMENTO VI

Reflexiones finales y recomendaciones del estudio

Reflexiones finales

Llegados a este momento de la investigación, corresponde presentar una síntesis estructurada del recorrido desarrollado, en coherencia con los objetivos específicos que orientaron el estudio y con los hallazgos construidos a partir de las experiencias, percepciones y significados expresados por los actores sociales. Esta mirada, permite reconocer las relaciones establecidas entre el razonamiento, la argumentación matemática y el pensamiento computacional, así como valorar el aporte de la mediación docente en la configuración de prácticas pedagógicas más reflexivas, críticas y contextualizadas; a su vez, la contrastación con los referentes teóricos fortalece la comprensión del fenómeno y aporta consistencia a las interpretaciones alcanzadas. En consecuencia, las consideraciones finales reúnen los principales sentidos emergentes del proceso investigativo, recuperan la esencia de las vivencias analizadas y muestran la correspondencia entre los propósitos planteados, el desarrollo metodológico y el constructo teórico configurado; con base en esta articulación, se enuncia:

Las concepciones docentes revelan un contraste paradigmático entre la enseñanza tradicional, basada en el resultado y la mecanización, y un paradigma emergente centrado en el proceso y la articulación de significados. Los docentes perciben el razonamiento como una conexión lógica y de sentido numérico que permite al estudiante vincular saberes previos con situaciones nuevas para generar aprendizaje significativo. Desde este punto de vista, el razonamiento se manifiesta como un discurso argumentativo donde la validación del camino lógico recorrido posee un valor pedagógico

superior a la cifra final, buscando con ello fomentar una soberanía numérica y autonomía intelectual, donde el alumno deje de ser un ejecutor de fórmulas para transformarse en un sujeto capaz de cuestionar y validar sus propios procesos mentales frente a la inmediatez de las respuestas prefabricadas en el entorno digital.

La integración del pensamiento computacional se comprende como una estrategia cognitiva que amplía las posibilidades de la alfabetización digital y favorece la visibilidad del razonamiento abstracto; según los significados construidos en el estudio, permite descomponer problemas complejos en unidades manejables, disminuir la parálisis cognitiva e identificar patrones y regularidades vinculados con la generalización matemática. Esta organización lógica, desarrollada incluso mediante modalidades desenchufadas, conduce a los estudiantes a explicitar pasos y secuencias que inicialmente permanecían en el plano intuitivo, convirtiéndolos en referentes para la reflexión consciente. De este modo, el pensamiento computacional aporta a la matemática una estructura heurística que fortalece la toma de decisiones fundamentadas y la elaboración de soluciones organizadas, comprensibles y susceptibles de ser aplicadas en situaciones semejantes.

La mediación docente emerge como un eje articulador en la comprensión del fenómeno estudiado, pues, a partir de las experiencias y significados expresados por los actores sociales, se interpreta que la tecnología puede constituirse en un apoyo para el desarrollo del pensamiento crítico, siempre que su incorporación esté acompañada por una orientación pedagógica consciente. Por ello, el profesor es comprendido como un mediador que propicia la duda, formula preguntas reflexivas y favorece ambientes de intercambio en los cuales el estudiante pueda explicar, confrontar y reconstruir sus razonamientos; esto contribuye a disminuir respuestas automatizadas y evita que el proceso intelectual sea delegado por completo en los dispositivos electrónicos. Lo cual propicia que, el error adquiera un sentido formativo, al convertirse en una posibilidad para revisar procedimientos, identificar inconsistencias y depurar ideas; la interpretando de sus decisiones y la reorganizando consciente de su propia lógica.

El constructo teórico configurado se sustenta en la comprensión de la matemática

como discurso y estructura lógica, ámbito en el cual el razonamiento cobra sentido mediante la comunicación, la interacción y la construcción compartida de significados dentro del aula. Sus componentes fundamentales comprenden la *Conexión Lógica*, entendida como base del pensamiento relacional; el *Lenguaje Matemático como Discurso*, que favorece el tránsito de la intuición hacia la validación intersubjetiva; y la *Validación del Proceso*, orientada a reconocer el valor del recorrido intelectual desarrollado por el estudiante durante la construcción de una solución.

Este eje integra el pensamiento computacional como una estructura que hace visibles las decisiones, secuencias y relaciones establecidas, permitiendo explicar los procedimientos seguidos y sustentar con argumentos la pertinencia del camino recorrido. En consecuencia, el constructo promueve una educación matemática crítica, reflexiva y rigurosa, capaz de superar aproximaciones superficiales al conocimiento y de favorecer la formación de estudiantes autónomos, preparados para comprender la complejidad, organizar sus ideas y participar responsablemente en la construcción de significados.

Recomendaciones

A partir de los hallazgos obtenidos, del proceso interpretativo desarrollado y de las de las consideraciones finales, se formulan diversas recomendaciones dirigidas a fortalecer el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en educación media. Estas orientaciones responden a las experiencias, percepciones y saberes compartidos por los actores sociales, así como a las necesidades identificadas durante la comprensión del fenómeno estudiado; por ello, buscan favorecer prácticas pedagógicas que promuevan el razonamiento, la argumentación y la construcción consciente del conocimiento matemático. Asimismo, pretenden impulsar la incorporación pertinente del pensamiento computacional como fundamento para organizar ideas, analizar situaciones, reconocer patrones, diseñar procedimientos y justificar decisiones. Su alcance comprende la formación docente, la planificación curricular, la mediación pedagógica y el uso reflexivo de los recursos tecnológicos, considerando las características del contexto educativo.

Para iniciar, se recomienda institucionalizar el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática, como un proceso gradual y continuo, que se da a lo largo de los diferentes niveles de enseñanza y no como producto. En consecuencia, se recomienda a las instituciones educativas redimensionar sus planes de área para que la evaluación no se centre únicamente en el resultado numérico. Así, es ineludible priorizar la soberanía numérica del estudiante, valorando el camino lógico y la justificación argumentativa, lo que implica, transformar el aula en un espacio de debate donde el error sea visto como una oportunidad de depuración cognitiva y no como una falla final.

Asimismo, se recomienda la integración del pensamiento computacional que no debe limitarse única y/o exclusivamente a la clase de informática. Adicionalmente, se sugiere a los docentes de matemática incorporar la descomposición de problemas y el reconocimiento de patrones como estrategias habituales en la resolución de desafíos matemáticos, debido a que, el uso de algoritmos, incluso de forma desenchufada, permite que el estudiante visualice su propia lógica de pensamiento, haciendo concreto lo abstracto.

Por otra parte, es de suma importancia promover la visibilidad del pensamiento, por lo que es fundamental que los docentes diseñen actividades donde el alumno deba explicar y diagramar sus procesos mentales. Así al utilizar el Pensamiento Computacional como un espejo del pensamiento, el estudiante puede identificar errores en su razonamiento. En este sentido, el uso de diagramas de flujo o pseudocódigos para representar la solución de problemas complejos, facilita la metacognición y la autorregulación del aprendizaje.

Entre otras de las recomendaciones, se considera necesaria, la formación docente en mediación tecnológica intencionada, ya que esta debe trascender el uso instrumental de herramientas digitales. Además, se recomienda que la capacitación se enfoque en una mediación que evite el automatismo cognitivo, En tanto que el docente debe ser capaz de seleccionar tecnologías que actúen como andamiajes pedagógicos, garantizando que el software potencie el análisis crítico en lugar de sustituir el esfuerzo intelectual del estudiante. Asimismo, se debe fomentar el diseño de situaciones-problema

situadas, para desarrollar competencias de razonamiento y argumentación, se deben proponer problemas que conecten con la realidad del entorno digital y social de la educación media. Estas situaciones deben ser lo suficientemente complejas para exigir la aplicación de habilidades cognitivas superiores, obligando al estudiante a transitar de la simple intuición hacia una validación intersubjetiva y rigurosa.

Asimismo, se propone establecer laboratorios de pensamiento y experimentación como espacios pedagógicos destinados a explorar variables, formular conjeturas, analizar modelos y revisar procedimientos de manera dinámica; su organización puede integrar componentes del pensamiento computacional, entre ellos la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción, la elaboración de secuencias y la depuración de ideas. Estas experiencias permiten que los estudiantes comprendan el error como parte del proceso de construcción del conocimiento, ensayen diversas alternativas y otorguen nuevos significados a las situaciones planteadas. La exploración progresiva de problemas desconocidos puede disminuir la inseguridad inicial y favorecer una disposición más reflexiva, perseverante y autónoma; de este modo, los laboratorios se convierten en escenarios para interpretar, argumentar y reconstruir el conocimiento matemático a partir de la experiencia compartida

Además, se sugiere desarrollar la resiliencia intelectual ante la complejidad. Es vital preparar al estudiante para enfrentar la incertidumbre inherente a los problemas de alto nivel, por lo que se recomienda que el docente gestione los niveles de frustración mediante un acompañamiento que valore la persistencia. Al incentivar la revisión constante de los propios algoritmos de solución, se forma una mente capaz de habitar la complejidad con orden, autonomía y rigor académico.

Finalmente, es importante trabajar en fortalecer el vínculo entre el lenguaje natural y el lenguaje matemático. Se recomienda realizar ejercicios de traducción constante entre el lenguaje cotidiano, el lenguaje algorítmico y la simbología matemática formal. Esta transición lingüística es clave para que el razonamiento sea comunicable y socialmente válido, debido a que un estudiante que logra narrar su lógica de pensamiento está mejor preparado para integrarse de forma crítica en una sociedad tecnificada y

basada en la información.

REFERENCIAS

- Aguirre, J. y Jaramillo, L. (2012). Aportes del método fenomenológico a la investigación educativa. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 2(8), 51-74.
<https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129257004.pdf>
- Aho, A. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832–835.
<https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
- Albornoz, Y (2022). Estrategias resolutorias de Allan Schoenfeld y la solución de problemas matemáticos de alta demanda cognitiva. *International Journal of New Education*, 1(9), 43-63.
<https://www.researchgate.net/publication/361995435>
- Aristóteles. (1994). *Metafísica* (trad. de Calvo). Editorial Gredos-España
- Astete, A (2016). La dimensión ontológica de la investigación cualitativa en la educación y pedagogía. *Horizonte de la Ciencia*, 6(10), 98-104.
<https://www.redalyc.org/journal/5709/570960870010/html/>
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (2.^a ed., M. Sandoval Pineda, trad.). Trillas.
- Azuero, A. (2019). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. *Revista KOIKONIA*, 4(8), 110-127. <http://www.Dialnet-SignificatividadDelMarcoMetodologicoEnElDesarrollo-7062667.pdf>
- Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI.
- Bakhtin, M. M. (1981). *The dialogic imagination: Four essays*. University of Texas Press.
- Balacheff, N. (1987). *Processus de preuve et situations de validation*. *Educational Studies in Mathematics*, 18(2), 147-176. <https://doi.org/10.1007/BF00314724> ResearchGate
- Braun, J. (2 de septiembre de 2023). “Si usamos bien las tecnologías de IA tendremos al menos aulas donde los niños se sienten perdidos o aburridos” Salman Khan, pionero de la transformación en la educación. <https://www.bbc.com/mundo/articles/ckrl3ep40dro>
- Brousseau, G. (1986). *Fundamentos y métodos de la didáctica de la matemática*. Universidad Nacional de Córdoba.

- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques, 1970–1990* [Teoría de las situaciones didácticas en matemáticas: Didáctica de las matemáticas, 1970-1990]. Kluwer Academic Publishers.
- Bryman, A. (2004). *Social research methods*. 2nd Edition, Oxford University Press, New York.
- Cantoral, R. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la matemática educativa: Estudios sobre la construcción social del conocimiento*. Gedisa- Mexico
- Cañadas, M., y Castro, E. (2007). A workshop on mathematical patterns [Un taller sobre patrones matemáticos]. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4), 401-410.
- Carpenter, T. y Lehr, A. (1999). *Teaching and learning mathematics with understanding* [Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con comprensión]. National Council of Teachers of Mathematics.
- Carr, N. (2011). *Superficiales: ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes?* Editorial Taurus.
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2007). *Métodos de investigación en educación* (6.^a ed.). Londres y Nueva York, NY: Routledge Falmer
- Constitución Política de Colombia. (N° 67). (1991, Julio 4)
- Contreras, Y. (2022). Constructos teóricos sobre el razonamiento y argumentación en la resolución de problemas trigonométricos en educación media. [Tesis doctoral, UPEL—IPRGR]. <https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/198>
- Creswell, J. (1998). *Investigación Cualitativa y Diseño Investigativo*. Fairmont Press. <https://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion-II/files/2017/08/INVESTIGACION-CUALITATIVACreswell.pdf>
- De la Torre, S. (2004). *Aprender de los errores: El error como estrategia de innovación didáctica*. Editorial Magisterio.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Macmillan.
- Díaz, A. (2006). El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles Educativos*, 28(111), 11-29. www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v28n111/n111a2.pdf
- Duarte J. y Parra, E. (2014). *Lo que debes saber sobre un trabajo de investigación* (3.^a ed.). Gráficolor C. A.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1-2), 103-131.
- Duval, R. (2017). *Semiosis y pensamiento humano: Registros de representación semiótica y aprendizajes cognitivos* (2da ed.). Universidad del Valle.

- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales* (M. Vega Restrepo, trad.). Universidad del Valle y Peter Lang.
- Dweck, C. (2016). *Mindset: La actitud del éxito*. Penguin Random House.
- Farfán, R. (2009). La sociología comprensiva como un capítulo de la historia de la sociología. SciELO, 24(70), https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732009000200008
- Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa* (2.ª ed.). Ediciones Morata-España.
- Flick, U. (2018). *El diseño de Investigación Cualitativa*. Ediciones Morata-España.
- Flores, F. (24 de diciembre de 2021). El conectivismo: la teoría contemporánea en la educación del siglo XXI. <https://schoolrubric.es/el-conectivismo-la-teoria-contemporanea-en-la-educacion-del-siglo-xxi/>
- Gadamer, H. (1999). *Verdad y método I* (8.ª ed., A. Agud Aparicio y R. de Agapito, trads.). Ediciones Sígueme.
- García, A. (2024). *Modelo de aprendizaje centrado en el desarrollo de la competencia matemática razonar y argumentar, desde principios didácticos del M-LearninCantoralg en educación básica primaria, Ccolombia*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Libertador de Venezuela]
- Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples: La teoría en la práctica*. Paidós.
- Gervilla, E. (2001). Buscando valores. El análisis de contenido axiológico. Horizontes, 23(93), 90-105. <https://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v26n103/v26n103a6.pdf>
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. Bantam Books.
- Grover, S., y Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. Mc Graw Hill. <file:///C:/Users/jeans/Downloads/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPLERI.pdf>
- Hoyle, C., y Noss, R. (2003). What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education? En A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 323-349). Kluwer Academic Publishers.
- ICFES (2022). Informe nacional de resultados PISA .www.mineducacion.gov.co/1780/articles-421217_recurso_03.pdf
- ICFES (14 de marzo de 2022). Marco de referencia para la evaluación en matemáticas.
- ICFES (2023). Resultados Saber 11. <https://fundacionexe.org.co/wp->

- Khan, S. (2023). *Brave new words: How AI will revolutionize education* (and why that's a good thing). Viking.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., y Findell, B. (2001). Aprender matemáticas en el siglo XXI “a sumar con tecnología”. BID
- Knuth, D. (1997). *The Art of Computer Programming: Fundamental Algorithms* [El arte de la programación de computadoras: Algoritmos fundamentales] (Vol. 1). Addison-Wesley.
- Krummheuer, G. (1995). *The ethnography of argumentation* (Cap. 7). Cobb, P. y Bauersfeld, H. (Eds.). En *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures* (pp. 229-269). Lawrence Erlbaum Associates - Estados Unidos. Springer Nature Link
- Leal, J. (2011). *La autonomía del sujeto investigador y la metodología de investigación* (3.^a ed.). Azul Intenso C.A. Venezuela.
- Lee, C. y Low, Y. (2024). *Using genAI in education: The case for critical thinking*. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7, 1452131. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1452131> Frontiers
- Ley general de educación en Colombia. (N°12). (1994, febrero 8).
- Loza, R. M., Mamani Condori, J. L., Mariaca Mamani, J. S. y Yanqui Santos, F. E. (2021). Paradigma sociocrítico en investigación. *PSIQUEMAG/Revista Científica Digital de Psicología*, 9(2), 30–39. <https://doi.org/10.18050/psiquemag.v9i2.2656>
- Luy, C. (2019), El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *SciELO*, 7(2), 353-383. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-79992019000200014
- Mainetti, J. (2011). *Manual de bioética*. Quirón.
- Martínez, M. (2006). *Ciencia y Arte en investigación cualitativa*. México: Trillas
- Maturana, H. (2001). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Dolmen Ediciones.
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia Learning* [Aprendizaje multimedia] (3ra ed.). Cambridge University Press.
- Meirieu, P. (2002). *Aprender, sí, pero ¿cómo?* Ediciones Octaedro
- MEN. (1998). Lineamientos curriculares de matemáticas. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- MEN (2004). Estándares básicos de competencias ciudadanas: Formar para la ciudadanía. ¡Sí es posible! Lo que necesitamos saber y saber hacer, Serie Guías No. 6, Bogotá D.C.

- MEN (22 de agosto de 2018). Lineamientos curriculares. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/micrositios-preescolar-basica-y-media/Direccion-Calidad/Referentes-de-Calidad/339975:Lineamientos-curriculares>
- Metcalfe, J. (2017). Learning from Errors [Aprender de los errores]. *Annual Review of Psychology*, 68, 465-489.
- Miles, M. y Huberman, M. (1994). Antología de métodos cualitativos en la investigación social. México: El colegio de Sonora.
- Miralda, A. (2020). Análisis del Desarrollo de la Competencia Argumentativa y propuesta de Intervención en Educación Primaria. [Tesis doctoral, Universidad de Barcelona] <https://hdl.handle.net/2445/172669>
- Mora, F. (2017). *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama* (2da ed.). Alianza Editorial.
- Morales P. (2017). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico, ¿una relación vinculante? Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 21(2), 91-108. <https://www.redalyc.org/journal/2170/217059664008/html/>
- Moreira, M. A. (2012). La teoría del aprendizaje significativo crítico: Un referente para organizar la enseñanza contemporánea. UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 8(31), 9–20. <https://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/835>
- Morse, J. M. (2012). Qualitative health research: Creating a new discipline. Left Coast Press.
- Naciones Unidas, (s.f.). Objetivos de desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/globalpartnerships/>
- Nahum, R. (10 de marzo de 2022). Pensamiento sistémico: Qué es, características y cómo funciona. Portal Psicología y Mente. <https://psicologiymente.com/psicologia/pensamiento-sistemico>.
- Observatorio de gestión educativa (2023). Análisis de resultados pruebas saber 11. https://fundacionexe.org.co/wp-content/uploads/2024/07/Ana%CC%81lisis-Saber11_2023-1_compressed.pdf VF-
- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume II): Learning During and After School. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>
- Padrón, N. (2021). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(1), 55-76, <https://www.redalyc.org/journal/3314/331464460003/html/>
- Patton, M. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3^a ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.

- Paucar Curasma, R. (2023). *Influencia del pensamiento computacional en los procesos de resolución de problemas en los estudiantes de ingeniería de reciente ingreso a la universidad* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Santa. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4199>
- Paul, R., y Elder, L. (2003). *La mini-guía para el Pensamiento Crítico: Conceptos y herramientas*. Fundación para el Pensamiento Crítico.
- Penagos, M., Mariño, L y Hernández, R (2017). *Pensamiento matemático elemental y avanzado como actividad humana en permanente evolución*. ms, 2(1). <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/perspectivas/article/view/1289/1634>
- Pérez, J. (2019). El pensamiento computacional en la vida cotidiana. *Revista Científica*, 4(13), 293-306. <https://www.redalyc.org/journal/5636/563659492016/html/>
- Piaget, J. (1973). *Psicología y epistemología*. Emecé Editores
- Piñero M. y Rivera, M. Piaget
- (2013). *Investigación cualitativa: Orientaciones procedimentales* (1.^a reimpresión corregida). Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Barquisimeto.
- PISA, (2012). Marcos y pruebas de evaluación PISA. https://archivos.agenciaeducacion.cl/Marcos_pruebas_evaluacion_PISA_2012.pdf
- Plan Nacional Decenal de Educación. El camino hacia la calidad y hacia la equidad (2016-2026). https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-392871_recurso_1.pdf
- Polo, L. (2023). Aproximación teórica desde los procesos de enseñanza y aprendizaje del pensamiento computacional. [Tesis doctoral, UPEL-IPRGR]. <https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/595>
- Polya, G. (1945). *Cómo plantear y resolver problemas: Un nuevo aspecto del método matemático*. Princeton University Press.
- Pujals, G. (2021). El discurso argumentativo en los primeros cursos de enseñanza superior. [Tesis doctoral, universidad de Barcelona]. <https://hdl.handle.net/2445/184188>
- ¿Qué es el pensamiento computacional? (27 de enero de 2021). UNIR [https://www.unir.net/revista/educacion/pensamiento-computacional/#:~:text=Otra%20definici%C3%B3n%20ampliamente%20aceptada%20de,\(Royal%20Society%2C%202012\).](https://www.unir.net/revista/educacion/pensamiento-computacional/#:~:text=Otra%20definici%C3%B3n%20ampliamente%20aceptada%20de,(Royal%20Society%2C%202012).)
- Ramos, C. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Av.psico*, 23(1), 9-17. https://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/psicologia/2015_1/Carlos_Ramos.pdf
- Resnick, M. (2017). *Jardín de infantes de por vida: Cultivando la creatividad a través de proyectos, pasión, compañeros y juego*. MIT Press.

- Regader, B. (5 de julio de 2024). La teoría de las inteligencias múltiples de Gardner. <https://psicologiaymente.com/inteligencia/teoria-inteligencias-multiples-gardner>
- Rué, J. (2011). Aprendizaje basado en problema. Un enfoque estratégico para la formación en Educación Superior. Aportaciones de un análisis de la formación en Derecho. *Dialnet*, 9(1), 25-44. <http://redaberta.usc.es/redu/index.php>
- Santos, M. (2023). *La resolución de problemas matemáticos: Avances y perspectivas en la era digital*. Editorial Trillas.
- Salavarría Márceles, K. (2024). Desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de básica secundaria para la promoción del pensamiento crítico. *Gaceta de Pedagogía*, (50), 193–209. <https://revistas.upel.edu.ve/index.php/gaceta/article/view/2855>
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). Macmillan.
- Sriraman, B. y Umland, K. (2020). Argumentation in mathematics education. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 63–66). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_11
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning [Carga cognitiva durante la resolución de problemas: Efectos en el aprendizaje]. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- Tall, D. (Ed.). (2002). *Advanced mathematical thinking*. Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/0-306-47203-1>
- Tigse, C. (2019). *El constructivismo, según bases teóricas de César Coll*. Revista Andina de educación, 8(1), 25-28. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/ree>
- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. (Trad. de M. Morrás y V. Pineda). Ediciones Península - España. (Trabajo original publicado en 1958). Scribd
- UNESCO. (2023). *Informe GEM 2023: Tecnología en la educación: ¿Una herramienta en los términos de quién?* Informe de seguimiento de la educación en el mundo. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147>
- Van Manen, M. (2003). *Investigación Educativa y Experiencia Viva*. Ciencia Humana para una Pedagogía de la Acción y la Sensibilidad. Barcelona: Idea Books
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* [El desarrollo de los procesos psicológicos superiores] (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner y E. Souberman, Eds.). Harvard University Press. (Obra original publicada en 1930-1934).
- Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Ichter, B., Xia, F., Chi, E., Le, Q., y Zhou, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 35, 24824–24837.

- Wing, J. (2006). *Computational thinking* [Pensamiento computacional]. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. (2011). *Computational thinking: What and why?* [Pensamiento computacional: ¿Qué es y por qué?]. *The Link Magazine*, 6, 20–23.
- Wing, J. (10 de Octubre de 2009). Pensamiento computacional y pensando en computación. [Conferencista] "SIGCSE" (Special Interest Group on Computer Science Education). Houston, Texas. <https://competencias3m.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/traduccion-jeannette-m-wing-computational-thinking-and-thinking-about-computing.pdf>
- Zapata M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46), 1-47. (Esta referencia ya se encuentra originalmente en español).
- Zhou, L., Schellaert, W., Martínez-Plumed, F., Moros-Daval, Y., Ferri, C., y Hernández, J. (2024). *Larger and more instructable language models become less reliable*. *Nature*, 634, 61–68. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07930-y> PubMed Central (PMC)

Anexo A

Formato de consentimiento informado

Consentimiento de Informantes Clave

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR INSTITUTO DE
MEJORAMIENTO PROFESIONAL PARA EL MAGISTERIO
Doctorado en Ciencias de la Educación**

Institución: _____

Localidad/Municipio: _____

Yo, _____, mayor de edad, hábil de hecho y de derecho, en ejercicio de la profesión _____, autorizo mi participación en el desarrollo de la Investigación intitulada: “CONSTRUCTO TEÓRICO SOBRE EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA RAZONAMIENTO Y ARGUMENTACIÓN EN MATEMÁTICA VISLUMBRADA DESDE EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA EDUCACIÓN MEDIA COLOMBIANA”, llevada a cabo por la Mg. Luz Yarney Caicedo Hernández, para optar al Grado Académico de Doctor en Ciencias de la Educación.

Luego de haber sido informado (a) sobre las condiciones de mi participación en la presente investigación, resueltas todas las inquietudes y habiendo comprendido en su totalidad la información sobre esta actividad entiendo que mi participación en esta investigación contribuirá al desarrollo educativo, humano y social, además que no sobrevendrán consecuencias desfavorables sobre mis actividades ordinarias y profesionales; así como mi identidad no será develada y mis aportes serán utilizados única y exclusivamente bajo fines académicos como evidencia práctica en el desarrollo investigativo que emprende la interesada de la pesquisa.

En tal sentido, atendiendo cada una de estas precitadas consideraciones, de forma consciente y voluntaria...

- () DOY EL CONSENTIMIENTO
() NO DOY EL CONSENTIMIENTO

... para mi participación en el desarrollo de la suscrita investigación.

Lugar: _____ Fecha: ____/____/____.

Firma del Actor Social

Anexo B

Guión de preguntas semiestructuradas

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR INSTITUTO DE MEJORAMIENTO PROFESIONAL DEL
MAGISTERIO
Doctorado en Ciencias de la Educación

CONSTRUCTO TEÓRICO SOBRE EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA RAZONAMIENTO Y ARGUMENTACIÓN
EN MATEMÁTICA VISLUMBRADA DESDE EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA EDUCACIÓN MEDIA
COLOMBIANA

Objetivo General: Generar un constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media.

Objetivos	Categorías	Ítem	Cuestión
Develar los rasgos característicos que definen el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática desde la visión de los agentes de enseñanza.	Experiencias previas y su influencia en la enseñanza	1	¿Por qué considera importante la enseñanza de las matemáticas?
		2	¿Cómo describiría su experiencia enseñando matemáticas en educación media?
		3	Desde su experiencia cotidiana en el aula ¿qué significa para Usted que un estudiante “razone” matemáticamente?
	Lógica matemática y defensa argumentativa	4	¿Cómo identifica usted que un estudiante ha pasado de una simple operación mecánica a una verdadera “argumentación” de sus resultados?
		5	¿Cuáles considera que son los rasgos o huellas más características que definen a un estudiante con alta capacidad de argumentación matemática?
		6	En su visión docente ¿Cuál es el papel del error en el proceso de construcción del razonamiento lógico de sus

			alumnos?
	Estrategias y recursos para la enseñanza de las matemáticas	7	¿Qué tipo de actividades, estrategias o recursos emplea en sus clases para que los estudiantes construyan ideas matemáticas por sí mismos?
		8	¿De qué manera intervienen sus estudiantes durante el proceso de enseñanza en orden al razonamiento y argumentación matemática?
	Rol del docente	9	¿Cuál es el papel que debe jugar el docente en la enseñanza de las matemáticas que determine el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en el estudiante?
		10	Desde su experiencia ¿Cómo define que un estudiante ha alcanzado un óptimo desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática?
Comprender las percepciones de los docentes de educación media sobre los componentes conceptuales del pensamiento computacional en la práctica de la enseñanza matemática.	Comprensión terminológica sobre pensamiento computacional	11	Desde su perspectiva ¿Qué es el pensamiento computacional?
		12	Al escuchar el término “Pensamiento Computacional” en educación media ¿Qué es lo primero que viene a su mente y cómo lo diferencia de saber usar una computadora?
		13	¿Qué relación guarda el pensamiento computacional en la enseñanza de la matemática y en el desarrollo racional y argumentativo matemático?
	Indicadores acerca de la enseñanza de la matemática a través del pensamiento computacional	14	¿Cómo describiría Usted los componentes de la abstracción y la descomposición de problemas dentro de su práctica pedagógica?
		15	¿De qué manera cree Usted que el diseño de algoritmos (pasos lógicos para resolver algo) está presente en la mente de sus estudiantes, incluso si no usan tecnología?
Interpretar las perspectivas de los docentes acerca del	Fundamentos sobre el desarrollo de competencias de	16	¿Cómo percibe Usted la relación entre la estructura de una demostración matemática y la lógica detrás de una secuencia computacional?

desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en educación media.	razonamiento y argumentación desde el pensamiento computacional			
	Desempeño docente en la enseñanza de la matemática	17	¿En qué medida considera que el pensamiento computacional permite vislumbrar o hacer visibles procesos de razonamiento matemático que antes eran abstractos para el alumno?	
		18	¿Qué cambios nota en la forma de argumentar de un estudiante cuando aborda un problema matemático utilizando el pensamiento computacional?	
		19	¿Cómo describiría la nueva cara del razonamiento matemático en esta era digital: evolución o una herramienta necesaria? (razones su respuesta)	

Anexo C

Diario de campo y matriz epojé

FORMATO Y MATRIZ DE APOYO A LA REFLEXIVIDAD METODOLÓGICA: DIARIO DE CAMPO Y MATRIZ DE EPOJÉ (SUSPENSIÓN REFLEXIVA DEL JUICIO)

Constructo teórico sobre el desarrollo de la competencia razonamiento y argumentación en matemática vislumbrada desde el pensamiento computacional en la educación media colombiana

Presentación del Instrumento

Este instrumento tiene como propósito garantizar el rigor fenomenológico y el control epistemológico durante la fase de recolección y análisis cualitativo. Se compone de dos secciones articuladas:

1. Diario de Campo

Registro descriptivo, situacional y no verbal de la dinámica contextual durante la aplicación de las entrevistas en profundidad semiestructuradas a los docentes de Educación Media.

Informantes Clave (Código):

Docente 1

Docente 2

Docente 3

Docente 4

Técnica asociada: Entrevista semiestructurada.

(Plantilla Modelo con Evidencias Reales de las Entrevistas)

Dimensión/Rango de Preguntas	Registro descriptivo y testimonio clave del informante (Diario de Campo)	Epojé Reflexividad de la Investigadora (Suspensión de prejuicios y expectativas)	Inferencia Preliminar (Sentidos emergentes y aportes al constructo)
Dimensión 1: El razonamiento y la argumentación matemática	Docente 1: “Razonar, para mí, es conectar (...) Un estudiante razona cuando puede decirme: 'hice esto porque...'. En la actualidad muchos resuelven “a golpes” o con tanteos (...) una cosa es operar y otra es sostener o defender una idea” Docente 4: “Validar no es solo 'comprobar una cuenta'; es examinar el significado (...) cuando valida, el estudiante además de llegar a una respuesta, construye una razón para creer en ella”.	Prejuicio personal a suspender: Creer que la falta de argumentación matemática en educación media se debe exclusivamente a metodologías tradicionales o a apatía pedagógica de los docentes. Epojé: Suspender la postura crítica sobre las prácticas tradicionales y escuchar con empatía las complejidades y el agotamiento docente ante la cultura del “hacer por hacer”.	El razonamiento matemático trasciende la ejecución mecánica de algoritmos. Su núcleo ontológico reside en la validación contextual y en el tránsito reflexivo del “cómo lo hice” al “por qué tiene sentido”.
Dimensión 2: Percepciones sobre el pensamiento	Docente 3: “Ese término hace referencia a un pensamiento lógico y analítico (...) a diferencia de usar el computador es seguir unos	Supuesto teórico previo a suspender: Asumir que para desarrollar o percibir el pensamiento computacional en	

computacional	procesos básicos establecidos que no necesitan saber qué es el software” Docente 4: “Cuando en educación matemática se habla de desarrollar pensamiento computacional, muchos piensan de inmediato en código (...) esa es una visión limitada (...) implica aprender a estructurar el propio razonamiento con o sin mediación tecnológica”.	el aula es indispensable disponer de computadores, software especializado o salas de informática equipadas. Epoje: Neutralizar el "sesgo tecnocentrista" e identificar el pensamiento computacional como una estructura mental y lógica independiente del dispositivo físico.	El pensamiento computacional es percibo por los docentes como un modelo de pensamiento estructurado “desenchufado” (unplugged), caracterizado por la abstracción de datos irrelevantes, la descomposición de problemas complejos y la secuenciación de pasos lógicos.
Dimensión 3 La intersección razonamiento matemático desde el pensamiento computacional	Docente 3: “Considero que el pensamiento computacional hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema (...) los estamos obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica”.	Expectativa metodológica a suspender: Esperar que la convergencia entre ambas áreas se manifieste únicamente mediante el uso de entornos digitales de programación en el aula. Epoje: Valorar la validez de las mediaciones analógicas (diagramas, gráficos, trazas manuales) como expresiones	La intersección entre ambas dimensiones actúa como un mecanismo de visibilización y explicitación metacognitiva: el pensamiento computacional externaliza la lógica abstracta del estudiante, convirtiéndola en

	Docente 1: “Si lo llevo directo a tecnología, muchos se distraen (...9 Por eso trabajo de manera analógica: incluyendo materiales como diagramas en cartulina, trazas manuales, tablas de casos, todo tangible”.	legítimas de la intersección entre el pensamiento computacional y la argumentación.	secuencias argumentables, comprobables y sistemáticas
--	--	---	---

Bitácora de Autocontrol Intrapersonal¹

1. ¿De qué manera mis preconceptos afectaron la interpretación del testimonio sobre la Dimensión 1 (Razonamiento y Argumentación)?

Reflexión 1.

Al iniciar el análisis del testimonio del docente, identifiqué en mí una expectativa teórica previa: esperaba que el informante definiera la “argumentación” a partir de términos epistemológicos formales (demostración lógica, axiomas, teoremas). Sin embargo, al escuchar en su discurso frases como “razonar es conectar” o “validar es ver si tiene sentido para la vida”, noté mi tendencia inicial a considerar su definición como incompleta. En ese momento apelé a la base esencial de la fenomenología para captar la esencia del fenómeno desde la percepción de los informantes, e hice uso de la epojé, suspendiendo mi definición conceptual preestablecida para dar paso al sentido práctico del docente: para él, la argumentación en el aula más allá de un rigor formalista, es un acto de justificación funcional y de defensa de ideas frente a sus pares.

Reflexión 2.

¹ Al finalizar cada jornada de entrevista y revisión de transcripciones, la investigadora responde en su diario personal a tres interrogantes de autoevaluación metodológica

Durante la entrevista, al indagar sobre el papel del error en el razonamiento, mi sesgo como investigadora me llevaba a anticipar que los docentes percibían el error simplemente como una falla algorítmica a corregir. No obstante, al contrastar mi diario de campo, advertí que mi expectativa teórica me impedía ver la dimensión emocional de la que hablaba el docente (la gestión de la frustración). Por ello, hice una pausa reflexiva para evitar sobreinterpretar su respuesta desde mi marco teórico y acoger su perspectiva genuina: el error es un insumo didáctico de doble dimensión (emocional y cognoscitiva) que visibiliza la estructura de pensamiento del estudiante.

Reflexión 3

Al procesar las respuestas sobre la transición del desarrollo de operaciones mecánicas al dominio de procesos argumentados, detecté que intentaba encasillar las respuestas del docente en las etapas clásicas del desarrollo cognitivo. Reconozco que por un momento impuse mi criterio al asumir que la resolución rápida equivalía a falta de razonamiento. Al reflexionar suspendí este prejuicio y comprendí la postura del docente: el cual enuncia que lo que diferencia la mecánica de la argumentación no es la velocidad de respuesta, es la capacidad del estudiante de explicitar el por qué e intentar defender su procedimiento cuando se le modifica una variable en el problema.

2. ¿Mantuve la neutralidad reflexiva en la Dimensión 2 (Percepciones sobre el Pensamiento Computacional)?

Reflexión 1

Durante el análisis de las respuestas de los docentes que manifestaron resistencia o reserva hacia el uso de dispositivos electrónicos en el aula (como el caso de la Docente 1, quien expresaba que la tecnología puede fomentar la distracción), detecté en mí un sesgo inicial que tendía a calificar esta postura como resistencia al cambio o atraso tecnológico. No obstante, al suspender mi juicio sobre el mito de que, a mayor tecnología, mayor desarrollo del pensamiento, pude comprender la validez pedagógica de la docente: su rechazo al pensamiento computacional es independiente de la estructura lógica, y está dirigido al dispositivo como distractor, revalorizando el uso de recursos

analógicos (diagramas en cartulina, trazas manuales y papel) como escenarios sumamente potentes para el desarrollo del razonamiento estructurado.

Reflexión 2

Durante el desarrollo de las entrevistas, al indagar sobre la percepción del pensamiento computacional, mi marco conceptual me inclinaba a buscar si los docentes utilizaban un lenguaje relacionado con procesos como abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones, de programación, código o plataformas virtuales. Sin embargo, escuchar a los informantes insistir en que el pensamiento computacional es una habilidad cognitiva desvinculada del hardware (Docente 3 y Docente 4), reconocí que podría estar forzando una visión instrumental sobre su discurso. Suspendiendo con ello mi expectativa y registré reflexivamente cómo la praxeología del docente rescata el núcleo del pensamiento computacional (descomposición de problemas, abstracción de datos y diseño de secuencias) como una habilidad mental desenchufada (unplugged), la cual es perfectamente ejecutable sin necesidad de un computador.

Reflexión 3

Al indagar sobre la viabilidad del pensamiento computacional en Educación Media, identifiqué un prejuicio propio al asumir que todos los planteles deberían propiciar espacios tecnológicos equipados para la formación integral de los estudiantes. Sin embargo, al procesar la voz de los docentes, suspendí mi idealización del contexto escolar y me mantuve neutral ante sus relatos sobre las limitaciones de conectividad, falta de insumos o fatiga digital postpandemia. Este ejercicio de introspección me permitió valorar que los docentes no rechazan la innovación, más bien la adaptan a sus realidades mediante estrategias de aula tangibles que garantizan el aprendizaje sin depender del recurso tecnológico.

- 3. ¿Cómo garantizo que los hallazgos de la Dimensión 3 (La Intersección) respondan a la voz real de los informantes y no a mi marco conceptual previo?**

Reflexión 1

Al indagar sobre la intersección entre ambas categorías, advertí en mí la tentación metodológica de buscar que los docentes utilicen la jerga técnica de mi marco teórico. Al revisar las transcripciones, apliqué la epojé para suspender el deseo de confirmación de mi hipótesis de investigación. Me aseguré de dar valor a la manera espontánea en que el docente nombra esta intersección: frases como *hacer visible lo que estaba escondido en la cabeza* o *pasar del tanteo al paso a paso con sentido*. Garantizo la fidelidad a sus voces al utilizar sus propios términos pedagógicos y metáforas de aula como la evidencia primaria del constructo emergente, en lugar de coartar sus relatos en mis constructos teóricos previos.

Reflexión 2

Al procesar los datos de la Dimensión 3, detecté una tendencia personal a filtrar u omitir aquellas posturas donde los docentes expresaban dudas, resistencias o vacíos sobre cómo conectar el pensamiento computacional con el razonamiento y la argumentación matemática. Por ello, hice un ejercicio de introspección para no limpiar el dato cualitativo en favor de alcanzar una articulación teórica perfecta. Al neutralizar mi expectativa de hallazgo ideal, incorporé en el análisis los desafíos reales reportados por los informantes como el temor a la distracción digital o la falta de tiempo curricular, garantizando que la intersección descrita en la tesis revele la realidad compleja del aula y no solo una idealización teórica.

Reflexión 3

Para asegurar el control epistemológico en esta intersección, implementé como regla de reflexividad la prueba del espejo textual: antes de redactar una inferencia hermenéutica sobre el pensamiento computacional como visibilizador del razonamiento, contrasté si la idea nacía directamente de la cita del informante (por ejemplo, cuando el Docente 3 afirma que “les obligamos a sacar a la superficie la estructura lógica”). Si la inferencia dependía más de los autores citados en mi Marco Teórico que de las palabras

del docente. Así, reajusté el análisis para priorizar el sentido asignado por el actor social, logrando que el constructo teórico final sea verdaderamente emergente y fundamentado en el campo.

Anexo D

Traducción de las entrevistas

Docente 1:

¿Por qué considera importante la enseñanza de las matemáticas?

Para mí las matemáticas son una forma de pensar que muchas veces se ve limitada por la percepción y la experiencia que tienen los familiares y padres de familia de su aprendizaje, por ejemplo, cuando uno hace el diagnóstico con los estudiantes acerca de la sus expectativas es común que me digan que no les gusta las matemáticas porque si se equivocan en un número pierden, o que deben prestar mucha atención porque sus papás les dijeron que la matemática si se distrae un momento no van a entender. Desconociendo que su aprendizaje no es solo “sacar resultados”, es aprender a ordenar ideas, justificar sus procedimientos, detectar errores y tomar decisiones según la información presentada. Yo lo noto cuando el estudiante deja de decir “profe, ¿cuál fórmula uso?” y empieza a preguntar “¿qué significa esto?” o profe no entendí, cuando ni siquiera han leído toda la información. Después de la pandemia lo valoro aún más, porque volví a ver estudiantes con mucha prisa por terminar, pero con menos perseverancia para solucionar una situación; en esto la matemática puede ayudar a recuperar el hábito de pensar con calma, de manera ordenada y lógica.

¿Cómo describiría su experiencia enseñando matemáticas en educación media?

Qué te digo, la verdad ha sido una experiencia de contrastes: por un lado, es muy exigente ya que está en juego la edad de las muchachas, sus gustos e interés y en ocasiones su falta de interés por el aprendizaje, es que cada generación parece estar más cansada o al menos, menos dispuesta, siempre hay algunas que se motivan y se disponen, pero en general es un cuento...sin embargo todas estas situaciones hacen que también sea muy formativa; ocasionalmente mi frustración ha sido tal que...me da pena decirlo, pero he sentido que me equivoqué de profesión. He trabajado con grupos que llegan con bases muy desiguales y con una cultura muy marcada de “hacer por hacer”. Y que pena sonar repetitiva pero especialmente la pandemia acentuó mucho eso: en el retorno a presencialidad vi brechas más grandes, más dependencia de respuestas rápidas y, honestamente, menos tolerancia a la frustración. Por eso mi práctica se ha

movilizado un poco a fortalecer las buenas relaciones y la confianza: quiero hacerles volver a la idea de que el aula es un laboratorio donde está permitido ensayar, equivocarse, corregir, argumentar y volver a empezar las veces que sea necesario camino a lograr un verdadero aprendizaje, sin que ello implique burlas.

Profe puedo preguntarte ¿En qué situaciones particulares has sentido que te equivocaste de profesión?

Sí, claro. Y te lo digo con honestidad: no es que me “arrepienta” de ser profe, pero sí hay momentos puntuales en los que uno se pregunta “¿qué hago aquí?”. Por ejemplo

Cuando siento que compito contra un ruido constante, con frecuencia hay más dispersión: el celular, necesidad de subir todo a redes, la urgencia de hacer tik tok por todo, la urgencia por “terminar”, la ansiedad por responder rápido. Hay clases donde intento sostener una discusión matemática y parece que estoy peleando contra una corriente que empuja al estudiante a no pensar, me he preguntado: “*si yo estoy realmente preparada para enseñar en esta época*”.

También cuando mi esfuerzo no se traduce en aprendizaje real, hay días en que preparo una secuencia con materiales, ejemplos, preguntas, y llego emocionada; y aun así varios estudiantes buscan el atajo: copiar, pedir la respuesta, o “pasar” sin comprender. Eso realmente me incomoda, esa sensación de que el trabajo profundo vale menos que la entrega rápida me ha golpeado y mucho.

Así mismo cuando nuestra relación pedagógica se rompe, esto no es específicamente por un estudiante, es más bien por el clima de aula: se percibe en el ambiente irrespeto, apatía total, burlas a quien participa o se equivoca. Para mí el aula se sostiene en confianza en todos los aspectos y si esa confianza se quiebra, siento que estoy haciendo más “control” que enseñanza, y eso llega a ser desgastante y más cuando vives la misma experiencia en diferentes cursos, o al menos en aquellos que parecen más homogéneos en términos académicos.

Me incomoda también cuando la evaluación se vuelve el centro y no el aprendizaje. En ciertas semanas especialmente al finalizar cada periodo todo gira alrededor de la nota: “¿cuánto vale?”, “¿qué entra?”, “¿cómo recupero?”. Y la matemática, que debe estar sujeta a un proceso de razonamiento, se reduce a trámite. En ese momento aparecen los padres que jamás has visto o conocido, incluso algunos compañeros directores de

grupo y coordinadores ejercen presión. En esos momentos me pregunto si elegí una profesión donde lo más importante a veces queda relegado incluso por salvaguardar la vida en momentos donde la inseguridad amenaza hasta aquellos que queremos aportar a la formación de las estudiantes.

Y finalmente, Cuando me piden que use tecnología como solución mágica, ay por Dios, eso sí me saca la piedra. He vivido todo tipo de presiones institucionales como: “use plataformas, use apps, haga todo digital”. Y yo que estoy en el aula lo he intentado y he visto, en muchos grupos, que eso aumenta distracción y dependencia. Además, cuando siento que debo renunciar a mi convicción didáctica para cumplir con una lista de chequeo, me cuestiono fuertemente. Pero también te digo algo: cuando, un estudiante logra explicar un procedimiento, defiende una idea o se atreve a decir “profe, me equivoqué aquí”. Ahí entiendo que no me equivoqué de profesión... lo que pasa es que esta profesión duele cuando uno la toma en serio.

Desde su experiencia cotidiana en el aula ¿qué significa para Usted que un estudiante “razone” matemáticamente?

Razonar, para mí, es conectar, es decir implica engranar lo que saben, con lo que tiene solo una idea, para responder una situación o sencillamente tomar una decisión. O sea, se puede conectar el dato con el concepto, el concepto con la propiedad y la propiedad con una conclusión, en fin. Un estudiante razona cuando puede decirme: “hice esto porque...”. Incluso si se equivoca, si tiene un “porque” que se pueda revisar, ya hay pensamiento. Porque en la actualidad muchos estudiantes resuelven “a golpes” o con tanteos, pero eso sí sin explicar y si pides que te justifiquen hasta llegan a cambiar sus respuestas. Eso me ha hecho entonces empezar a exigir menos velocidad y más sentido. Con esto tal vez no avanzo mucho en la programación, pero trato de que lo que aprendan, lo aprendan bien.

¿Cómo identifica usted que un estudiante ha pasado de una simple operación mecánica a una verdadera “argumentación” de sus resultados?

Cuando el estudiante ya no me entrega solo pasos o algoritmos, sino razones y me da respuestas así no estén perfectas. Cuando usa frases como: “esto es válido porque...”, “si cambia esta condición, entonces...”. Y también cuando puede defender su procedimiento frente al de otro compañero. Porque una cosa es operar y otra es sostener

o defender una idea, ya que muchas estudiantes se acostumbraron a “entregar” sin discutir.

¿Cuáles considera que son los rasgos o huellas más características que definen a un estudiante con alta capacidad de argumentación matemática?

Bueno, sinceramente yo considero varios atributos, por ejemplo: la precisión que usan al hablar, el uso de propiedades así no las estemos tratando en el tema, la capacidad de generalizar y, algo clave, que mis estudiantes puedan poner un ejemplo y también un contraejemplo, es decir, cuando alguien dice “profe, eso no siempre funciona, mire este caso”, ahí hay argumentación real.

En su visión docente ¿Cuál es el papel del error en el proceso de construcción del razonamiento lógico de sus alumnos?

El error es una herramienta que a mi juicio posibilita el aprendizaje. En mi caso yo lo trabajo como evidencia o como punto de partida para un verdadero aprendizaje, cuando noto un error les hago preguntas como “¿en qué supuesto te apoyaste?”, “¿qué parte de la lógica se rompió?”. La barrera más grande que tiene el error es que muchas estudiantes lo ven como vergüenza, porque en el mundo digital se acostumbraron a borrar y ocultar, a veces ni llegan al error porque la tecnología les autocompleta. Y es contradictorio porque la verdad en mi clase, el error se vuelve público, porque generalmente un error tiene muchos dueños, es decir hay más de una con el mismo error, pero no lo uso para humillar, es para que entiendan que fallar hace parte de aprender y que este nos ensaña a razonar mejor.

¿Cómo se puede razonar mejor a partir de un error si se supone que estoy fallando?

Mire profe, entiendo la sensación que tienen los estudiantes al pensar: “si me equivoqué, estoy fallando o no sé”. Pero en matemática y en general en la vida, un error no es prueba de incapacidad, para mí es más una fuente de información que me lleva a entender que hay vacíos, *que pueden partir del conocimiento que impartí o que razonamiento que hacen las estudiantes todavía no está firme*. Y para resolverlo generalmente cambio la pregunta de “¿por qué soy malo?” a “¿qué planteamiento hice y en qué paso se rompió la lógica?” para que no sean como incapaces, es para que busquen solo su falla.

¿Qué tipo de actividades, estrategias o recursos emplea en sus clases para que los estudiantes construyan ideas matemáticas por sí mismos?

Trabajo mucho con el tablero, el papel cuadriculado o milimetrado según sea el caso, regla, a veces el compás, tarjetas, tiras de papel, rectas numéricas, y ejercicios donde deben representar de varias formas (tabla, gráfica, expresión y explicación). Yo siento que estos tiempos donde la gente está siempre conectada a un aparato el uso del papel es extremadamente necesario, muchos llegan a él aturridos, agobiados con fatiga de pantalla y en general dispersos. Con materiales físicos se concentran mejor; el conocimiento se vuelve “tocable” y el aula se estabiliza.

¿De qué manera intervienen sus estudiantes durante el proceso de enseñanza en orden al razonamiento y argumentación matemática?

Intervienen explicando, preguntando y comparando estrategias. Me gusta definir rutinas como: “explica tu idea en 30 segundos”, “menciona la propiedad que usaste”, “¿cómo verificas?”. He tenido una verdadera lucha por recuperar la participación oral porque muchas estudiantes manifiestan su miedo a hablar o tienen hábitos de interacción muy pasivos. Por ello les pido siempre apagar el celular o ponerlo en modo avión mientras estemos en clase, para que puedan copiar y entregar las actividades propuestas para cada sesión de trabajo.

¿Cuál es el papel que debe jugar el docente en la enseñanza de las matemáticas que determine el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en el estudiante?

Yo soy consciente de mi responsabilidad como docente para sostener y orientar un buen ambiente de aprendizaje. Sé que no basta con poner ejercicios: hay que preguntar bien, insistir en definiciones, pedir justificación y enseñar a verificar. No obstante, en estos tiempos lo que debería hacer parte del día a día, es más delicado porque hay más ansiedad y más dispersión, entonces mi rol no solo es académico, es también es emocional, ya que debo procurar mantener la exigencia, pero con acompañamiento, para que el proceso de aprendizaje no se convierta en frustración.

Desde su experiencia ¿Cómo define que un estudiante ha alcanzado un óptimo desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática?

Cuando el estudiante resuelve problemas nuevos, explica sus procesos con coherencia, además, valida sus resultados y reconoce si algo no es razonable. Yo lo resumo así: no me basta que llegue a la respuesta; necesito que pueda decirme por qué para él esa

respuesta tiene sentido. Este criterio se volvió mi brújula porque muchas estudiantes “llegaban” a la respuesta por ensayo, por copia o por atajos, pero no sostenían el porqué, con esto quiero ser clara, cualquiera logra ponerte un número en la hoja, así sea correcto... pero no cualquiera te da una respuesta, así sea incorrecta.

Desde su perspectiva ¿Qué es el pensamiento computacional?

Creo que es una forma de resolver problemas con estructura, pero con la intervención de una computadora, algo así como que las estudiantes programen y creen cosas que ayuden a resolver problemas reales y en términos generales suena interesante por aquello del orden mental, pero no me convence la vinculación al uso de pantallas.

Al escuchar el término “Pensamiento Computacional” en educación media ¿Qué es lo primero que viene a su mente y cómo lo diferencia de saber usar una computadora?

En mi concepto saber usar computador es más instrumental, es decir, es inherente a manejar el dispositivo en sí y sus respectivos programas es a la perfección, por lo menos saber defenderse de acuerdo a la situación, sin embargo, el pensamiento computacional es más robusto y aunque implica el uso de la computadora está ligado a otros procesos cognitivos de mayor avance: pensar por procesos y aunque en la pandemia vi estudiantes muy hábiles para abrir y usar plataformas, muchos presentan dificultades para explicar un procedimiento matemático. Por eso insisto: la herramienta no reemplaza el pensamiento.

¿Qué relación guarda el pensamiento computacional en la enseñanza de la matemática y en el desarrollo racional y argumentativo matemático?

Tal vez podrían relacionarse, por ejemplo, si yo pido resolver una situación usando una secuencia lógica el estudiante tiene que justificar, y en consecuencia esto ayuda a fortalecer la argumentación. Pero hay que cuidar que no se vuelva mecánico sino más bien racional.

¿Cómo describiría usted los componentes de la abstracción y la descomposición de problemas dentro de su práctica pedagógica?

Dado que en el proceso de resolución de situaciones abstraer es separar lo esencial de lo accesorio y que es estos momentos los estudiantes a veces muestran cierta apatía a la resolución de situaciones complejas, generalmente evito incluir en las actividades elementos que puedan servir a las estudiantes como distractor, trato que razonen, pero

solo con la información necesaria. Ya lo relacionado con la descomposición, es decir, convertir el problema en partes manejables, en eso hago más énfasis, trato de inducirlos a este paso con preguntas como: qué sé, qué busco, qué necesito, qué condiciones hay. Lo hago con guías en papel y preguntas.

¿De qué manera cree usted que el diseño de algoritmos (pasos lógicos para resolver algo) está presente en la mente de sus estudiantes, incluso si no usan tecnología?

Desde lo que he vivido en el aula, estoy convencida de que mis estudiantes ya tienen algoritmos en la cabeza, cada vez que resuelven un tipo de problema repitiendo una secuencia de pasos que para ellos “funciona”, están diseñando y usando un algoritmo mental, por ejemplo, cuando primero leen, luego subrayan datos, después hacen un dibujo, un esquema o una tabla, luego operan y por último revisan el resultado. Cuando les pido que le expliquen a un compañero “cómo se hace”, empiezan a hablar en modo matemático, pero en un lenguaje entendible entre pares: primero haga esto, después esto otro, si pasa tal cosa entonces tienes que hacer esto...; ahí se ve clarito ese diseño de pasos lógicos, aunque tengo que decir que no todos lo logran.

¿Cómo percibe usted la relación entre la estructura de una demostración matemática y la lógica detrás de una secuencia computacional?

Entiendo que ambas son cadenas lógicas. En el caso de la demostración esta prueba por qué algo es verdadero; mientras la secuencia computacional organiza cómo llegar. En el aula yo muestro que una solución buena tiene estructura: definiciones → propiedades → inferencias → conclusión. Y eso lo entreno en tablero, en el cuaderno y en la discusión.

¿En qué medida considera que el pensamiento computacional permite vislumbrar o hacer visibles procesos de razonamiento matemático que antes eran abstractos para el alumno?

Aunque reitero que evito el ingreso a mi aula de cualquier tipo de dispositivo electrónico por las razones que ya mencioné, tengo que reconocer que sí, porque considero que obliga a las estudiantes a nombrar pasos y decisiones. Pero mi experiencia es que, si lo llevo directo a tecnología, muchos se distraen o se confían. Y como después de la

pandemia, la distracción aumentó y todo gira en torno a las notificaciones, multitarea, ansiedad por revisar el celular. Eso me ha llevado a trabajar de manera analógica: incluyendo materiales como diagramas en cartulina, trazas manuales, tablas de casos, todo tangible.

¿Qué cambios nota en la forma de argumentar de un estudiante cuando aborda un problema matemático utilizando el pensamiento computacional?

Realmente no lo abordo en el aula.

¿Cómo describiría la nueva cara del razonamiento matemático en esta era digital: evolución o una herramienta necesaria? (razones su respuesta)

Lo describo como una evolución, pero no una obligación automática. o no demonizo la tecnología, pero mi experiencia es que en muchos contextos reales de aula es un distractor fuerte si no hay cultura de uso. Después de la pandemia, la escuela quedó con un reto: estudiantes hiperconectados, pero a veces menos concentrados. Entonces, para mí, lo esencial sigue siendo la tríada estudiante (docente) conocimiento, apoyada en materiales didácticos. Si la tecnología entra, debe hacerlo cuando el estudiante ya construyó sentido, no antes; si entra antes, corre el riesgo de reemplazar comprensión por apariencia de éxito.

Docente 2

¿Por qué considera importante la enseñanza de las matemáticas?

Considero que la enseñanza de la matemática es fundamental ya que contribuye al desarrollo lógico de las estudiantes, además de esto, les permite aprender a analizar situaciones cotidianas y tomar decisiones, lo que les permite resolver situaciones

¿Cómo describiría su experiencia enseñando matemáticas en educación media?

Mi experiencia ha sido enriquecedora y retadora, puesto que he acompañado a mis estudiantes en procesos diversos, enfrentándome al desafío de que mis estudiantes cambien la visión negativa que muchas tienen de la matemática.

Desde su experiencia cotidiana en el aula ¿qué significa para Usted que un estudiante “razone” matemáticamente?

Para mí que un estudiante razone matemáticamente implica que tenga una comprensión clara del procedimiento que está desarrollando, establezca relaciones entre conceptos, haga una buena justificación y explicación del procedimiento más allá de la aplicación de

la fórmula.

¿Cómo identifica usted que un estudiante ha pasado de una simple operación mecánica a una verdadera “argumentación” de sus resultados?

Lo identifico cuando el estudiante explica un procedimiento usando un lenguaje matemático, justifica cada paso y defiende su resultado apoyándose en propiedades matemáticas.

¿Cuáles considera que son los rasgos o huellas más características que definen a un estudiante con alta capacidad de argumentación matemática?

Un estudiante que tiene alta capacidad de argumentación es aquel que tiene o usa un claro lenguaje matemático, una coherencia lógica y hace generalizaciones a partir de sus conceptos a través de situaciones ejemplificantes.

En su visión docente ¿Cuál es el papel del error en el proceso de construcción del razonamiento lógico de sus alumnos?

Los docentes debemos tomar los errores de los estudiantes como el punto de partida de la retroalimentación, por lo tanto, para nosotros debe ser una oportunidad para reflexionar las prácticas pedagógicas, puesto que si hacemos una buena gestión podemos mejorar los aprendizajes de las estudiantes.

¿Qué tipo de actividades, estrategias o recursos emplea en sus clases para que los estudiantes construyan ideas matemáticas por sí mismos?

Las estrategias que empleo para las estudiantes construyan ideas matemáticas son: resolución de problemas contextualizados, uso de material concreto en lo posible, trabajo colaborativo entre pares y representación para que los estudiantes exploren y validen sus ideas.

¿De qué manera intervienen sus estudiantes durante el proceso de enseñanza en orden al razonamiento y argumentación matemática?

Este proceso se desarrolla cuando las estudiantes formulan hipótesis, explican procedimientos matemáticos y justifican sus respuestas en forma oral y escrita.

¿Cuál es el papel que debe jugar el docente en la enseñanza de las matemáticas que determine el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en el estudiante?

El papel del docente debe ser de guía, orientador, mediante la creación de ambientes de

aprendizaje que permitan un dialogo y reflexión constante.

Desde su experiencia ¿Cómo define que un estudiante ha alcanzado un óptimo desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática?

Considero que un estudiante ha alcanzado un óptimo desarrollo cuando puede abordar o desarrollar situaciones nuevas con autonomía, justifican sus ideas o decisiones y pueden comunicar sus ideas con claridad utilizando un lenguaje adecuado.

Desde su perspectiva ¿Qué es el pensamiento computacional?

Para mí el pensamiento computacional es aquel que permite analizar problemas, descomponerlo en varias partes y sacar información relevante que le permiten diseñar soluciones.

Al escuchar el término “Pensamiento Computacional” en educación media ¿Qué es lo primero que viene a su mente y cómo lo diferencia de saber usar una computadora?

La diferencia es que el pensamiento computacional no depende de la tecnología puesto que es una habilidad cognitiva más robusta que el simple uso de una computadora

¿Qué relación guarda el pensamiento computacional en la enseñanza de la matemática y en el desarrollo racional y argumentativo matemático?

Las dos guardan relación directa, puesto que promueven el razonamiento lógico y la resolución de problemas.

¿Cómo describiría usted los componentes de la abstracción y la descomposición de problemas dentro de su práctica pedagógica?

Este proceso lo trabajo con las estudiantes mediante actividades que les permitan trabajar lo esencial del problema, dividirlos en sesiones o partes para que a partir de ello puedan reconocer patrones lo que les ayuda a comprender mejor y a hallar la solución.

¿De qué manera cree Usted que el diseño de algoritmos (pasos lógicos para resolver algo) está presente en la mente de sus estudiantes, incluso si no usan tecnología?

Considero que el diseño de algoritmos está presente en la mente de los estudiantes cuando son capaces de organizar un proceso para resolver ejercicios, explicar procedimientos secuenciales y puedan elaborar una estrategia para llegar a la solución de la situación

¿Cómo percibe usted la relación entre la estructura de una demostración matemática y la lógica detrás de una secuencia computacional la lógica detrás de una secuencia

computacional

Para mí la relación que hay entre una demostración y la lógica detrás de una secuencia computacional es que ambos siguen una estructura lógica, ordenada y secuencial que permite llegar a una conclusión válida.

¿En qué medida considera que el pensamiento computacional permite vislumbrar o hacer visibles procesos de razonamiento matemático que antes eran abstractos para el alumno?

En la medida que permite representar procesos mentales mediante esquemas y modelos permitiendo una comprensión y un buen razonamiento.

¿Qué cambios nota en la forma de argumentar de un estudiante cuando aborda un problema matemático utilizando el pensamiento computacional?

Los cambios que se pueden notar en las estudiantes son que pueden ser más ordenadas, precisos y coherentes en sus explicaciones mostrando una claridad en la justificación de los procedimientos que realizan

¿Cómo describiría la nueva cara del razonamiento matemático en esta era digital: evolución o una herramienta necesaria? (razones su respuesta)

La describiría como un aporte que puede potenciar el razonamiento, ya que ofrece nuevas herramientas para comprender, argumentar y resolver problemas de manera más significativa, cabe resaltar que es necesaria

Docente 3

1. ¿Por qué considera importante la enseñanza de las matemáticas?

R// por qué permite el desarrollar lógico y además es la base fundamental para muchas áreas del saber.

2. ¿Cómo describiría su experiencia enseñando matemáticas en educación media?

R// cómo una experiencia significativa porque he podido lograr en algunos estudiantes continuar con esta labor como docente y que comprendan la importancia que tienen para las nuevas carreras del futuro.

3. Desde su experiencia cotidiana en el aula ¿qué significa para Usted que un estudiante “razone” matemáticamente?

R// que un estudiante razone matemáticamente que comprendió el sentido y la importancia de aplicar las matemáticas en su diario vivir.

4. ¿Cómo identifica usted que un estudiante ha pasado de una simple operación mecánica a una verdadera “argumentación” de sus resultados?

R// cuando es capaz de proponer y resolver un problema práctico relacionándolo con su cotidianidad.

5. ¿Cuáles considera que son los rasgos o huellas más características que definen a un estudiante con alta capacidad de argumentación matemática?

R// el uso de un lenguaje matemático, y la agilidad o rapidez para argumentar.

6. En su visión docente ¿Cuál es el papel del error en el proceso de construcción del razonamiento lógico de sus alumnos?

R// Es una manera de ver una nueva oportunidad para desarrollar una estrategia que lo lleve a mejorar esa dificultad.

7. ¿Qué tipo de actividades, estrategias o recursos emplea en sus clases para que los estudiantes construyan ideas matemáticas por sí mismos?

R// un aprendizaje basado en problema y el uso de las tecnologías como grabar y resumir las clases.

8. ¿De qué manera intervienen sus estudiantes durante el proceso de enseñanza en orden al razonamiento y argumentación matemática?

R// intervienen de manera activa mediante un proceso de ensayo y error y la libre justificación de sus procesos.

9. ¿Cuál es el papel que debe jugar el docente en la enseñanza de las matemáticas que determine el desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática en el estudiante?

R// Nuestro papel es de orientador despertando en nuestro estudiante la creatividad y un pensamiento crítico.

10. Desde su experiencia ¿Cómo define que un estudiante ha alcanzado un óptimo desarrollo del razonamiento y la argumentación matemática?

R// cuando es capaz de argumentar y justificar sus procesos utilizando un lenguaje matemático.

11. Desde su perspectiva ¿Qué es el pensamiento computacional?

R// es una forma estructurada del pensamiento que permite desarrollar paso a paso un problema matemático mediante una buena justificación utilizando un adecuado lenguaje

matemático.

12. Al escuchar el término “Pensamiento Computacional” en educación media ¿Qué es lo primero que viene a su mente y cómo lo diferencia de saber usar una computadora?

R// Ese término hace referencia a un pensamiento lógico y analítico del estudiante, a diferencia de usar el computador es seguir unos procesos básicos establecido que no necesitan saber qué es el software y el gatear al tiempo para ejecutarse

13. ¿Qué relación guarda el pensamiento computacional en la enseñanza de la matemática y en el desarrollo racional y argumentativo matemático?

R// La relación es un orden lógico que se quiere llevar en la realización de un proceso bien ordenado y organizado claro y entendible.

14. ¿Cómo describiría Usted los componentes de la abstracción y la descomposición de problemas dentro de su práctica pedagógica?

R// la abstracción sería identificar datos innecesarios para dar solución oportuna a un problema y la descomposición sería tomar ese problema y dividirlo en pasos más sencillos para resolverse de manera organizada.

15. ¿De qué manera cree Usted que el diseño de algoritmos (pasos lógicos para resolver algo) está presente en la mente de sus estudiantes, incluso si no usan tecnología?

R// cuando ellos realizan procedimientos ordenados con el paso a paso siguiendo una estructura lógica que los lleva a los resultados esperado incluso haciendo sus respectivas comparaciones lógicas.

16. ¿Cómo percibe Usted la relación entre la estructura de una demostración matemática y la lógica detrás de una secuencia computacional?

R// estoy seguro que las dos usan una secuencia lógica y ordenada donde el proceso anterior depende de lo que se va realizando.

17. ¿En qué medida considera que el pensamiento computacional permite vislumbrar o hacer visibles procesos de razonamiento matemático que antes eran abstractos para el alumno

R// Considero que el pensamiento computacional hace mucho más visibles procesos de razonamiento matemático que antes quedaban escondidos en la cabeza del estudiante. Cuando les pedimos que descompongan un problema, que expliciten los pasos en forma de algoritmo, que identifiquen condiciones o que representen una situación les estamos

obligando, literalmente, a sacar a la superficie la estructura lógica que antes usaban de manera intuitiva pero no consciente.

18. ¿Qué cambios nota en la forma de argumentar de un estudiante cuando aborda un problema matemático utilizando el pensamiento computacional?

R// le permite simular y descomponer esos procesos que hacía de manera lógica llevándolos a tener algo más de seguridad en su respuesta.

19. ¿Cómo describiría la nueva cara del razonamiento matemático en esta era digital: evolución o una herramienta necesaria? (razones su respuesta)

R//creo que la tecnología no remplazará el pensamiento lógico-matemático, pero es necesario el uso de las herramientas digitales porque nos ayudan agilizar el pensamiento y permiten un gran avance en las ciencias, por tal razón debemos estar siempre en un uso constante de ellas.

Docente 4

1) ¿Por qué considero importante la enseñanza de la matemática?

Desde mi experiencia, considero importante la enseñanza de la matemática porque va mucho más allá de transmitir contenidos o enseñar a resolver ejercicios. La matemática constituye, ante todo, un modo de pensar, nos enseña a analizar situaciones, a buscar relaciones, a argumentar y a no aceptar afirmaciones sin fundamento.

Además, la matemática está presente en casi todas las dimensiones de la vida: en la toma de decisiones financieras, en la lectura crítica de datos y estadísticas, en la organización del tiempo, en la tecnología que usamos a diario, e incluso en la forma como interpretamos fenómenos naturales y sociales. Por eso, para mí, enseñar matemática es ofrecer a los estudiantes un lenguaje para comprender el mundo y, al mismo tiempo, un entrenamiento sistemático del razonamiento, ya que les ayuda a ser más críticos, más precisos al comunicar ideas y más responsables al tomar decisiones, dentro y fuera del aula.

2) ¿Cómo describo mi experiencia enseñando matemáticas en educación media?

La verdad he pasado al menos 10 años de mi vida enseñando matemática en educación media, y describiría esta experiencia como un trabajo de mediación constante entre el concepto, el sentido y la emocionalidad que conecta a ambos. Es decir, para enseñar matemática no basta con explicar, repetir para supuestamente aclarar dudas y evaluar,

desconociendo el carrusel de emociones que se hacen presente en este proceso de enseñanza, sino que implica diseñar situaciones para que el estudiante confronte sus ideas, detecte inconsistencias y reconstruya significados al encontrarle funcionalidad a partir de sus experiencias sociales y sentido al conectar este aprendizaje con saberes que ya posee. Además, es válido mencionar que los cambios sociales también se viven en la escuela por ello, adaptaciones sociales como los desarrollos tecnológicos me han obligado a replantear en términos pedagógicos la manera en que se orienta el proceso de enseñanza en esta disciplina del conocimiento.

3) En mi experiencia cotidiana, ¿qué significa que un estudiante “razone” matemáticamente?

Desde mi perspectiva que un estudiante que un estudiante razone matemáticamente significa que no se limita a ejecutar operaciones, sino que es capaz de conectar información y darle sentido a lo que hace, por ello identifica qué datos son relevantes, establece relaciones entre ellos, prevé consecuencias de una decisión, elige estrategias justificando por qué son pertinentes, y construye representaciones como gráficas, tablas, expresiones o esquemas, según sea el caso, que le permitan organizar la situación y sostener su pensamiento. Razona cuando puede pasar del “cómo lo hice” al “por qué eso tiene sentido”, mostrando coherencia entre la situación planteada, el conocimiento matemático disponible y el propósito de la tarea.

Ahora bien, en ese proceso, el componente esencial para mí es la validación, porque es donde el razonamiento se vuelve verdaderamente matemático, el estudiante contrasta su respuesta con las condiciones del problema, revisa supuestos, verifica unidades o magnitudes, prueba el resultado con un caso particular, o reinterpreta la solución en el contexto para ver si “encaja”. Validar no es solo “comprobar una cuenta”; es examinar el significado, reconocer si el procedimiento elegido conservando la lógica del problema, si el resultado es plausible y si puede defenderse con propiedades, definiciones o argumentos. Por eso, entiendo la validación como ese “puente de sentido” que reside entre la situación, el saber matemático y la experiencia del estudiante, por ello cuando valida, que el estudiante llegue a una respuesta, construya una razón para creer en ella y pueda explicarla de forma comprensible y consistente.

4) ¿Cómo identifico el paso de operación mecánica a “argumentación” de resultados?

En lo personal identifico el paso de una operación mecánica a una verdadera argumentación de resultados en la forma como el estudiante se relaciona con la situación y con su propio procedimiento. Cuando el trabajo es puramente mecánico, el estudiante se limita a repetir un algoritmo “como se lo enseñaron”; si modifico mínimamente un dato, el enunciado o la posición de una variable, se bloquea de inmediato y su respuesta típica es: *“profe, ya no entendí”*. En otras palabras, cuando un estudiante realiza una operación mecánica depende del molde y no del sentido. En cambio, cuando ha empezado a argumentar, aun teniendo dudas, el estudiante no se paraliza, intenta explicar qué hizo y por qué, propone alternativas, pregunta si cierto camino sería válido, contrasta sus resultados con los de sus compañeros y trata de justificar cuándo algo “no cuadra”.

En esos momentos, más que ver solo cuentas correctas o incorrectas, puedo observar su estructura de pensamiento, qué conceptos moviliza, qué relaciones establece, dónde están sus vacíos y cuáles son sus hipótesis. Para mí, ese cambio de repetir pasos a cuestionar, justificar y explorar, es la señal más clara de que dejó de “operar” y empezó realmente a argumentar en matemática.

5) ¿Cuáles son rasgos de un estudiante con alta capacidad de argumentación matemática?

Desde mi experiencia, los rasgos de un estudiante con alta capacidad de argumentación matemática se hacen visibles, ante todo, en su manera de hablar y justificar lo que hace. Aunque reconozco que cada vez es menos frecuente encontrar estudiantes con esta competencia muy desarrollada, hay señales claras de que la están construyendo y fortaleciendo. En primer lugar, se nota en el uso de un lenguaje matemático acorde con su nivel educativo, por ejemplo, nombra con propiedad los objetos y procesos (variables, ecuaciones, funciones, razones, hipótesis, casos, contraejemplos) y su discurso se ajusta al escenario que plantea la situación, entendiendo que la matemática tiene un lenguaje propio y no se reduce a hacer cuentas. En segundo lugar, sus explicaciones muestran una secuencia de pasos lógicos sin grandes vacíos procedimentales, es decir, no se limita a decir “porque sí” o “porque así se hace”, sino que encadena ideas, explicita supuestos, reconoce condiciones y es capaz de señalar en qué parte del procedimiento se podría haber equivocado.

Finalmente, un rasgo que considero clave es su capacidad para trasladar esa forma de

argumentar a otros contextos, incluso ajenos a la matemática, cuando logra dar ejemplos, hacer analogías o justificar decisiones en situaciones cotidianas usando una estructura lógica similar, sé que su organización cognitiva va por buen camino y que la argumentación matemática está empezando a permear su manera general de pensar.

6) ¿Cuál es el papel del error en la construcción del razonamiento lógico?

Desde mi experiencia, el error cumple un papel fundamental en la construcción del razonamiento lógico y hoy, más que nunca, lo leo en una doble dimensión. Por un lado, está la dimensión emocional, que es primordial en este momento histórico: el error me permite trabajar la gestión de la frustración, la construcción del carácter de quien se equivoca y la empatía de quien comprende que equivocarse es parte del aprender; muchas estudiantes ni siquiera perciben la falla o se identifican con ella, y ahí hay un campo formativo muy valioso. Por otro lado, está la dimensión propiamente matemática, el error se convierte en un insumo didáctico de alto valor porque devela la estructura del pensamiento del estudiante, muestra cómo está razonando, qué asume, qué omite y dónde se quiebra la lógica de su procedimiento. Por eso, no lo concibo como un “fracaso”, es una oportunidad para que, a través de preguntas y contraejemplos, las estudiantes validen su propio razonamiento, identifiquen sus vacíos más allá de la memorización y, a partir de allí, fortalezcan progresivamente su capacidad de argumentar con coherencia.

7) ¿Qué actividades, estrategias o recursos empleo para que construyan ideas por sí mismos?

Como docente de matemáticas, suelo emplear actividades, estrategias y recursos que obliguen a las estudiantes a pensar por sí mismas y no solo a repetir procedimientos. Una de las herramientas que más uso es el cuestionamiento guiado con propósito, en lugar de dar la respuesta o el “paso que sigue”, planteo preguntas que las lleven a revisar supuestos, comparar caminos de solución, anticipar resultados o detectar incoherencias. También procuro propiciar discusiones en torno a problemas con soluciones múltiples o con diferentes estrategias posibles, de manera que tengan que confrontar sus procedimientos con los de sus compañeras, defender su postura, escuchar otras miradas y, si es necesario, ajustar su razonamiento.

Además, acostumbro a diseñar tareas con datos reales y representaciones variadas (tablas, gráficos, textos, esquemas), porque esto las obliga a interpretar, conectar

información y decidir qué herramientas matemáticas son pertinentes en cada caso. En términos de razonamiento y argumentación, estas dinámicas son una “locura” en el buen sentido, para sostener su punto de vista, las estudiantes recurren a argumentos y estrategias que no siempre son completamente válidos desde lo formal, pero que se convierten en una plataforma valiosa para el aprendizaje significativo, ya que me permiten ver cómo están pensando y, a partir de allí, reconducir, afinar y enriquecer sus ideas hasta lograr mayor solidez lógica y conceptual.

8) ¿Cómo intervienen los estudiantes durante el proceso de enseñanza respecto al razonamiento y la argumentación?

Desde mi experiencia, la manera como los estudiantes intervienen en el desarrollo del razonamiento y la argumentación depende en gran medida del rol que yo les asigno al diseñar el ambiente de aprendizaje. Si los concibo como sujetos activos y no como receptores pasivos, entonces planeo clases en las que tengan oportunidades reales de explicar, preguntar, refutar y evaluar la coherencia de distintas soluciones; en ese escenario, su intervención dista de ser esporádica o decorativa, siendo permanente y sin mayores limitaciones. Por eso, suelo promover discusiones matemáticas estructuradas: primero les doy un tiempo para pensar y resolver individualmente; luego contrastan sus ideas y resultados en parejas o grupos pequeños; y, finalmente, pasamos a una plenaria donde exponen, defienden, cuestionan y reconstruyen argumentos entre todas. De este modo, el aula se convierte en un espacio en el que el razonamiento y la argumentación no constriñen el pensamiento de las estudiantes, en su lugar lo potencian, porque las obligan a hacer explícito lo que piensan, a escuchar otras formas de ver el problema y a revisar críticamente sus propias certezas.

9) ¿Qué papel debe jugar el docente en la enseñanza que determine el desarrollo del razonamiento y la argumentación?

El rol de docente de matemática en educación media siempre debe ser diseñar, propiciar y provocar el aprendizaje, mediante la estructura de situaciones que permita a los estudiantes estructurar y apropiarse de un discurso matemático acorde con su nivel educativo del matemático, y esto va más allá de la transmisión de procedimientos y contenidos propios de esta área, porque como lo mencioné estos deben hallar en todo este discurso la funcionalidad para sus vidas de eso que están aprendiendo y eso se

logra cuando este logra conectar estas nuevas ideas con otras estructuras cognitivas que el estudiante posee. Ahora es importante saber que incluso los lineamientos curriculares en matemática dejan claro que competencias como el razonamiento y la argumentación no se alcanzan por generación espontánea por lo que el rol de docente es preponderante para el desarrollo de estas competencias en educación matemática. En consecuencia, su papel es exigir razones, hacer visibles los criterios de validez y modelar cómo se justifica una idea. Por ejemplo, cuando un estudiante da un resultado correcto sobre determinada situación, yo pregunto: Bajo qué condición esto es cierto negativo, de este modo, la clase se orienta a la argumentación y no al acierto inmediato.

10) ¿Cómo defino que un estudiante alcanzó un óptimo desarrollo del razonamiento y la argumentación?

Desde mi experiencia, me cuesta hablar de un “óptimo” en sentido absoluto, porque el conocimiento y las competencias nunca están completamente terminadas; sin embargo, sí reconozco ciertos rasgos que indican un alto nivel de desarrollo del razonamiento y la argumentación. Un estudiante está en ese punto cuando es capaz de interpretar problemas nuevos, sin depender de que se parezcan exactamente a los ejercicios del cuaderno; cuando elige y combina estrategias pertinentes para abordarlos, justificando por qué ese camino es adecuado; cuando sostiene sus procedimientos con propiedades, definiciones y relaciones matemáticas, y no solo con frases del tipo porque así se hace. Además, valida sus resultados comprobando si son coherentes con las condiciones del problema y con el contexto, y es capaz de comunicar sus ideas con claridad, abierto a escuchar objeciones, considerar sugerencias de mejora y reconocer otras rutas de solución. Por ejemplo, en un sistema de ecuaciones, un estudiante con alto desarrollo en razonamiento y argumentación no solo aplica mecánicamente el método de sustitución: explica por qué ese método es válido, lo contrasta con el método gráfico o con el de reducción, verifica la solución sustituyéndola en las ecuaciones originales y discute si el resultado tiene sentido en la situación planteada. Cuando veo ese conjunto de acciones articuladas, interpretar, elegir, justificar, validar y comunicar, considero que el estudiante ha alcanzado un nivel muy sólido en estas competencias, aunque siempre sea posible seguir creciendo.

11) Desde mi perspectiva, ¿qué es el pensamiento computacional?

Desde mi perspectiva, el pensamiento computacional es una manera de abordar problemas que obliga a organizar el razonamiento en una secuencia lógica y estructurada de pasos, apoyada en procesos como la descomposición de la situación, la abstracción de la información relevante, el reconocimiento de patrones y el diseño ordenado de procedimientos o algoritmos. Por eso insisto en que no se reduce a programar, ni depende necesariamente de tener computadores en el aula: cuando en educación matemática se habla de desarrollar pensamiento computacional, muchos piensan de inmediato en código y lenguajes de programación, y esa es una visión limitada que empobrece sus alcances. Para mí, este tipo de pensamiento implica, sobre todo, aprender a estructurar el propio razonamiento, de modo que el estudiante pueda resolver un problema, explicar, justificar y revisar las soluciones que construye, haciendo visibles los pasos intermedios y las decisiones que toma, con o sin mediación tecnológica.

12) ¿Qué es lo primero que pienso al oír “pensamiento computacional” y cómo lo diferencio de saber usar una computadora?

Lo primero que viene a mi mente es pensar en una secuencia de procesos o convertir una situación en pasos lógicos verificables. En cambio, saber usar una computadora es una habilidad un poco más instrumental que incluye manejar aplicaciones, navegar, usar herramientas. Sabes me parece bastante curiosa esta comparación y al pensar en el aula sé que muchos estudiantes por no decir todos saben usar la computadora, sin embargo, el desarrollo del pensamiento computacional es mucho más robusto, tiene procesos cognitivos implícitos de mayor estructura. Por ejemplo, un alumno puede usar Excel y aun así no comprender por qué su fórmula funciona; sin embargo, otro puede no tener computador y, aun así, diseñar un algoritmo en papel para hallar el máximo común divisor mediante divisiones sucesivas.

13) ¿Qué relación guarda el pensamiento computacional con la enseñanza de la matemática y con el desarrollo argumentativo?

Desde mi perspectiva, el pensamiento computacional guarda una relación directa y muy estrecha tanto con la enseñanza de la matemática como con el desarrollo argumentativo, porque en los tres casos es clave organizar el pensamiento en una secuencia lógica, explicitar supuestos y verificar resultados. En la enseñanza de la matemática, el

pensamiento computacional se convierte en un aliado didáctico potente, ya que al pedirle al estudiante que descomponga un problema, formule casos, defina condiciones y diseñe un procedimiento paso a paso, le estoy ayudando a hacer visible el camino que recorre para llegar a una solución, en lugar de que solo reproduzca una fórmula.

A su vez, ese mismo proceso potencia el desarrollo argumentativo, porque el estudiante además de mostrar qué hizo, debe justificar por qué lo hizo así, qué ocurriría si cambia un dato o una condición, y cómo puede comprobar que su respuesta es coherente. De este modo, el pensamiento computacional no solo apoya la comprensión de contenidos matemáticos, contribuye a formar estudiantes que razonan, explican y defienden sus ideas con mayor claridad y solidez lógica.

14) ¿Cómo describo abstracción y descomposición dentro de mi práctica pedagógica?

En mi práctica pedagógica, la abstracción es un eje esencial del aprendizaje matemático porque implica, literalmente, decantar lo esencial de lo accesorio. Cuando planteo una situación contextualizada, suelo incluir información que puede ser interesante pero no estrictamente necesaria para su solución. Ahí es donde entra la abstracción, ya que las estudiantes deben ser capaces de identificar qué datos son verdaderamente relevantes, qué relaciones matemáticas están en juego y qué elementos pueden descartarse sin alterar el sentido del problema. En otras palabras, les enseño a separar el contexto narrativo del núcleo matemático, reconociendo qué es lo que realmente necesitan para construir el modelo y avanzar en la solución.

Por su parte, la descomposición se hace visible cuando las estudiantes aprenden a partir un problema complejo en subproblemas manejables, cada uno con una relación clara con el objetivo final. Y es necesario tener cuidado con esto porque no se trata solo de fragmentar por fragmentar, es organizar una cadena de decisiones justificadas: primero identifican qué deben hallar, luego qué se puede calcular antes, qué depende de qué, y así van construyendo una ruta de resolución. En este sentido, tanto la abstracción como la descomposición, propias del pensamiento computacional, me permiten acompañarlas para que pasen de seguir procedimientos a diseñar sus propios caminos de solución, comprendiendo por qué cada paso es necesario y cómo se articula con el siguiente.

15) ¿Cómo está presente el diseño de algoritmos en la mente de mis estudiantes, incluso sin tecnología?

Desde mi experiencia, puedo ver que mis estudiantes han interiorizado algoritmos matemáticos cada vez no solo siguen pasos, mejor aún, logran con un lenguaje propio de la matemática argumentar su validez, es decir, logran construir una secuencia de pasos que además de lógica se puede repetir incluso en otras situaciones y para esto no necesitan hacer uso de la tecnología. Ya que se logra evidenciar cuando describen un orden lógico, es decir, qué se hace primero y por qué, también cuando logran anticipar condiciones en un procedimiento ordenándolo para que funcionen sin contradicciones. En ese momento, el algoritmo deja de ser una lista de instrucciones y se convierte en una estructura lógica intencional, expresada con su propio lenguaje matemático.

16) ¿Qué relación percibo entre la estructura de una demostración matemática y la lógica de una secuencia computacional?

Matemáticamente hablando percibo una relación estrecha en tanto que ambos operan como prácticas de construcción y validación de explicaciones, las cuales son aceptables de acuerdo con el rigor lógico de su estructura y de la capacidad del estudiante de justificar cada paso. Es equiparable a un isomorfismo lógico, primero porque en ambos casos se trata de producir conocimiento válido mediante una sucesión de pasos, además, parten de premisas, aplican reglas y producen conclusiones. Además, en el caso de la demostración, el punto de partida lo constituyen axiomas, definiciones e hipótesis, y el avance se legitima mediante reglas de inferencia y resultados previamente establecidos; por eso, cada línea no “se supone”, sino que como dije con anterioridad se justifica y esta justificación es inherente a la lógica; a su vez, la secuencia computacional organiza una serie de instrucciones para solucionar situaciones.

17) ¿En qué medida el pensamiento computacional hace visibles procesos de razonamiento antes abstractos?

Desde mi experiencia diría que el pensamiento computacional hace mucho más visibles procesos de razonamiento que antes quedaban total o parcialmente implícitos, por ejemplo, cuando le pido a mis estudiante que descomponga un problema en pasos o que escriba un algoritmo, estoy propiciando espacios para que puedan mostrar verbalmente lo que antes solo hacía de manera intuitiva, y este punto tengo que mencionar que lograrlo no siempre es fácil, las estudiantes generalmente ante un cuestionamiento cambian su respuesta porque dudan al asociar un cuestionamiento con el error, en esta dinámica, ya

no basta con aplicar una fórmula de memoria, tiene que justificar el porqué de cada paso, qué información usa, qué casos considera y qué pasaría si algún dato cambia. Esa lógica de secuencias, decisiones y revisión de errores (propia del pensamiento computacional) hace que el razonamiento matemático se vuelva más transparente, porque deja una ruta que podemos leer, discutir y mejorar juntos, lo cual es totalmente distinto a ver solo el resultado correcto o incorrecto, por ende este proceso me permite ver la estructura del pensamiento del estudiante: los patrones que reconoce, las suposiciones que hace, los atajos que intenta; y a partir de ahí, ayudarle a afinar su manera de razonar y argumentar en matemáticas.

18) ¿Qué cambios noto en la argumentación cuando un estudiante aborda un problema con pensamiento computacional?

Desde mi experiencia en el aula, cuando una estudiante aborda un problema desde el pensamiento computacional, la forma de argumentar cambia y es un cambio notorio, se evidencia una argumentación más ordenada, condicional y que se puede validar, ya que usan justificaciones más sólidas y un lenguaje matemático mejor estructurado para defender sus respuestas ya sea ante sus pares o ante mis cuestionamientos. Adicionalmente, tengo que decir que detrás de esta argumentación hay un proceso lógico de pensamiento que se hace visible precisamente en esa argumentación. Y se nota porque aparecen más ejemplos de casos o situaciones similares, e incluso pueden llegar a mencionar situaciones contrarias a lo pedido indicando porque no ilustran dicho escenario.

En otras palabras, al trabajar con pensamiento computacional, la argumentación deja de ser una defensa superficial del resultado y se convierte en una explicación más estructurada, basada en la lógica del proceso, en la consideración de casos y en la verificación consciente del resultado obtenido.

19) ¿Cómo describo la nueva cara del razonamiento matemático en la era digital: evolución o herramienta necesaria?

La digital ha provocado que el razonamiento matemático tenga varios matices, por eso considero que es una mezcla de ambas cosas, pero supeditada a determinada condición. Por ejemplo, es evolución cuando se usa para mejorar la comprensión y la argumentación; es solo herramienta cuando se usa para sustituir el pensamiento, pero

todo está ligado a nuestra intencionalidad como docentes y a la manera en que estructuramos nuestras actividades, porque en general si de las estudiantes depende ellas solo se interesan por la herramienta, y ahí es donde nuestro rol como orientadores cobra sentido, ya que es fundamental determinar desde la planeación cual es papel que van a desempeñar mis estudiantes durante la sesión, ya que en efecto, el entorno digital puede potenciar la exploración, la visualización y la verificación, pero si no hay una intención direccionada para este, el estudiante delega el razonamiento al dispositivo, y como consecuencia se debilita la competencia.

¿Cómo puede usted dentro del proceso determinar que la incursión de la tecnología o el uso de la IA no está limitándose a ser una herramienta?

Por el discurso, la verdad, aunque la IA está 24/7 disponible para uso de cualquiera no es de uso exclusivo para las estudiantes, sus respuestas con dificultad se ajustan al contexto, además tenemos todo un conjunto de elementos durante el desarrollo de las actividades, que incluyen además del contexto, ejemplos, lenguaje propio de las matemáticas, algoritmos, etc, y tú crees que el estudiante en su afán de darle respuesta a sus preguntas le va mostrar a la IA todo ese panorama? ¡Jamás!! Se van por lo fácil, lo obvio según ellas y ahí se ponen en evidencia...

De modo que, no hay argumentos sólidos para sus planteamientos así que sin mucha dificultad es totalmente perceptible cuando el uso de la digitalización es meramente instrumental

Anexo E

Registro fotográfico

Aplicación de la entrevista semiestructurada



Anexo F

Resumen Curricular



LUZ YARNEY
CAICEDO HERNANDEZ
MG EN EDUCACIÓN

ACERCA DE MÍ

Soy una docente con más de 20 de experiencia a la que le apasiona la enseñanza de la matemática, dando especial importancia al ser. Tengo la capacidad de observar a mis estudiantes y a través de su gestualidad entender sus emocionalidad, por lo que con frecuencia les ofrezco apoyo emocional, ya que entiendo que sin biestar, es imposible aprender.

CONTACTO

 yarneydecordoba.2020@gmail.com
 3122457747
 Quibdó - Chocó

EDUCACIÓN

Universidad de Medellín - Colombia

febrero 2016-julio-2018

AFICCIÓN

Crossfit

IDIOMAS

Inglés: Bueno

Español: Nativo

EDUCACIÓN

Universidad de Medellín - Colombia

Febrero 2016 - Julio-2018

Se llevo a cabo estudios de posgrado obteniendo el título de magister en educación.

Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba -Colombia

Febrero 2000 - Agosto-2004

Licenciada en matemática y física

EXPERIENCIA LABORAL

Docente Tutor PTA (Programa Todos a Aprender)

Marzo 2012 - Noviembre 2015

Desempeñé el cargo de docente tutor en el área de matemática en los municipios de Rio Quito y Bahía Solano, Choco - Colombia

Docente de Matemática

Octubre 2004 - Marzo 2012 y Noviembre 2015 - Hasta la fecha

Docente de matematica en la Institucion Educativa Femenina de Enseñanza Media de Quibdó, Choco - Colombia

Donde me desempeño como docente de educacion media orientando los procesos pedagogicos propios de mi rol

APTITUDES

Vocación

Respeto

Honestidad

Empatia