



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL “GERVASIO RUBIO”
DOCTORADO EN EDUCACIÓN**



Línea de investigación: educación matemática; didáctica y tecnología educativa

**HACIA UN MARCO TEÓRICO PARA LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA
ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN SECUNDARIA.**

**Tesis presentada como requerimiento para optar al grado de
Doctor en Educación**

Autor: MSc. Castellanos Cáceres Diego

Tutor: Dr. Rosales César

Rubio, mayo del 2026



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL "GERVASIO RUBIO"
SECRETARÍA**

A C T A

Reunidos el día miércoles, cuatro de marzo de dos mil veintiséis, en la sede de la Subdirección de Investigación y Postgrado, del Instituto Pedagógico Rural "Gervasio Rubio," los Doctores: CÉSAR ROSALES(TUTOR), ADRIANA INGUANZO, NEOVE PEÑALOZA, RAMÓN TORRES y ROBERTO ASÍS, Cédulas de Identidad Números V.- 9246689, V.-15881744, V.-14776387, V.-12204625 y CC.-17956069, respectivamente, jurados designados en el Consejo Directivo N° 698, con fecha del 23 de Febrero de 2026, de conformidad con el Artículo 164 del Reglamento de Estudios de Postgrado Conducentes a Títulos Académicos, para evaluar la Tesis Doctoral Titulada: "HACIA UN MARCO TEÓRICO PARA LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN SECUNDARIA", presentado por el participante CASTELLANOS CÁCERES DIEGO ARMANDO, cédula de ciudadanía N° CC.-1090437928/ pasaporte N° P.- BC329903, como requisito parcial para optar al título de **Doctor en Educación**, acuerdan, de conformidad con lo estipulado en los Artículos 177 y 178 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador el siguiente veredicto: **APROBADO**, en fe de lo cual firmamos.

DR. CÉSAR ROSALES
C.I.N° V.- 9246689

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO
TUTOR

DRA. ADRIANA INGUANZO
C.I.N° V.- 15881744

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO

DRA. NEOVE PEÑALOZA
C.I.N° V.- 14776387

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO

DR. RAMÓN TORRES
C.I.N° V.- 12204625

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO

DR. ROBERTO ASÍS
C.I.N° V.- CC.-17956069

UNIVERSIDAD DE SANTANDER COLOMBIA

DEDICATORIA

A mis padres. Por su apoyo inquebrantable y por estar a mi lado en cada paso de este camino, brindándome todo lo que estaba en sus manos. Gracias por su presencia constante, de día y de noche, y por acompañarme siempre desde el amor de padres. Llegar hasta la culminación de este doctorado, último paso académico desde la escuela, colegio, pregrado postgrado, todo ha sido posible gracias a ustedes, y sé que jamás existirá una retribución que logre igualar todo su esfuerzo. Infinitas gracias.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL “GERVASIO RUBIO”
DOCTORADO EN EDUCACIÓN

ACTA DE DECLARACIÓN ÉTICA DE INVESTIGACIÓN

Quien suscribe, MSc. **Castellanos Cáceres Diego Armando**, portador del documento de identidad CC: 1090437928 expedido en San José de Cúcuta, Colombia, en mi carácter de autor de la tesis doctoral titulada: "**HACIA UN MARCO TEÓRICO PARA LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN SECUNDARIA**", presentada como requerimiento para optar al grado de Doctor en Educación, adscrita a la línea de investigación de Educación matemática; didáctica y tecnología educativa, y desarrollada bajo la tutoría del **Dr. Rosales César**.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

Originalidad: El trabajo de investigación presentado es un documento original e inédito, resultado de mi esfuerzo intelectual y académico personal.

Propiedad Intelectual: He respetado rigurosamente los derechos de autor, dando el crédito correspondiente a todas las fuentes bibliográficas.

Integridad Científica: El estudio se ha desarrollado bajo estrictos principios éticos, garantizando el rigor científico, la veracidad de los datos presentados y la transparencia metodológica. No se ha incurrido en ningún tipo de fraude académico, plagio, autoplagio, falsificación, manipulación o alteración de la información empírica.

Exclusividad: Esta investigación no ha sido presentada, total ni parcialmente, de forma previa para la obtención de ningún otro grado académico o título en esta u otra institución nacional o extranjera.

Responsabilidad: Asumo total y absoluta responsabilidad legal y ética sobre el contenido.

Para constancia de lo anteriormente expuesto y ratificando mi compromiso ético con la comunidad académica y científica, firmo la presente declaración.

Emitida en la ciudad de Cúcuta, en el mes de mayo del 2026.



MSc. Castellanos Cáceres Diego
C.C.: 1090437928

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	1
SECCIÓN I	5
EL PROBLEMA.....	5
Planteamiento del problema.....	5
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos	15
Justificación e importancia de la investigación	15
SECCIÓN II.....	19
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
Estudios previos de la investigación	19
Fundamentación ontológica	29
Fundamentación ontológica de la IAgén	31
Fundamentación ontológica de los modelos de lenguaje a gran escala LLM.....	32
Rol y Efecto de las IAG en la Educación Matemática.....	33
Fundamentación epistemológica.....	33
Teorías que orientan la investigación	35
La Teoría antropológica de lo didáctico (TAD)	35
Teoría de la transposición didáctica.....	36
Teoría de las situaciones didácticas	37
Educación matemática	38
Naturaleza del aprendizaje matemático	40
Rol de la IAgén	41
IAgén como recurso adicional en la construcción del conocimiento matemático.....	41
Sistemas tutoriales inteligentes que se ajustan al ritmo y estilo de aprendizaje de matemática.....	42
Aprendizaje interactivo y significativo mediado por la tecnología educativa	43
Aprendizaje matemático interactivo y significativo	44
Competencias digitales docentes	45
Brecha tecnológica.....	46

Bases legales	48
Análisis de las variables de la investigación.....	50
SECCIÓN III	52
REFERENTE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	52
Paradigma de la investigación	52
Enfoque metodológico de la investigación	55
Método fenomenológico-hermenéutico	57
Fases del método estudio de caso fenomenológico hermenéutico.....	59
Escenario de la investigación.....	60
Informantes clave.....	62
Técnicas e instrumentos de recolección de información	62
Técnicas y análisis de la información	64
Teorización y rigor científico.....	65
Teorización	65
Rigor científico	66
SECCIÓN IV	68
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	68
Definición operacional de los códigos	71
Red semántica y dinámica ontológica según las voces de los informantes	75
Interpretación hermenéutica de la red semántica.....	76
Matriz de Co-Ocurrencias.....	77
Triangulación de categorías y objetivos específicos.....	81
CATEGORÍAS	86
Síntesis resultados grupo de discusión y entrevista a profundidad.....	86
Presentación y análisis de resultados por categoría	87
Percepciones sobre IAgén.....	87
Conocimiento sobre IAgén	87
Concepto de IAgén: La herramienta funcional y humanizada.....	89
Actitud hacia la IAgén	91
Síntesis de la categoría.....	93
Uso y Rol Didáctico de la IAgén en la Educación Matemática.....	93
Uso actual de IAgén.....	95

Experiencias de uso.....	96
Apoyo al aprendizaje	97
Estrategias de ajuste y manejo del error con IAgén.....	102
Manejo del error.....	103
Monitoreo comprensión	104
Ajuste estrategias	105
Impacto pedagógico percibido.....	109
Pensamiento vs Respuesta	111
Autonomía y dependencia.....	113
Rol docente	115
Riesgos y oportunidades	117
Desafíos didácticos	118
Fundamentación teórica	120
Análisis de las Subcategorías.....	125
La Naturaleza del objeto matemático ante la IAgén	125
Procesos de aprendizaje y abstracción.....	127
Fundamentación didáctica	128
Contexto, equidad y alfabetización.....	133
SECCIÓN V.....	135
TEORIZACIÓN.....	135
Validación epistémica y la pedagogía del juicio en la educación matemática.	138
La dialéctica de la verdad, del absolutismo a la verdad negociada	140
La IAgén como autoridad falible	140
La tensión entre el efecto topaze y la validación del error	141
Cambio de rol de operador a evaluador	142
Paradoja de la contextualización y la transposición didáctica	143
Transposición didáctica asistida	143
Ilusión de competencia y secuestro de la abstracción.....	144
Vigilancia epistemológica en la era del prompting.....	145
Reivindicación de la presencialidad como anclaje ontológico	145
Crisis de la autoría	146
Aula como espacio de certificación epistémica	147

Valor ontológico del encuentro humano.....	147
Teoría de la cognición híbrida de doble vía.....	150
La ruptura y renegociación del contrato didáctico.....	152
Principio de falibilidad como motor didáctico.....	154
Hacia una pedagogía de la validación.....	156
SECCIÓN VI	160
CONSIDERACIONES FINALES.....	160
REFERENCIAS.....	165

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Competencias Tecnológicas Docentes	46
Figura 2 Red semántica.....	75
Figura 3 Flujo y Densidad de la Experiencia (Diagrama de Sankey).....	80
Figura 4 Mapa mental resultados grupo de discusión y entrevista a profundidad por categorías 86	
Figura 5 flujo de usos de la IAgén docentes vs estudiantes.....	101
Figura 6 flujo de ajuste y manejo del error	108
Figura 7 flujo de impacto pedagógico percibido	111
Figura 8 Proceso enseñanza/aprendizaje matemático según las voces del informante con la integración de la IAgén.....	124
Figura 9 Relación tradicional y mediada por IAgén en la educación matemática.....	135
Figura 10 Modelo Dinámico de Validación Epistémica.....	139
Figura 11 Diagrama Sistémico de los nudos teóricos.....	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	variables de la investigación	50
Tabla 2	informantes claves	62
Tabla 3	matriz de co-ocurrencia	78
Tabla 4	triangulación de categorías y objetivos.....	81
Tabla 5	Categorías	83



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL “GERVASIO RUBIO”
DOCTORADO EN EDUCACIÓN**



Línea de investigación: educación matemática; didáctica y tecnología educativa

**HACIA UN MARCO TEÓRICO PARA LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA
ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN SECUNDARIA.**

Autor: MSc. Castellanos Cáceres Diego

Tutor: Dr. Rosales César

Fecha: 4 de mayo de 2026

RESUMEN

Ante la masificación del uso de la inteligencia artificial generativa, en particular su uso en la educación (IAgen) se plantean desafíos inéditos para la pedagogía contemporánea. La presente investigación doctoral tiene como objetivo consolidar los fundamentos teóricos para la integración de la IAgen en la educación matemática de secundaria, abordando sus implicaciones epistemológicas, didácticas y sociales. El estudio se sitúa contextualmente en la institución educativa Santo Ángel en su sede Nuestra Señora del Rosario, ubicada en San José de Cúcuta, Departamento de Norte de Santander, Colombia. Desde una perspectiva metodológica cualitativa, enmarcada en un paradigma interpretativo con enfoque fenomenológico hermenéutico, se examinaron las percepciones y prácticas frente a esta tecnología. El diseño de investigación empleó entrevistas a profundidad con estudiantes de grado decimo y undécimo y discusiones colectivas con docentes del área de matemáticas, procesando la información mediante la interpretación fenomenológica-hermenéutica y la triangulación de técnicas y fuentes que fueron las entrevistas a profundidad y el grupo de discusión para garantizar la solidez y credibilidad de las categorías emergentes, que permiten consolidar los fundamentos teóricos necesarios para integrar la IAgen en la educación matemática. Los hallazgos revelan una tensión dialéctica entre la Doxa, información probabilística de la IAgen y la Episteme, conocimiento verdadero interiorizado, dando origen a la categoría central de Validación Epistémica Crítica en la Cognición Híbrida. Como aporte teórico original, se postula la Teoría de la Cognición Híbrida de Doble Vía, la cual identifica dos trayectorias: una de atrofia cognitiva delegada y otra de potenciación del pensamiento complejo. Se concluye la necesidad de renegociar el Contrato Didáctico, desplazando la responsabilidad del estudiante de la ejecución algorítmica hacia la auditoría de procesos, reivindicando el principio de Falibilidad Artificial como motor didáctico. La educación matemática en la era de la IAgen debe evolucionar hacia una pedagogía del juicio que fortalezca la soberanía cognitiva del sujeto.

Descriptores: Cognición Híbrida, Contrato Didáctico, Educación Matemática, Inteligencia Artificial Generativa, Validación Epistémica.

INTRODUCCIÓN

La irrupción de la Inteligencia Artificial Generativa (IAgen) en el ámbito educativo ha configurado un escenario de transformaciones estructurales que desafía los cimientos epistemológicos y didácticos contemporáneos. En el campo específico de la educación matemática, esta integración tecnológica trasciende de la mera instrumentalización operativa para situarse como un agente mediador que redefine las dinámicas intrínsecas de la enseñanza y el aprendizaje, rompiendo todo contrato didáctico tradicional al presentar la IAgen como un agente mas no como una herramienta.

El presente documento refleja la culminación de un riguroso proceso investigativo que abordó la dualidad inherente a esta ruptura del contrato didáctico, desde una promesa en primera instancia de democratizar y personalizar el acceso al conocimiento frente al riesgo inminente de desestructuración pedagógica, reproducción de sesgos sistémicos y atrofia cognitiva delegada.

Ante la insuficiencia de los marcos normativos tradicionales y la necesidad de evitar la deshumanización del proceso educativo, la investigación se erigió sobre la urgencia de reconciliar la innovación de los modelos de lenguaje a gran escala con el rigor ético y la justicia social en aulas heterogéneas, y los roles de los actores del acto educativo, los cuales reconfiguran su rol a niveles superiores mentales, como lo es evaluar y crear para estudiantes, y el rol de auditar y curaduría del docente .

En respuesta a la coyuntura epistemológica que supone la integración de la IAgen en la educación matemática, se dio como propósito fundamental de esta tesis doctoral el consolidar los fundamentos teóricos para la integración de la inteligencia artificial generativa en la educación matemática de secundaria. El valor teórico, práctico y metodológico aportado por esta investigación radica en superar el reduccionismo técnico mediante un abordaje profundamente humano, social y reflexivo, con una nueva carga innegociable del imperativo de la presencialidad sobre la validación del conocimiento en el estudiante.

A nivel teórico, el estudio trasciende la literatura preexistente al formular constructos originales, como la el modelo dinámico de validación epistémica junto a la pedagogía del juicio,

que explican la interacción entre la autonomía humana y el procesamiento algorítmico. Desde una perspectiva práxica, la tesis dota a la didáctica de un marco operativo para renegociar el contrato didáctico tradicional con tres actores a uno nuevo con cuatro donde la IAgen se presenta como un agente.

Lo que ha llevado a transformar la dependencia tecnológica, en la necesidad de una pedagogía del juicio, donde el principio de falibilidad de la máquina actúa como motor para el desarrollo del pensamiento complejo, pero a su vez puede complementarse o sustituirse por la auditoría de procesos por parte del estudiante, que es completamente necesaria para la interiorización del conocimiento ya sea por la verificación de respuestas correctas dadas por la IAgen o en su contra parte de la corrección de estas.

Para alcanzar estos fines y garantizar la fidelidad fenomenológica, la arquitectura metodológica se cimentó en un paradigma interpretativo con un enfoque cualitativo y un estricto diseño fenomenológico-hermenéutico. Esta ruta procedimental permitió develar y comprender las experiencias intersubjetivas de los actores educativos, para esta tesis se tomó como fuente de información los estudiantes de educación media y los docentes del área de matemáticas de la institución educativa Santo Ángel, en San José de Cúcuta.

A través de grupos de discusión y entrevistas a profundidad, sometidos a una sistemática triangulación cualitativa y categorización, la investigación resolvió el problema de estudio al interpretar cómo esta tecnología reconfigura la percepción, la autonomía y las prácticas pedagógicas en el aula, a su vez que develo con la IAgen transforma en si lo que es el aula, y los imperativos necesarios para que la integración sea efectiva.

Los hallazgos definitivos de este proceso investigativo anclan el trabajo ontológicamente, y tienen como resultado el demostrar que la educación matemática asistida por IAgen se somete inexorablemente a una profunda tensión dialéctica del impacto pedagógico, que se manifiesta en una tensión de riesgo y potenciación, lo que lleva a una validación epistémica, entre la mera Doxa definida como la información iterativa y probabilística generada por el algoritmo versus la Episteme, definida como el conocimiento verdadero, razonado e interiorizado por el sujeto cognitivo.

Dicha tensión concluyo que la delegación algorítmica acrítica amenaza con una ilusión de competencia y el secuestro de la abstracción matemática. Frente a este riesgo, los resultados imponen el imperativo pedagógico de la presencialidad como un anclaje ontológico irrenunciable. El encuentro humano y el espacio físico del aula se reivindican no como vestigios tradicionalistas, sino como los escenarios irremplazables de certificación epistémica. Es en la presencialidad donde se protege la soberanía cognitiva del estudiante ya sea por delegación de la carga cognitiva o el exceso de contextualización y la aparición de un efecto topaze lo que lleva a neutralizar la crisis de autoría generada por las inteligencias artificiales.

La sistematización de este andamiaje investigativo se articula a través de un recorrido analítico estructurado en seis secciones interconectados, los cuales configuran un hilo conductor coherente que da respuesta definitiva a la pregunta de investigación, estas secciones son:

- Sección I (El Problema): Sitúa las coordenadas filosóficas y contextuales del fenómeno de estudio, delimitando la paradoja epistemológica de la integración de la IAgén en la educación matemática. En este espacio se formalizan los objetivos, las preguntas rectoras y la justificación axiológica que direccionaron la acción investigativa, el cual contiene el norte de esta investigación y es la consolidación de constructos teóricos para la integración de la IAgén.
- Sección II (Fundamentación Teórica): Establece el ecosistema conceptual que soporta el estudio, entrelazando los antecedentes empíricos con una profunda reflexión sobre el estatus ontológico de los modelos de lenguaje. Se ancla el fenómeno en bases sólidas como la Teoría Antropológica de lo Didáctico y la Teoría de las Situaciones Didácticas para comprender las transposiciones del saber en la era digital, fuertemente atadas a la conversión del saber sabio al enseñado y a la definición de contrato didáctico
- Sección III (Referente Metodológico): Expone la arquitectura empírica y procedimental. Detalla el rigor del paradigma interpretativo y el método fenomenológico-hermenéutico, los pasos claves y fases de la investigación, justificando la selección del escenario, los informantes clave y las técnicas cualitativas empleadas para capturar las dimensiones de la experiencia, buscando rigor, trazabilidad y transferibilidad del conocimiento aquí generado.

- Sección IV (Análisis e Interpretación de los Resultados): Despliega el procesamiento hermenéutico de las evidencias. A través de matrices de coocurrencia y redes semánticas, generadas por las relaciones de los códigos aquí presentados, mostrando la construcción de los supercódigos o categorías emergentes (como las percepciones sobre la IAgén, su uso didáctico y el manejo del error), demostrando empíricamente el impacto pedagógico real sobre las dinámicas de la integración de la IAgén en la educación matemática.

- Sección V (Teorización): Constituye el clímax intelectual de la tesis. Aquí se abstraen y consolidan los hallazgos empíricos en construcciones teóricas formales, abordando el Génesis del modelo aquí expuesto como lo es el modelo dinámico de validación epistémica, la pedagogía del juicio, la cognición híbrida de doble vía, la ruptura del contrato didáctico y el imperativo de la presencialidad como encuentro humano necesario para ser el filtro de la falibilidad artificial.

- Sección VI (Consideraciones Finales): Sintetiza las contribuciones terminales del estudio, sentenciando con madurez argumentativa que la educación matemática no debe competir algorítmicamente con la IAgén, sino evolucionar hacia una pedagogía de la validación y el juicio crítico que empodere incondicionalmente al estudiante, sin embargo para esto el estudiante debe poseer previamente unas estructuras lógicas desarrolladas, por ende la recomendación de integrar solo en grado de media secundaria la IAgén y ampliar estudios a grados inferiores.

SECCIÓN I

EL PROBLEMA

En investigación de tipo cualitativa, se establece el problema, que se entiende como la situación o fenómeno de estudio, la cual llevará el foco de toda la investigación, donde se extrae información, se interpreta y se genera nuevo conocimiento, siempre desde la perspectiva del investigador según (Merriam & Tisdell, 2016). En donde no se enfoca la investigación en probar a través de valores numéricos y estadísticos supuestos o hipótesis sobre variables, si no en reflexiones y profundización en conocimiento sobre categorías de tipo social que lo demandan.

A continuación, se identificará el fenómeno de estudio comprendido como la integración de la IAgen en la educación matemática, además de la relevancia que existe para su estudio y la profundización en los marcos teóricos, para llevar a cabo una efectiva integración, de igual manera se expondrán preguntas necesarias que guíen el estudio en profundidad tal cual expone (Creswell & Poth, 2018).

Planteamiento del problema

La integración de la inteligencia artificial en la educación matemática evidencia una dualidad para este estudio, se podría ver como una paradoja epistemológica, mientras promete democratizar el acceso al conocimiento, su integración podría desestructurar, reproducir desigualdades sistémicas y erosionar la autonomía pedagógica. Del mismo modo la integración de la IAgen atada a la falta de reflexión ética previa y la rigidez de métodos tradicionales pueden llevar a escenarios donde los algoritmos carentes de supervisión humana crítica, priorizan soluciones estandarizadas omitiendo por completo habilidades blandas y acompañamiento socioemocionales, perpetuando sesgos estructurales. Sesgos que se agudizan en los contextos colombianos, contextos diversos con población en aulas heterogéneos.

la formación docente actual es insuficiente tal cual se evidencian diferentes estudios como se cita más adelante, al igual la desmotivación estudiantil, refleja una crisis de integralidad educativa. La IAgen, sin marcos normativos robustos, redefine las dinámicas de enseñanza-

aprendizaje. Si, se delega las responsabilidades del docente a la estructura y lógica computacional de la IAgén Así, el problema trasciende lo operativo, y enfrenta cuestiones axiológicas, ontológicas y epistemológicas de la educación en la era digital, donde la ausencia de diálogo entre ética, pedagogía y tecnología genera una disyunción entre innovación y equidad.

De persistir las actuales tendencias, se proyecta una bifurcación educativa, sistemas que instrumentalizan la IAgén sin criterios éticos profundizará brechas cognitivas y emocionales, mientras que aquellos con enfoques críticos podrían re-humanizar el proceso educativo. La generalización algorítmica agravaría la despersonalización, reduciendo a los estudiantes a datos cuantificables, mientras que la desmotivación docente consolidaría un círculo vicioso de bajo rendimiento en competencias clave para la educación y en este caso para la educación matemática. No obstante, se podría mitigar estos riesgos. Si, existe un marco ético interdisciplinar, integrando filosofía, pedagogía crítica y ciencia de datos, para superar el reduccionismo técnico.

Al igual con la formación docente holística, que busca la interacción del docente con sus estudiantes de manera integral, combinando dominio disciplinar, inteligencia emocional y alfabetización algorítmica; por último, los riesgos se podrían mitigar si hay políticas públicas proactivas, como adaptar el CONPES 3975 para auditar sesgos en la IAgén y garantizar transparencia. Solo mediante una gobernanza educativa que reconcilie la innovación tecnológica con la justicia social se evitará que la IAgén consolide un panóptico pedagógico, en favor de un ecosistema donde la tecnología amplifique, no suplante, el rol del docente de manera integral.

Estas transformaciones, tecnológicas, se inscriben en el contexto de revoluciones estructurales que experimenta la sociedad a través del tiempo, con cada revolución, se rompe la existencia de barreras a nivel social, ideológico, científico, cultural, tecnológico y educativo. Esto nos conduce a repensar las estructuras políticas, teóricas o normativas que nos orientan en nuestro desarrollo como sujetos sociales. Actualmente, estamos inmersos en una revolución tecnológica, tal como la define Schwab (2016, p.172): la cuarta revolución industrial. Esta revolución ha impulsado cambios en muchos ámbitos sociales. Uno de ellos es la educación, que se enfrenta a dos de los tres problemas de investigación, para la investigación cualitativa, definidos por Guba (como se citó en Rojas, 2014), como de tipo acción y de tipo valores

El primero de ellos, de tipo acción, aparece cuando dicha revolución trae al contexto de la educación la integración de la inteligencia artificial. Ya sea como un complemento, un instrumento

o una competencia más que debe desarrollar el estudiante y el docente en esta época, por consiguiente, se crea la necesidad de hacer reflexiones sobre la problemática, crear normativas y teorías para mediar esta llegada de la IAgén a las aulas de clase, al proceso educativo en sus dos apartes de enseñanza y aprendizaje. Desde las prácticas que emplea el docente en su quehacer como parte de la enseñanza, hasta la perspectiva y el abordaje del estudiante sobre la situación problema planteada por el docente para su aprendizaje. Buscando la mejor forma de encontrar su solución en el proceso pertinente a la educación.

El segundo de ellos, de tipo de valores, surge como consecuencia de ciertas conductas no éticas indeseables durante el proceso educativo, al incorporar un recurso como la IAgén que se puede asumir como un actor más, dado a su particular similitud, para responder a problemas abordados en la enseñanza y el aprendizaje. Cuando el proceso esté sometido solo al dominio de la transmisión de conocimientos. Pero con un enfoque pedagógico desde la enseñanza para la comprensión, y la enseñanza basada en competencias, que involucran los tres saberes: ser, saber y saber hacer, será evidente que puede disminuir las consecuencias de dichas conductas no éticas, sin embargo, no la anula.

La reflexión ética necesaria para enfrentar dichas conductas, pasa por entender el valor de la macro competencia, de lo que (Morin, 1994) denomina el paradigma de complejidad, donde cada ser tiene una multiplicidad de identidades, con múltiples roles, por ende cada individuo debe ver necesario el desarrollo del pensamiento complejo, que a su vez desarrolla el pensamiento científico, sistémico, crítico y creativo, permitiendo crear juicios de valor para utilizar la IAgén de forma ética, dando a su vez soluciones particulares no generales a los problemas planteados de acuerdo a su realidad, donde cada uno cavile hasta llegar al fin máximo del proceso que es la libertad y en consecuencia su autonomía.

Actualmente también nos enfrentamos a transformaciones en la educación matemática. Vista como el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, donde el docente, en su rol, interactúa con el estudiante transmitiendo más que conocimientos en el área, invita y facilita espacios para el desarrollo de competencias y valores. Asimismo, propicia escenarios en los cuales, a través del pensamiento profundo y complejo, el estudiante construye su conocimiento individual para su desarrollo social. Siendo esto es lo que el estudiante concibe como aprendizaje, reflexión que va en sintonía con (Piaget, 1952), quien define el aprendizaje como un proceso activo, donde

los estudiantes se relacionan con su entorno de manera activa, buscando construir su propio conocimiento.

Por ende, se enfrentan transformaciones en la didáctica inherente a la educación matemática. Estas transformaciones no se limitan exclusivamente a la integración de nuevas tecnologías, como la incorporación de la IAgen al proceso de educación matemática. Más bien, forman parte de una constante evolución de la misma educación matemática. Tal como lo expresan Cantoral & Farfán. (2003,p.27), estas evoluciones incluyen problemáticas y transformaciones que son llamadas “didáctica sin alumnos”, “didáctica sin escuela”, “didáctica sin escenarios” y “didáctica en escenarios socioculturales” por dichos autores.

Sin embargo, en la actualidad, ya sea por la evolución natural de la educación matemática o, en general, por el avance social, se presenta la necesidad de adecuarse a la nueva realidad desde el proceso de la enseñanza de las matemáticas. Esto implica generar nuevas estrategias pedagógicas eficaces que contribuyan al desarrollo integral del estudiante, con especial enfoque en el desarrollo ético. Esto se logra a través de la comprensión de la libertad que se tiene para abordar de manera razonable problemas individuales que pueden aportar o perjudicar al desarrollo en comunidad.

Quiere decir que la enseñanza de las matemáticas deberá reestructurar: sus formas, la manera como se abordan las situaciones propias del currículo del área, los métodos y las metodologías, la práctica docente en el acercamiento del conocimiento y los valores al estudiante, las relaciones en el aula de clase, la didáctica en sí. Todo esto debe cambiar de tal forma que los ajustes estén en función del estudiante, quien bajo esta óptica es el actor principal. Debe formarse con las competencias necesarias que el mundo actual demanda, y estas serán imprescindibles en su futuro, para cumplir con su rol social y su desarrollo personal. Por consiguiente, es vital que los docentes posean una base teórica y práctica actual que oriente de forma precisa su quehacer para asumir dichos cambios de la mejor manera.

Partiendo de estas ideas, está claro que el docente moderno está obligado a interiorizar las nuevas estrategias que enriquezcan y dinamicen su práctica, metodología y didáctica. En este contexto, la IAgen ofrece un enfoque revolucionario en la didáctica de las matemáticas. Según(Das & Malaviya. (2023, p.15), la IAgen aporta beneficios significativos al rendimiento de los estudiantes, al personalizar el aprendizaje buscando siempre la manera efectiva de enseñar, adapta

los contenidos y ofrece distintos niveles de dificultad y profundidad, según los ritmos y actividades individuales de cada estudiante. Esto plantea una cuestión fundamental, ¿Cuál es el rol del docente? Desde su posición, con el más alto grado de objetividad, rigor, integralidad y ética, el docente debe encontrar su papel en este proceso educativo, considerando las nuevas teorías educativas que surjan o se desarrollen en este nuevo contexto, se aclara que este beneficio en ningún caso remplace la figura del docente sino refuerza la enseñanza en todos los espacios de aprendizaje del estudiante.

Del mismo modo, la IAgen refuerza una de las técnicas didácticas más usadas para asegurar la eficiencia de la enseñanza, y son los sistemas de tutorías. En este caso, con la integración de la inteligencia artificial, los sistemas de tutoría inteligente, según (Chávez, 2021), ayudan a resolver una de las problemáticas de la enseñanza: la generalización de las necesidades de los estudiantes en el aula, además de la generalización de las formas de aprender de grupos heterogéneos. Estos sistemas modifican por sí mismos la metodología y se apropian de cada caso.

Abordando otro aspecto de esta profunda reflexión sobre el problema planteado, y situados en contextos educativos, observamos que la educación matemática, en particular, enfrenta el desafío de preparar a los estudiantes para un mundo tecnológico con información masiva e instantánea. La competencia relevante a desarrollar es la selección y elección crítica de la información pertinente al problema que se desea resolver. Estas competencias están estrechamente relacionadas con ramas de las matemáticas, como la estadística y las ciencias de la computación, como el análisis numérico.

Sin embargo, estas competencias se pretenden desarrollar en un contexto educativo multicultural. Según (Freire, 1992) la educación es una fuente de cambio, pero debe serlo desde el respeto a la realidad única de cada estudiante. Por lo tanto, se debe educar al estudiante de acuerdo con su contexto único y personal. De manera similar, (Hooks, 2021) argumenta que cada estudiante aprende mejor cuando existe una conexión entre lo que se aprende y su contexto, sus experiencias y su vida.

Estos puntos de vista son sumamente importantes en lo que conocemos como contextos educativos. Cada docente debe reflexionar sobre las circunstancias que rodean su quehacer, considerando la realidad socioeconómica, cultural y política de los estudiantes. Además, en su

espacio de trabajo docente, existen una variedad de contextos según el tipo de escuela en la que se encuentre, el clima escolar y los recursos disponibles.

El contexto áulico también repercute en la educación. Cada docente debe conocer las características de cada estudiante, sus habilidades y estilos de aprendizaje, así como la organización del aula y los tipos de evaluación del aprendizaje. Estos factores son determinantes en el proceso educativo, como señala Papahiu & Robledo (2004, p.47), donde destacan que: el vínculo pedagógico entre profesor y alumno constituye un elemento determinante en los procesos de aprendizaje.

En este sentido, al abordar la integración de la IAGen, el docente debe estar formado y preparado para manejar los factores del contexto educativo. Ahora, con el acompañamiento de las herramientas que la IAGen puede proporcionar, se abre un nuevo horizonte para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Según la (UNESCO, 2024), los gemelos generativos de asistentes docentes (IAGen) “deberán estar diseñados para mejorar la comprensión de los docentes sobre su asignatura, sus metodologías y currículos”. Sin embargo, esto presenta un desafío tanto para el sistema como para el docente en relación con los posibles riesgos éticos. Por lo tanto, es necesario auditar cuidadosamente los resultados y tener claro el marco ético del uso de la IAGen

En el ámbito nacional, el (Minciencias, 2024), ha trazado una hoja de ruta para abordar los desafíos planteados por las nuevas herramientas basadas en IAGen centrándose especialmente en la educación. El objetivo es comprender la tecnología a nivel comunitario y capacitar tanto a profesionales de la educación como a estudiantes. Esto permitiría explorar y ampliar los límites del aprendizaje, superando las limitaciones históricas causadas por la falta de información en tiempo real y la ineficiencia para analizar grandes volúmenes de datos.

Desde el (MINTIC, 2023), se plantea el uso positivo de la IAGen como complemento y apoyo en la formación de los estudiantes, siempre dentro de un marco ético y bajo la supervisión del docente. Además, diversas instituciones nacionales han investigado los impactos de la integración de la IAGen en la educación. Por ejemplo, un estudio realizado por (Cruz *et al.*, 2024, p.1), concluye que la IAGen cumple su función como herramienta para adaptar la educación y fomentar una mayor colaboración entre estudiantes y docentes.

En línea con estas reflexiones a nivel nacional, en el documento la Minciencias, Misión Internacional de Sabios, 2020 se estableció objetivos para la adopción ética y sostenible de la IAgen en Colombia. El país aspira a convertirse en líder en el uso e implementación de esta tecnología. Para lograrlo, los docentes en el área de matemáticas deben replantear su concepción del proceso de enseñanza. Es fundamental que se alineen con las propuestas emanadas desde los ministerios, adoptando nuevas prácticas y teorías sólidas que permitan sortear los riesgos y maximizar los beneficios de la IAgen.

Además, los docentes enfrentan retos específicos en la educación matemática. Como señala Mulett (2018, p.123), donde afirma que: existe una carencia de conocimientos específicos en el área, tanto a nivel pedagógico como metodológico. Esto se evidencia en la escasa cantidad de estudios de posgrado en matemáticas. Por lo tanto, es necesario que los docentes se formen integralmente, combinando su dominio de las matemáticas con habilidades pedagógicas. Es crucial equilibrar los aspectos epistemológicos y pedagógicos dentro de su rol docente.

Otro de los retos que enfrenta la educación matemática es la motivación, tanto del docente como del estudiante, tema ampliamente discutido. Los resultados de pruebas internacionales, como el informe de la (OCDE, 2023), indican que Colombia presenta niveles significativamente bajos en el área de matemáticas en comparación con otros países pertenecientes a la organización. Durante la pandemia, cuando las clases se volvieron virtuales, solo el 48% de los estudiantes recibió apoyo virtual. Además, solo el 28% recibió apoyo relacionado con su bienestar emocional, datos de este informe que alertan por problemáticas ajenas a los contenidos matemáticos en invitan a repensar la práctica docente desde la integralidad.

En este contexto, es fundamental explorar técnicas, métodos y prácticas respaldadas por las nuevas tecnologías, para superar estas deficiencias y debilidades. Invitando a cada docente a reflexionar desde su pedagogía sobre la motivación tanto propia como la de sus estudiantes. La integración de la IAgen, puede ser una aliada valiosa para afrontar los retos plasmados en estas investigaciones e informes.

Un aspecto importante es el currículo de matemáticas. Debemos tener presente la teoría pedagógica que existe detrás de él. (Bruner,1969) postulaba en su teoría “hacia la instrucción” cuatro aspectos importantes que debemos considerar frente a las teorías pedagógicas, especialmente aquellas que respaldan la creación y el desarrollo de los currículos.

La primera de ellas es la disposición previa al proceso educativo, tanto del estudiante como del docente. La segunda se refiere al ‘modo’, que es el estilo o enfoque que utiliza el docente para impartir conocimientos y desarrollar competencias desde su dominio en la disciplina. Esto puede incluir métodos como el aprendizaje basado en problemas, proyectos o el enfoque autónomo. Además, consideramos las técnicas que el estudiante utiliza para interiorizar los conocimientos y desarrollar competencias de la mejor manera posible. El tercer aspecto clave, según Bruner, es la secuenciación de los contenidos de acuerdo al desarrollo intelectual. Esto implica captar repentinamente el aprendizaje por descubrimiento. Por último, el cuarto aspecto aborda los tipos de premios y castigos, ya sean externos o internos, que afectan al estudiante.

Basado en estas ideas y en su aplicación en la transformación del currículo de ciencias sociales por parte de Bruner en 1966, Guilar (2009, p.235) afirma que: ‘El currículo debe estructurarse de manera cíclica, revisando los mismos temas, ideas o conceptos de forma progresiva y profunda’. Esto permite que el estudiante avance y comprenda a medida que sus habilidades cognitivas se consolidan y maduran.

(Chen *et al.*, 2020), la IAgén ha demostrado su eficiencia en el desarrollo de planes de estudios, contenidos, instrucción y procesos de aprendizaje para los estudiantes. Esto está alineado con la definición de currículo proporcionada por él (MEN, 2021). Específicamente con la estructura del currículo, además en la secuenciación de conocimientos para potenciar habilidades y destrezas, tal como se enuncian en el mismo estudio, y es compatible con los estándares publicados en la guía (MEN, 2006). Además, (Chen *et al.*, 2020) concluyen que las IAgén en particular la IAgén, “han permitido o mejorado la eficacia y eficiencia de los docentes en los procesos educativos, lo que ha resultado en una calidad de instrucción mejorada”.

Por lo anterior, surgen interrogantes. Uno de ellos es: ¿cómo y bajo qué teoría pedagógica se puede reestructurar el currículo de matemáticas utilizando la IAgén? De igual forma, Chiu & Chai. (2020, p.55) concluyen que “es necesario más trabajo para entender cuál es la mejor manera de apoyar a los profesores cuando intentan planificar y diseñar currículos con IAgén e integrar las tecnologías de IAgén en su práctica”. Esto nos lleva a reflexionar sobre cuáles son los requerimientos teóricos y técnicos necesarios para que los docentes puedan aprovechar recursos tecnológicos como este. Las respuestas a estas preguntas serán necesarias, ya que la

implementación de la IAgén en el currículo debe hacerse con consideración de los estándares educativos y en colaboración con los docentes para asegurar su efectividad y relevancia.

No todo son beneficios, pero tampoco significa que sean perjuicios por el uso de estas tecnologías. La integración de la IAgén en la educación matemática no está libre de desafíos legales. En esta reflexión sobre teorías aplicables a este problema, surgen consideraciones éticas. En un marco normativo, la prioridad es proteger los intereses fundamentales del estado y el desarrollo como sociedad, incluyendo los derechos humanos y otros aspectos fundamentales. Como lo enuncia (Plaza & Cippitani, 2023), “la IAgén debe estar sujeta a las normas éticas y legales que rigen a nivel internacional”. Además, en el marco legal citado por (Plaza & Cippitani, 2023), queda claro que la IAgén no puede asumir roles de decisión, ya que todo proceso debe ser supervisado y aprobado por un filtro humano.

Dentro del ámbito educativo, es fundamental garantizar la autodeterminación. Desde un marco ético, cada persona, ya sea estudiante o docente, debe tener el derecho y la capacidad de tomar decisiones por sí misma. Por lo tanto, la integración de la IAgén no debería influir en ningún aspecto de las decisiones individuales o colectivas. La IAgén debe considerarse simplemente como un recurso de información capaz de analizar ingentes volúmenes de datos.

Asimismo, es crucial preservar la dignidad de todas las personas que estén inmersas en el uso de esta tecnología, especialmente aquellas que presentan algún tipo de limitación. Además, debemos velar por su seguridad y bienestar. Por último, la regulación de la IAgén debe estar enmarcada legalmente para prevenir posibles vulneraciones de la seguridad de la información de los estudiantes al implementar sistemas de IAgén. Es importante que la legislación aborde la posibilidad de sesgos en los algoritmos, ya que estos podrían perpetuar desigualdades existentes.

Tomando como referencia una ley existente, la Unión Europea, en su Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo, establece la ley de la inteligencia artificial (2021) donde clasifica en diferentes niveles de riesgo las amenazas para las personas en: inaceptable, alto riesgo y requisitos de transparencia. Esto tiene como objetivo fortalecer la gestión y la implementación efectiva de las leyes actuales relacionadas con los derechos fundamentales y los estándares de seguridad aplicables a los sistemas de IAgén

Colombia formuló una política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, la cual se encuentra en el documento CONPES 3975, dando origen a un marco ético para la integración de la IAgén que posee intrínsecamente una base de tipo legal por su naturaleza, está dado actualmente como documento de discusión, en donde se enuncian los impactos negativos de esta tecnología, según (Español, 2020), la IAgén en la educación puede tener afectación a “la libertad al interferir con la privacidad, la vida familiar, la vivienda y la correspondencia”, de igual forma se enuncian los principios éticos para la IAgén en este contexto se aprecia los dilemas legales y éticos en torno a la integración de la IAgén en ámbitos como la educación.

Desde una perspectiva filosófica según (Dewey, 2004), quien argumento que la educación debe ser de tipo experiencial y centrada en el estudiante, se debe conducir al estudiante a su propia reflexión crítica, donde valore las oportunidades como los riesgos en su decisiones, a nivel matemático, como (Descartes, 1637) enfatizaba en su discurso del método, es necesario la deducción y la demostración para alcanzar el conocimiento verdadero, razonar de forma rigurosa, identificar patrones y dar soluciones, por ello no basta con la información y codificación que aporte una tecnología como la IAgén si no que el estudiante tiene la responsabilidad de crear su propia experiencia basada en el su desarrollo integral, que lo conduzca por procesos de empoderamiento como lo concibe (Freire, Pedagogía del oprimido, 1982).

Por ende a través de la reflexión crítica, tanto docentes y estudiantes bajo la rigurosidad de la ética alcanzan la libertad del ser, para terminar esta reflexión, es necesario abordar los retos de la educación matemática en este siglo, donde Arteaga *et al.* (2016,p.84), concluyen que: “Para enfrentar un mundo en constante transformación, marcado por cambios y fenómenos sin precedentes, la creatividad y la innovación son claves”, en este contexto, la escuela juega un papel fundamental al brindar las herramientas necesarias para afrontar los desafíos, y la enseñanza de la Matemática tiene un rol preponderante en esta misión.

De los planteamientos y reflexiones, que se han mencionado surgen varias cuestiones, que llevan a una formulación y sistematización del problema, y son: ¿Qué base teórica necesita el docente en didáctica y pedagogía para integrar el uso de la IAgén en la educación matemática en la institución educativa santo ángel de san José de Cúcuta Colombia? ¿Cuáles estrategias o procesos de educación matemática pueden ser apoyados por la IAgén sin deshumanizar el proceso

educativo? ¿Qué constructo puede aportar un marco teórico en el dilema ético en la relación docente estudiante y el uso de la IAgen?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Consolidar fundamentos teóricos para la integración de la inteligencia artificial generativa en la educación matemática.

Objetivos específicos

- Develar las percepciones de los docentes y estudiantes respecto a la inteligencia artificial generativa y su integración en la educación matemática.
- Caracterizar la integración de la Inteligencia Artificial generativa en los procesos de la educación matemática en monitoreo de la comprensión, ajustes de estrategias, pensamiento crítico, análisis de errores.
- Definir las bases teóricas que sustentan la integración de la Inteligencia Artificial en la educación matemática.
- Categorizar las implicaciones pedagógicas y didácticas emergentes del uso de la Inteligencia Artificial generativa en la educación matemática.
- Teorizar las bases conceptuales y categorías emergentes para la integración de la Inteligencia Artificial generativa en la educación matemática.

Justificación e importancia de la investigación

Existe una marcada necesidad de desarrollar investigaciones en educación, considerando los cambios y transformaciones naturales de la sociedad. En la Modernidad, encontramos varios ejemplos que parten desde Félix Klein (1848-1925), quien reflexionaba sobre la función de la educación matemática y sus conexiones con otras áreas, como se cita en (Klein, 1996, p.107). Continuando, John Dewey (1859-1952) propuso un enfoque educativo centrado en el estudiante, priorizando la experiencia educativa, tal como se enuncia en (Dewey, 2004). Además, Hans

Freudenthal (1905-1990) reflexionó sobre el enfoque realista de las matemáticas basadas en situaciones cotidianas, oponiéndose a la transposición didáctica de Chevallard (1985), como se cita en (Gravemeijer & Terwel, 2000, p. 777). Por último, Jeremy Kilpatrick (1935-2022) reflexionó en su obra (Kilpatrick *et al.*,1998) sobre el uso de la tecnología en la educación y más adelante, sobre los cambios curriculares en (Kilpatrick,2009, p.107).

Hoy en día encontramos diversas investigaciones sobre el uso de la IAGen en la educación, hasta el 2020 se tenían registros de alrededor de 4519 investigaciones tal como cita Chen *et al.*(2022, p.28), mostrando la relevancia del tema en el ámbito educativo y los posibles lineamientos de la integración de la IAGen en la educación, de la misma forma actualmente autores como Trisnawati *et al.*(2023, p.501), afirman que la integración de la IAGen tiene efectos positivos en la educación, sin embargo tiene riesgos en la disminución del desarrollo del pensamiento crítico, creativo y su carácter, al igual organismos internacionales muestran su interés en el tema de la integración de la IAGen como la (UNESCO, 2024).

Basado en lo anterior y viendo como las matemáticas están presentes en la toma de decisiones personales de los quehaceres diarios, es necesario que la educación matemática dote de habilidades pertinentes a los estudiantes para su efectivo desenvolvimiento en la sociedad del siglo XXI, teniendo en cuenta la diversidad de los estudiantes y sus necesidades particulares, donde sea responsabilidad del sistema asegurar una educación personalizada, así mismo en esa construcción de habilidades y pensamiento de forma crítica, es necesario que la educación matemática promueva y estimule en el estudiante, la reflexión crítica, la argumentación y la resolución de problemas, habilidades fundamentales para formar seres sociales integrales, desde las aulas hacia el contexto del estudiante, desde la óptica del docente, este debe estar en disposición y capacidad de apoyar a los estudiantes para que desarrollen estas habilidades, para ello deben entender las realidades y los diferentes niveles de avance de cada estudiante, tarea tediosa, pero simplificable con ayuda de las nuevas tecnologías como las IAGen.

En línea con lo mencionado, y de acuerdo en muchos autores, guías y estudios citados en esta investigación, la integración de la IAGen en la educación es una necesidad por todos sus beneficios, ya que promueven una educación sistematizada adecuada a los niveles del estudiante, quiere decir que se ajusta en tiempo real las temáticas los niveles de profundidad y de acuerdo al sentir y perspectivas del estudiante, ya sea por el análisis de discurso del estudiante, la computación

afectiva para la detección de las emociones de los estudiantes o los tutores inteligentes con Imagen, lo que refleja grandes oportunidades de mejora en la dinámica de la educación y especial la educación matemática, abriendo puertas de investigación hacia nuevo modelo pedagógico, o una re-significación de uno ya preestablecido, los resultados de las investigaciones actuales sobre la integración de la IAgén, invitan a develar nuevas teorías pedagógicas o constructos teóricos que nos permitan interpretar estos nuevos fenómenos en la educación, del mismo modo en la práctica docente actual y basados en estos entornos tecnológicos, se llega a la reflexión sobre nuevos métodos y técnicas de enseñanza, la transformación de la didáctica en función del desarrollo de las competencias demandadas actualmente para los estudiantes.

Todo cambio de paradigma si seguimos las ideas de (Kuhn, 2013), quien lo define como el marco teórico, o toda transformación si nos acercamos más a la definición de paradigma de la complejidad de Edgar Morín como se expone por (Ramírez, 1998), trae consigo nuevas formas de estudiar las experiencias vividas, a realizar nuevas investigaciones, que permitan flexibilizar y dinamizar las prácticas, integrar nuevas ideas y descubrimientos, tal como lo ha sido desde hace dos décadas la integración de la IAgén en la sociedad, y la masificación de las inteligencias artificiales generadoras de texto como Chat Gpt, Gemini hace más de 2 años y Deep Seek hace un año.

Aunque estas tecnologías no fueron desarrolladas explícitamente para desenvolverse en el ámbito educativo, en los últimos años se ha visto su aplicabilidad en la educación, y en especial en la educación matemática, en su apoyo al proceso educativo, en la cooperación para cubrir algunos vacíos didácticos y conceptuales, ya sea por la aportación de representaciones gráficas a conceptos bastante abstractos, o la práctica en entornos virtuales creados por las misma IAgén, de acuerdo a esto surge la necesidad de indagar sobre el rol del docente en este contexto y sus aportes para evitar la deshumanización de la educación.

En diversas investigaciones hay una serie de riesgos importantes a tener en cuenta en la integración de la IAgén en la educación, que van desde los desafíos éticos, punto crucial que necesita investigarse a fondo para crear marcos éticos y legales sobre el buen uso de la IAgén, así mismo los desafíos de sesgo por dados por la información base del entrenamiento de la IAgén que podría llevar a discriminación o desigualdad en el acceso a la educación, los desafíos de infraestructura que presentan algunas zonas desfavorecidas en el territorio nacional, y por último

los desafíos de los mismos docentes referente a la capacitación en el uso y mantenimiento de estos sistemas, lo cual lleva a reflexionar sobre los elementos claves necesarios para llevar a cabo un integración de manera eficaz.

Para terminar esta investigación se inscribe en la línea de investigación Línea de investigación: educación matemática; en el núcleo didáctica y tecnología educativa, del instituto pedagógico rural Gervasio Rubio, lo que expone la investigación para presentar sus resultados en ámbitos académicos seminarios, congresos y publicaciones, buscando aportar material teórico a la comunidad académica.

SECCIÓN II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

Toda investigación, tiene como componente primordial la fundamentación teórica, quien proporciona los cimientos conceptuales y teóricos para llevar a cabo la investigación, desde las bases ontológicas, epistemológicas y axiológicas, que permiten describir el problema de investigación desde las teorías existentes o generan oportunidades de generar nuevas teorías que le den sentido a la investigación, del mismo modo da el enfoque para interpretar los fenómenos de estudio, por último Sampieri *et al.*(2014) afirman que “ sin un sólido fundamento teórico, no hay sentido en plantear un problema, ni diseñar una metodología pues el eje central no existiría”

En esta fundamentación, se revisará de manera sistemática las fuentes académicas, como libros, artículos e investigaciones, que soporten este mismo estudio, identificando teorías y modelos relacionados con el objeto de estudio, los estudios previos en los diversos ámbitos e instancias, desde antecedentes de orden local a internacional, del mismo modo la se definirá los conceptos claves, las relaciones lógicas entre las categorías de análisis.

Estudios previos de la investigación

Existen trabajos investigativos realizados con anterioridad que aportan conocimiento relevante sobre el tema que se está desarrollando, por lo cual se hace una revisión exhaustiva de material bibliográfico relacionado con el objeto de estudio, el cual aporta bases teóricas sobre el objeto tratado desde el desarrollo científico existente.

A continuación, se presenta una serie de investigaciones relacionadas con el objeto de estudio de esta investigación, la primera de ellas es la investigación llevada a cabo por (Snyder, 2024), en su tesis titulada: “Deskilling or Reskilling: The Impact of Increased Digital Technology Use on Teaching as a Craft”, State University of New York at Albany, Estados Unidos, desde la perspectiva del investigador , el objetivo principal del estudio fue analizar la percepción de los

docentes acerca de los efectos de la llegada de las nuevas tecnologías a sus aulas, buscando comprender cómo la integración de las nuevas tecnologías en el aula afectan su quehacer y rol en la misma, así mismo como se adaptan a estos cambios, desde la experiencia de la práctica docente, se busca comprender cómo la integración de las nuevas tecnologías impactan al proceso de enseñanza.

Este estudio se centra en los docentes y cómo las nuevas tecnologías afectan su labor. Se exponen las habilidades de los mismos y su capacidad de adaptación para incorporar las herramientas digitales en el aula. El estudio se realizó desde un enfoque cualitativo, con 16 docentes: 8 con experiencia superior a 12 años y 8 con experiencia inferior a 8 años. Se utilizaron entrevistas semiestructuradas como instrumento de recolección de información.

Las conclusiones sugieren que, desde la perspectiva de los docentes, las nuevas tecnologías están reduciendo la carga de trabajo, ya que los materiales necesarios para las clases están disponibles y los estudiantes pueden desarrollar aprendizaje autónomo. Sin embargo, se plantea la cuestión de los motivos de los estudiantes para interactuar con las tecnologías: ¿es solo por entretenimiento o también para fomentar el pensamiento crítico? En última instancia, se reconoce la realidad de la integración de las nuevas tecnologías en la educación, y se enfatiza la responsabilidad de los maestros y el sistema educativo para capacitar en su uso y crear estrategias que transformen la enseñanza.

Esta investigación es relevante para el estudio actual porque proporciona información valiosa acerca de las perspectivas de los docentes sobre las nuevas tecnologías. Esta información es relevante para abordar el primer objetivo específico de la investigación, así como para comprender los retos a los que se han enfrentado los docentes que han integrado las nuevas tecnologías en su quehacer docente. Además, se ofrece un análisis de las percepciones sobre los beneficios, las incertidumbres y las dificultades en su implementación. Información necesaria para contrastar hallazgos que puedan surgir durante este estudio.

La segunda investigación, en el ámbito de la accesibilidad a las tecnologías digitales para la educación, se encuentra el estudio realizado por (Roth, 2024), que se presentó en la universidad Cabrini de Pensilvania, Estados Unidos. Una tesis doctoral titulada “The Evolving Digital Divide: A Case Study of In-Person Technology Conditions After Pandemic Shifts to Distanced Education”. En esta investigación se tiene como objetivo principal de esta investigación, evaluar

cómo la pandemia ha afectado la disponibilidad y uso de las nuevas tecnologías en las escuelas. Se exploran las transformaciones generadas en diferentes contextos sociales y demográficos y se analiza cómo las prácticas tecnológicas implementadas actualmente generan una mayor brecha digital en la educación.

Esta investigación se llevó a cabo desde un enfoque cualitativo, como un estudio de caso, dentro de un paradigma interpretativo. Se adoptaron enfoques epistemológicos constructivistas y ontológicos sociales. La recolección de información estuvo centrada en dos instituciones con diferentes contextos sociales en cuanto a los recursos tecnológicos disponibles. Se eligió una institución con suficientes recursos y otra con menos disponibilidad tecnológica. Para la recolección de datos, se optó por utilizar entrevistas y grupos de discusión. Se reflexiona sobre las brechas que existen en el acceso a las nuevas tecnologías, su uso y manejo, lo que invita a desarrollar estrategias por parte de las instituciones y los entes gubernamentales para cerrar o reducir aún más estas brechas.

La investigación concluye con algunos hallazgos. Se percibe un aumento en el uso de nuevas tecnologías en el aula en todos los niveles sociodemográficos, lo que permite a los estudiantes experimentar un aprendizaje digital. Sin embargo, el uso de ciertas aplicaciones puede conllevar el riesgo de insostenibilidad por la naturaleza de exclusividad de estas, lo que podría ampliar la brecha digital. Se encontró que las habilidades digitales desarrolladas durante la pandemia se han mantenido y generan confianza tanto en estudiantes como en docentes para su uso en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Estas habilidades se están materializando en modelos híbridos de aprendizaje, donde se utilizan tecnologías educativas con el objetivo de reducir las brechas digitales y ampliar los espacios de aprendizaje más allá del aula y de las clases presenciales, permitiendo continuar aprendiendo fuera del horario regular.

Dicha investigación es relevante para el estudio actual, ya que proporciona una visión acerca de las habilidades actuales de los estudiantes en relación al uso de las nuevas tecnologías dentro y fuera del aula. Además, considera las habilidades adquiridas durante el periodo de pandemia y ofrece una perspectiva sobre las posibles brechas digitales existentes en diversos entornos. También se exploran las opiniones de docentes y estudiantes sobre la digitalización de las aulas. Los hallazgos aportan conocimiento valioso para el tema de esta investigación, que se centra en la integración de la inteligencia artificial en la educación matemática.

La tercera investigación, en el ámbito de la didáctica y la gamificación como estrategia de acercamiento a los estudiantes, se encuentra el estudio realizado por (Bryant, 2024), que se presentó en the American College of Education, estados unidos. Una tesis doctoral titulada “Student Perceptions of Engagement with Secondary Mathematics in a Gamified, Standards-Based Grading System: A Basic Qualitative Study”, esta investigación tiene como objetivo examinar las experiencias y perspectivas de estudiantes de matemáticas de nivel secundario con respecto a su participación en el desarrollo de la asignatura bajo la estrategia de gamificación. El estudio busca profundizar en el análisis del impacto de esta nueva pedagogía de las matemáticas y el enfoque de informes de calificaciones en la participación estudiantil en la materia, todo en el marco de su entorno rural.

Dicho estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo básico, con un análisis profundo del problema mediante la recolección de información a través de entrevistas y cuestionarios aplicados a 25 estudiantes de la zona rural del Medio Oeste de Estados Unidos. Se adopta un paradigma constructivista, ya que se considera que los estudiantes construyen su conocimiento a partir de sus propias experiencias. La investigación muestra un enfoque epistemológico subjetivista basado en las experiencias e interpretaciones individuales de los resultados obtenidos tras la didáctica. Asimismo, se aborda un enfoque ontológico social al considerar las interacciones de cada estudiante en su entorno rural.

Las conclusiones del estudio muestran, en primer lugar, que hay un impacto positivo en las calificaciones basadas en estándares. Se evidencia una eficacia en la mejora del rendimiento y, por ende, las puntuaciones de las evaluaciones. En segundo lugar, el autor concluye que los estudiantes adquieren habilidades que les permiten dominar las matemáticas más que acumular datos y fórmulas. Esto se logra a través de las experiencias significativas proporcionadas por la gamificación. En tercer lugar, el investigador expone que los hallazgos de la investigación se conectan con estudios recientes y similares sobre gamificación. En conclusión, dicha estrategia mejora la motivación y responsabilidad de los estudiantes en el área de matemáticas, autorregulando su avance y priorizando su nivel y velocidad de progreso individual.

Este trabajo presenta un enfoque epistemológico y ontológico con características similares a las que se pretenden desarrollar en esta investigación. Desde una perspectiva social, se reconocen percepciones según contextos particulares. Además, se propone una nueva estrategia que se

asemeja a la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación matemática. El marco teórico aborda la implementación de estrategias en el área de matemáticas.

Concluyendo en la autorregulación y la motivación por el aprendizaje, aspectos clave en la integración de la IAgen Asimismo, el estudio se lleva a cabo con estudiantes del mismo nivel que los seleccionados en esta investigación: estudiantes de secundaria a punto de ingresar a la educación superior. Desde la perspectiva de los estudiantes, se exploran elementos que pueden ser fundamentales para la integración de nuevas estrategias o herramientas.

La cuarta investigación, en el ámbito de la didáctica y la tecnología explora el desarrollo educativo de los estudiantes en todos los niveles de aprendizaje, analizando el impacto en el desempeño académico y el desarrollo social, dicha investigación se encuentra el estudio realizado por (Zirilli, 2020), que se presentó en la Universidad de almería, España.

Una tesis doctoral titulada “Nuove Tecnologie e Apprendimento Scolastico”, en la tesis original y traducido al español como “Nuevas tecnologías y aprendizaje escolar” esta investigación tiene como objetivo examinar la relación que existe entre la integración de las nuevas tecnologías en el aula de clase y las variables de la consecución o mejora educativa, enfocándose en las relaciones de las variables categóricas como género y edad con el uso de las nuevas tecnologías, además de su correlación con el desempeño académico, al mismo tiempo también se enfoca en la influencia del uso de las nuevas tecnologías en aspectos emocionales, sociales y de relaciones en el contexto educativo.

Este trabajo se presenta desde un enfoque mixto, que combina el enfoque cualitativo y cuantitativo para profundizar en la comprensión de las relaciones entre el uso de las nuevas tecnologías y el desempeño académico. Se desarrolla bajo un paradigma interpretativo, con el objetivo de comprender las experiencias de los estudiantes en todos los niveles y aspectos relacionados con el uso de las nuevas tecnologías en el aula. Además, se decanta por un enfoque epistemológico constructivista y un enfoque ontológico social. Esto se resalta en el tercer objetivo específico, donde se busca interpretar la relación que existe entre el uso de las nuevas tecnologías y el desarrollo social, emocional y psicológico del estudiante en su entorno.

La muestra tomada para esta investigación consistió en 510 estudiantes que cursan desde quinto hasta octavo grado en dos instituciones diferentes. Se realizó una selección aleatoria por

género, con 280 niños y 230 niñas, provenientes de la ciudad de Messina, Italia. En ambas instituciones se aseguró la disponibilidad y acceso a las nuevas tecnologías. Sin embargo, el contexto socioeconómico de las instituciones es diferente: una de ellas se encuentra en una zona urbana privilegiada de clase alta, mientras que la otra está ubicada en una zona rural dentro de un pequeño municipio. El objetivo de esta selección fue aclarar posibles diferencias en la influencia debidas a factores de contexto.

El estudio concluye con el hallazgo de que, en primera instancia, no existe un determinante claro entre niñas y niños de diferentes edades en cuanto al uso de recursos web o herramientas de cómputo, ni en la frecuencia con la que los emplean. Sin embargo, se encontró un hallazgo significativo relacionado con la influencia de las nuevas tecnologías en el rendimiento escolar. Se obtuvo una relación significativa y positiva entre el uso de las tecnologías y el rendimiento académico.

No obstante, no se puede concluir si la frecuencia del uso de las tecnologías afecta positiva o negativamente el rendimiento. La mayor influencia percibida está relacionada con el uso de tecnologías después de una enseñanza de calidad mediada por los docentes. Por último, el autor concluye que el uso de las nuevas tecnologías, especialmente las aplicaciones de redes sociales, influye de manera significativa en la adaptación escolar de los estudiantes. Se hace hincapié en que se está tratando con un grupo de personas denominadas “nativos digitales”, según (Prensky, 2001).

La investigación previa presenta una serie de datos relevantes para el presente estudio, ya que permite abordar el problema desde una perspectiva más profunda. Según los hallazgos expuestos por el autor, se desarrolla a nivel de secundaria y expone sus resultados de manera general, sin enfocarse únicamente en matemáticas. El enfoque y la formulación de la problemática son un apoyo para investigaciones relacionadas con el uso e integración de las tecnologías en el aula, abarcando aspectos académicos, emocionales y sociales.

A nivel nacional, tras la búsqueda y filtro de información contenida en los diferentes repositorios de las universidades del país, se encuentra una serie de tesis doctorales afines, que presentan hallazgos relevantes para la construcción de esta tesis doctoral, y se presentan a continuación.

La primera investigación, en el ámbito de la mediación de la tecnología y la resolución de problemas matemáticos enfocados en la estadística y probabilidad, explora el desarrollo educativo de los estudiantes en los niveles iniciales de secundaria, analizando el impacto en el desempeño académico y el desarrollo del pensamiento crítico, dicha investigación se encuentra el estudio realizado por (Valencia, 2023), que se presentó en la universidad del valle, Colombia, una tesis doctoral titulada “Mediación de Herramientas Digitales en las Creencias de los Estudiantes sobre el concepto de Probabilidad y su incidencia en la Resolución de Problemas”.

Esta investigación tiene como objetivo diseñar y validar estrategias pedagógicas que aprovechen el potencial de las herramientas digitales para transformar la enseñanza y el aprendizaje de la probabilidad en estudiantes de sexto grado. Se busca movilizar los prejuicios basados en creencias que los estudiantes puedan tener sobre la probabilidad, brindándoles experiencias de aprendizaje significativas y desafiantes que les permitan construir una comprensión más profunda y precisa del tema.

La investigación emplea el paradigma basado en diseño de naturaleza cíclica, iterativa y centrada en la acción. El autor aprovecha la flexibilidad de este enfoque, que tiende hacia lo cualitativo, al aplicar una estrategia investigativa de experimento enseñanza a 175 estudiantes de sexto grado de bachillerato en la ciudad de Cali. La recolección de información se realiza mediante encuestas y observación directa, y se aplica un análisis cualitativo y cuantitativo de los datos recolectados.

La investigación concluye y sugiere, a partir de la pregunta central, ¿qué características esenciales deben considerarse al diseñar actividades de aprendizaje que integren herramientas digitales o nuevas tecnologías en el aula para desafiar las preconcepciones de los estudiantes sobre la probabilidad al abordar problemas relacionados con el tema? En primer lugar, es necesario implementar secuencias didácticas con una base sólida en la enseñanza de las matemáticas. Dichas secuencias deben ser cuidadosamente diseñadas y validadas, ofreciendo una guía estructurada para abordar los conceptos matemáticos de manera efectiva y significativa. Es fundamental que los profesores seleccionen, migren, adapten o diseñen actividades que incorporen el uso de la tecnología tanto dentro como fuera del aula para enriquecer el aprendizaje de las matemáticas en diversos niveles educativos.

Las herramientas digitales ofrecen un sinnúmero de posibilidades para crear experiencias interactivas, dinámicas y motivadoras que capten la atención de los estudiantes y faciliten la comprensión de conceptos abstractos, como la probabilidad y otros temas matemáticos. Por último, las actividades de enseñanza en matemáticas deben ir más allá de la mera transmisión de conocimientos y enfocarse en el desarrollo de diferentes tipos de pensamiento matemático en los estudiantes, haciendo hincapié en el pensamiento crítico y complejo. Esta investigación aporta información relevante de cómo puede influir y en qué aspecto la integración de las nuevas tecnologías en las aulas de clase dentro del área de matemáticas.

La segunda investigación, en el ámbito de los espacios físicos y virtuales cuidadosamente diseñados para facilitar el aprendizaje de las matemáticas de manera significativa y atractiva para los estudiantes enfocados en el desarrollo educativo de los estudiantes en todos los niveles de educación, analizando los factores que intervienen en la efectividad de estos espacios, dicha investigación se encuentra en el estudio realizado por (Otavo, 2022), que se presentó en la universidad Santo Tomás de la ciudad de Bogotá, Colombia, una tesis doctoral titulada “Ambientes de Aprendizaje en la Educación Matemática: una Mirada a la Educación Pública”.

La investigación se marca un objetivo de estudiar a fondo los entornos de aprendizaje de matemáticas en la educación primaria y secundaria, basándonos en las vivencias de profesores y alumnos de escuelas públicas en Bogotá, con lo cual pretende encontrar y comprender a detalle cómo son los espacios de enseñanza en las instituciones públicas, señalando posibles fortalezas o mejoras de los espacios en pro de su efectividad en el proceso educativo.

El trabajo investigativo parte desde un paradigma interpretativo, con un enfoque interpretativo y un método fenomenológico por estudio de casos, definiendo como informantes clave a 13 instituciones de educación básica y media del sector público de la ciudad de Bogotá, por medio de los instrumentos de recolección de datos, definidos por el investigador en la encuesta, observación estructurada no participante y análisis documental.

Como conclusión, el estudio realizado reveló que los ambientes de aprendizaje en matemáticas no dependen de un solo factor, sino que son el resultado de la interacción entre varios elementos. Estos elementos incluyen el diseño del aula, las metodologías de enseñanza empleadas, las estrategias de aprendizaje implementadas, los recursos disponibles, la satisfacción de los estudiantes y la formación y experiencia del docente. Si bien todos estos aspectos son importantes

para el éxito escolar, el estudio resalta que los métodos de enseñanza innovadores, las estrategias de aprendizaje efectivas, los recursos adecuados y la formación continua del docente tienen un impacto más significativo en el logro académico de los estudiantes. Esto se debe a que estos elementos están directamente relacionados con las prácticas pedagógicas y didácticas.

Así mismo concluye que las mejoras de los ambientes educativos deben ser liderados por los entes gubernamentales en consecución con los directivos hasta llegar a los docentes de aula, promoviendo métodos de enseñanza propios de este siglo, como la educación STEAM y la gamificación de la matemática.

Este estudio es relevante para la presente investigación, ya que aporta datos del requerimiento de las instituciones educativas en torno a la mejora de los escenarios de aprendizaje, por medio de la integración de herramientas innovadoras, como puede ser las aportadas por la IAgen en el aula.

Después de revisar sistemáticamente los repositorios de universidades a nivel nacional, regional y algunas internacionales, encontramos tesis doctorales relacionadas con la región y objetos de estudio relevantes para esta investigación.

La primera investigación, en el ámbito de la educación matemática, enmarca una profunda reflexión sobre la enseñanza de las mismas y su relación con los procesos cognitivos de los estudiantes. Más allá del conocimiento memorístico de fórmulas y números, explora las realidades que rodean el aprendizaje de las matemáticas, los significados que los estudiantes construyen y las experiencias que moldean bajo su análisis y comprensión, dicha investigación se encuentra en el estudio realizado por (Figueredo, 2023), que se presentó en la universidad Pedagógica Experimental Libertador de Rubio, Venezuela, una tesis doctoral titulada “Enseñanza de la Matemática y Procesos Cognitivos: Realidades Significados y Experiencias, con Impacto en el Aprendizaje”.

El objetivo de la investigación fue crear un método de enseñanza de matemáticas adaptado a las realidades y necesidades de una institución educativa de básica secundaria y educación media de la ciudad de Cúcuta, con un enfoque social que beneficie a la comunidad. Donde el modelo desarrollado de enseñanza no solo busca mejorar el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes, sino también generar un impacto positivo en la comunidad, este enfoque debe ser

contextualizado, es decir, que conecte las matemáticas con las experiencias y realidades de los estudiantes, haciéndolas más relevantes y significativas para ellos.

Dicha investigación se realizó bajo el paradigma interpretativo, con un enfoque cualitativo, siguiendo un método fenomenológico describiendo a detalle los elementos esenciales de la investigación, los informantes claves fueron 5 docentes del área de matemáticas, un coordinador de la institución y 3 estudiantes de los grados séptimo, octavo y noveno, la recolección de información se hizo bajo el instrumento de entrevista semiestructurada, analizando los datos por medio de la codificación y categorización, estableciendo redes semánticas que le permitieron llegar a la teorización.

El autor concluye que persisten métodos tradicionales que limitan el aprendizaje interdisciplinario e invita a una visión más reflexiva de la educación matemática. Además, afirma que un sistema estratégico basado en procedimientos permite la mejora continua y el desarrollo de competencias educativas. Asimismo, señala que es relevante la actitud docente como mediador en los procesos cognitivos del área de matemáticas, dado que los estudiantes muestran dificultades en la activación de la zona de desarrollo próximo. Esto señala la necesidad de establecer métodos de individualización del aprendizaje.

El estudio anterior aporta datos relevantes sobre los aspectos clave a abordar en la enseñanza de las matemáticas en un entorno regional similar al de la actual investigación. Además, expone hallazgos como la dificultad de activación de la zona de desarrollo próximo, que son relevantes en temas de integración de la IAg en la educación matemática.

La segunda investigación, en el ámbito de los escenarios propios de la enseñanza en la escuela secundaria, en cada uno de los diferentes niveles educativos, analizando los entornos de la institución que integran las Tecnologías de la Información y la Comunicación dicha investigación se encuentra en el estudio realizado por (Dugarte, 2023), que se presentó en la universidad Pedagógica Experimental Libertador de Rubio, Venezuela, una tesis doctoral titulada “Escenarios Formativos Mediados por las Tecnologías de Información y Comunicación desde la Perspectiva Estudiantil y su Representante en Educación Básica Secundaria en pos Pandemia”.

El objetivo de la investigación fue desarrollar marcos teóricos que sustentan la implementación de escenarios educativos en la escuela secundaria básica que integren las

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), considerando las perspectivas de los estudiantes y sus construcciones mentales dentro del contexto generado pasada la pandemia, con el fin de comprender las necesidades, intereses y expectativas de estos actores clave para diseñar propuestas educativas que respondan a sus realidades y promuevan su participación activa en el proceso de aprendizaje.

El diseño metodológico de la investigación está basado en un paradigma interpretativo desde un enfoque cualitativo, y guiado por un método fenomenológico, dicho estudio se centró en una institución de educación secundaria de la ciudad de Cúcuta, tomando como informantes claves 10 estudiantes de los grados decimo y undécimo, además de 6 docentes de la misma institución, donde se aplicó una entrevista semiestructurada y analizo los datos tras la codificación y categorización de los mismo.

El autor concluye que las Tecnologías de la Información y la Comunicación han transformado radicalmente los escenarios de enseñanza y aprendizaje, tomando un papel relevante e indispensable para la búsqueda de la calidad educativa y el mejor desarrollo de las competencias por parte de los estudiantes. La investigación citada presenta un antecedente positivo de la integración de nuevas herramientas tecnológicas en el aula de clase, aportando constructos teóricos al problema tratado en la presente investigación.

Fundamentación ontológica

Toda investigación debe definir su enfoque ontológico, donde plasme las creencias del investigador sobre el objeto de investigación, visto desde la naturaleza de la realidad del mismo objeto y la realidad que existe alrededor de este. Básicamente en este apartado se debe responder a la existencia propia del objeto, que existe de este, tal como propone (Husserl,1949). Desarrollando un método filosófico que ayude a comprender la experiencia desde lo más puro y subjetivo, de donde se desprende su enfoque ontológico, que se desarrolla alrededor de las esencias de las cosas, buscando entender cómo se manifiestan en la conciencia.

Este estudio por su naturaleza se asume bajo una de las dos posibles posturas ontológicas. una postura tendiendo a idealista dado a que el conocimiento en esta investigación se buscará a través de la comprensión de las percepciones sobre el objeto de estudio de los actores principales

de la investigación, según el investigador asumir una de las dos posturas en su totalidad realista o idealista, es caer en vicios de dogmas dado a la posición extremista que va contrario a la naturaleza pura de la investigación científica de procesos de reflexión y cuestionamientos continuos, por ende se asume con una postura casi intermedia, donde cualquier realidad que exista en el campo de la investigación y sobre el objeto de estudio se debe evidenciarse independiente del observador, por ello los resultados obtenidos o esperados de esta investigación deberían ser objetivos y fácilmente estudiados por un público en general,

Desde una postura mayoritariamente idealista del enfoque ontológico se pretende analizar la naturaleza del conocimiento matemático, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática y el papel de la IAgén en el proceso de la educación matemática tras la integración de esta en como herramienta en las aulas de clase, basado en las percepciones y prácticas desarrolladas por los docentes en los procesos de enseñanza de la matemática, las percepciones de los docentes sobre la inteligencia artificial y su integración en la enseñanza, y teniendo en cuenta los elementos relevantes para la integración de la inteligencia artificial generativa a las prácticas de enseñanza de la matemática.

Uno de los elementos a considerar dentro de la búsqueda y explicación de aspectos relevantes de la investigación es el conocimiento matemático que se puede definir como un conjunto de conceptos, principios y procedimientos relacionados con las matemáticas que se puede abordar desde lo factual, conceptual o procedimental, una definición de un origen más puro según (M.Resnik, 1975). “el conocimiento matemático es la cognición de patrones, que es un proceso cognitivo que implica reconocer patrones en el mundo”, del conocimiento matemático debemos reconocer sus diferentes niveles, ya que en esta investigación se busca la implicación de este en los estudiantes de secundaria, guiados por docentes con un conocimiento avanzado de matemáticas que debe ser adecuado para la enseñanza, donde este conocimiento avanzado de matemáticas en los docentes mejora el proceso de aprendizaje de los estudiantes según (Zaskis y Laikin, 2010, p. 263).

Otro de los elementos claves a considerar es a enseñanza-aprendizaje de la matemática, visto como el proceso donde los estudiantes adquieren y desarrollan conocimiento matemático y competencias a través de la instrucción y la interacción con el entorno, mediada por los docentes donde estos basados en el estudio de la complejidad, o desde el pensamiento complejo orientan a

los estudiantes, para esto es necesario según Davis & Simmt. (2006, p.293) “conocer los objetos matemáticos, las estructuras curriculares, la colectividad en aula y la comprensión subjetiva” con el fin de desarrollar un proceso completo y efectivo de la enseñanza de la matemática.

Uno de los elementos a considerar es la IAgén vista como la rama de la informática que busca la creación de agentes inteligentes, que pueden simular procesos humanos como razonar, aprender y actuar de forma autónoma, visto desde las concepciones que hizo (Turing, 1950, p. 236) la IAgén podría considerarse como la capacidad de las máquinas para establecer comunicación con los seres humanos sin que estos distinga el origen no natural de sus respuestas, se puede agregar a esta definición la capacidad de aprender y adaptarse que tienen las máquinas según Turing (1948, P.395), a continuación se explora la naturaleza del ser y su relación con la existencia de la IAgén, los procesos de la educación matemática y los actores de la misma educación.

Fundamentación ontológica de la IAgén

La IAgén tiene implicaciones profundas en la creación y la naturaleza del conocimiento, en especial en los procesos de la educación matemática, desde un rol de agente externo, dado que estas tienen actualmente la capacidad de generar soluciones a algunos problemas matemáticos, desde una perspectiva ontológica, la IAgén presenta respuestas algorítmicas cuya existencia es real, y puede ser estudiada como objeto, es innegable entonces su ser como artefacto, sin embargo el origen de las respuestas algorítmicas, como producto no humano desafía lo que tradicionalmente se considera creación, no se puede afirmar que la IAgén es la creadora de estas respuestas, pero el origen humano no es claro.

Como Bender *et al.*(2021,p.610) define las IAgén como los estocásticos, que crean o pueden producir nuevas conjeturas matemáticas, con una originalidad muy diferente a la humana, pues está basada en las combinatorias y las relaciones de probabilidad (Boden, 2016) , definidos en los límites del entrenamiento de las IAgén, reconfigurándolos de tal manera que se crea una nueva categoría de generado, muy diferente a las categorías actuales de las matemáticas de descubrimiento e invención, esto crea una tensión ontológica entre originalidad algorítmica y derivación de respuestas basadas en patrones y relaciones estadísticas.

Fundamentación ontológica de los modelos de lenguaje a gran escala LLM

Los modelos de lenguaje a gran escala LLM como lo son Gemini y Deep seek, constituyen la base de muchas aplicaciones de IAGen, por ende, es necesario comprender la naturaleza del ser y la existencia de los mismos, las relaciones con los procesos de educación matemática y los actores educativos.

Ontológicamente un modelo LLM, es una construcción teórica algorítmica, definida en su ser por el tipo de arquitectura, ya sea basadas en Transformers, híbridas, Sparse, multimodales o especializadas en tareas, o post Transformers, la forma como han sido entrenadas, basados en ingentes cantidades de textos y códigos, donde esta opera bajo reglas estadísticas y de probabilidad, junto a correlaciones lingüística, para predecir la siguiente unidad básica de procesamiento de datos (token), que se refiere específicamente a segmentos discretos de texto. características que separa a estos modelos de lo que es el completo entendimiento semántico, o el entendimiento genuino del sentido humano, su razonamiento no es más que una manipulación probabilística, de todo el token basado en lo aprendido con las bases de texto de entrenamiento, como lo define (Chalmers, 2023), estos modelos no son más que sistemas complejos informacionales.

La capacidad de los LLM entonces se ve cuestionada respecto a la coherencia de producción de respuestas, que evidentemente son simuladas bajo los valores probabilísticos de las relaciones entre Token, sin embargo, por la complejidad y las capacidades de interactuar de los LLM se cuestiona si estos tienen un estatus ontológico diferente, existiendo con cierto grado de autonomía, basado en la mente extendida de (Clark & Chalmers, 1998, p.7).

Esta autonomía de los LLM podrían otorgarles sentido como agentes externos que se integran al proceso de la educación matemática, donde estos asumen un papel dentro de la solución de los problemas matemáticos necesarios para el desarrollo de la educación matemática, por ello el estatus de los LLM sufren de una dualidad ontológica, se debe considerar solo como una herramienta, o es en sí una entidad epistémica emergente, para el autor de esta investigación, y bajo la experiencia del mismo, esta dualidad se inclina solamente al status de herramienta, debido a que la autonomía de los LLM, se basa en un rol que previamente se ha asignado por un ser humano, y en ningún caso en la actualidad los LLM han automatizado los procesos al punto de

tomar decisiones de manera independiente, sin desconocer que estos se constituyen en herramientas activas.

Con respecto a la ontología del conocimiento que reside en un LLM, no se puede considerar de la misma naturaleza que el conocimiento propiamente humano, basado en justificaciones, creencia, experiencias y emociones del mismo, el ser del conocimiento de un LLM, existe bajo patrones de activación neuronal por pesos sinápticos dentro de su estructura, ligados a los valores de probabilidad de asignados a los Token y ligados a los datos con que estos modelos fueron entrenados, en si el conocimiento de un LLM existe como la derivación del conocimiento humano.

Rol y Efecto de las IAG en la Educación Matemática

La interacción entre los actores de la educación matemática, docentes y estudiantes, y la IAGen generan un tipo de *ser* relacional nuevo, donde la IAGen se presenta como un mediador entre el conocimiento matemático y el estudiante, de la mano del docente, asumiendo una ontología particular, como herramienta avanzada, al nivel de una relación dialógica y co-constructiva, donde el ser del estudiante como aprendiz, el ser del docente como mediador, y el ser de la IAGen como herramienta, y el ser del conocimiento matemático, se entrelazan generando un propio significado ontológico.

De hecho, la capacidad de las IAGen para presentar el conocimiento matemático de diversos modos, cambia la perspectiva del estudiante sobre el conocimiento matemático, al llevarlo desde lo meramente abstracto y estático, a lo didáctico, interactivo, y un poco más tangible, mediante visualizaciones de algunos conocimientos matemáticos, de esta manera la IAGen funge como andamiaje del conocimiento para el estudiante bajo las ideas de la construcción del conocimiento de (Vigotsky, 1978).

Fundamentación epistemológica

En toda investigación, se consideran cuatro tipos de conocimiento en la búsqueda de explicar la realidad en la que estamos inmersos: el conocimiento vulgar, el empírico, el científico y el filosófico. Estos dos últimos, en la modernidad, forman la base para construir el conocimiento y se entrelazan en diversas investigaciones. La fundamentación epistemológica, según varios autores como cita (Gadea *et al.*, 2019), se refiere al estudio y reflexión sobre los productos del

conocimiento científico, los presupuestos y principios que guían las investigaciones. que van más allá de la teoría del conocimiento al abordar problemas ontológicos, axiológicos y éticos relacionados con la investigación. en otras palabras, la epistemología refiere al conocimiento que tenemos y busca sus orígenes de como lo hemos obtenido, teniendo como clave los paradigmas, las metodologías, la verdad, la naturaleza de la verdad o el conocimiento que se tiene, y los valores que se exponen al develar dicho conocimiento.

La disrupción de la IAgen en la educación matemática en educación secundaria, no se considera una actualización meramente tecnológica, ni el uso de una tecnología más en la educación, la disrupción de la IAgen en educación matemática se considera un actor nuevo como agente mediador del conocimiento en el proceso de enseñanza y aprendizaje, lo que incluso nos lleva a una reflexión epistemológica profunda sobre el dominio de la educación matemática, y lo que hasta estos días definimos como conocimiento matemático, cómo se adquiere, se valida y se transmite en un ecosistema cognitivo donde la cognición humana interactúa, y a veces se fusiona, con la capacidad generativa de algoritmos avanzados.

Esta investigación por lo tanto se enfrenta en su desarrollo en preguntas epistemológicas trascendentes como: ¿Qué significa "saber" matemáticas en la era de la IAgen? ¿Cómo se construye y valida el conocimiento matemático cuando interactuamos con estas herramientas? ¿Cómo podemos "conocer" el impacto y la naturaleza de esta integración? Cuestionando si el saber matemático transita de unas habilidades para el desarrollo de problemas, la demostración de teoremas, la concepción abstracta de patrones su manipulación y generalización, a unas habilidades mediadas por la IAgen, la habilidad de formular preguntas pertinentes, interpretar resultados generados por la IAgen, identificar sesgos y aplicar conceptos en contextos complejos mediados tecnológicamente a nivel de educación secundaria.

Siguiendo estas preguntas epistemológicas es válido cuestionarse, si la IAgen es un agente mediador del conocimiento, y los actores de la educación estudiantes o docentes hacen uso de esta para resolver un problema o investigar sobre un concepto, ¿dónde reside el conocimiento? ¿En el estudiante, en la máquina, en la interacción? ¿Qué criterios de validación aplicamos a los productos y procesos emergentes de esta colaboración?

De igual manera esta disrupción, genera una reflexión epistemológica profunda sobre el impacto de la integración de la IAgen y la naturaleza de la misma, por ello es

esencial elegir un enfoque fenomenológico que se centra en las experiencias subjetivas de los actores del proceso educativo, buscando reconocer la esencia del fenómeno a través de la experiencia directa y la descripción de la misma, ideal para reflexionar sobre el impacto de la integración de la IAgén en la educación matemática desde las concepciones de los educadores y los estudiantes, además debe elegirse un enfoque hermenéutico donde el investigador de una comprensión a la realidad del fenómeno a través de los significados emanados por dichos actores.

Abordar estas preguntas no es un ejercicio puramente filosófico, debido a que la naturaleza del objeto de estudio muestra la necesidad pragmática para fundamentar la investigación de manera rigurosa, ética y significativa. Que, sin una base epistemológica, se corre el riesgo de realizar estudios superficiales que no capturen la esencia de la transformación en curso, o que perpetúen visiones ingenuas o acríticas sobre la tecnología.

Teniendo en cuenta las percepciones sobre el objeto de estudio, la ética y las relaciones que establece el estudiante, y citando a (Husserl, 2016), desde la definición de fenomenología y su método fenomenológico, se busca producir constructos o bases teóricas que develen la esencia de la integración de la IAgén en la educación, navegando por la complejidad inherente al objeto de estudio, esta tesis se posiciona dentro del paradigma fenomenológico-hermenéutico. Esta elección no es arbitraria, sino que responde a la naturaleza intrínseca del fenómeno investigado y a los objetivos que perseguimos.

Teorías que orientan la investigación

En el siguiente apartado se enuncias las teorías que guiarán la investigación, desde el desde el enfoque epistemológico expuesto anteriormente.

La Teoría antropológica de lo didáctico (TAD)

Partiendo del concepto de praxeología, que se refiere a grupos estructurados y secuenciales de saberes, técnicas, aptitudes y actitudes, que permiten a los estudiantes desenvolverse en un contexto o dominio específico (Chevallard, 1999, p.221), se describe el aprendizaje de las matemáticas como la interiorización o apropiación de estas praxeologías.

Desde una perspectiva antropológica, se considera este concepto como un marco teórico para entender y comprender la enseñanza. Se enfoca en el quehacer de los actores de la enseñanza desde perspectivas sociales y culturales que influyen en el proceso. El objetivo es resistir a las reformas educativas estructurales que, sin comprender las condiciones y afinidades de los contextos sociales, pretenden modificarlas.

En este contexto, entran en juego dos conceptos relevantes para Chevallard: la institución y el sujeto. Estos no pueden definirse por sí solos, sino como complementarios entre sí debido a su entrelazamiento. Las instituciones proporcionan los espacios y límites para ciertas actividades de enseñanza, mientras que los individuos dentro de ellas asumen el papel de sujetos. En la definición de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), las instituciones representan el componente social o el contexto en el que los sujetos, concebidos no desde la psicología sino como aquellos sometidos a las condiciones de los contextos sociales, se construyen a través de su tránsito entre diversas instituciones como seres únicos.

Por último, la TAD, aporta a la comprensión de la enseñanza desde tres puntos claves, el énfasis social y cultural de la enseñanza, reconociendo que todo proceso está arraigado al desarrollo del individuo dentro de su contexto social, bajos sus prácticas y costumbres, las praxeologías en la enseñanza, debido a que las estructuras anteriormente mencionadas son vitales para el desarrollo de enseñanza del docente y el proceso de aprendizaje del estudiante, y por último la institucionalización en la enseñanza, que (Chevallard, 1999, p.221) define como la transformación y adaptación del saber hacer(praxis) y el saber decir (logos) dentro de los currículos, en los materiales didácticos, las metodologías y la evaluación. Con el fin de analizar los procesos que moldean las formas de transmitir y adquirir conocimiento en el aula.

Teoría de la transposición didáctica

Esta segunda teoría de Yves Chevallard identifica la relación de tres lugares como un juego, que es llevado a cabo por tres actores, denominados docente, estudiante y saber matemático, en su conjunto se perciben por (Chevallard, 1999, p.221). Como el sistema didáctico y las conexiones como la relación ternaria. Donde se resalta el saber y la relación con el saber, es decir la transposición didáctica refiere a la transformación o el paso de del saber sabio al saber enseñado, a través de una secuencia de pasos desde la selección de conceptos, principios o teorías que el

saber sabio quiere llevar al aula, pasando por la organización de manera lógica y secuencial progresiva de los contenidos basados en la selección, siguiendo por la reformulación del lenguaje propio de asimilación del estudiante, haciendo uso de recursos didácticos que adapten y simplifiquen el saber sabio a nivel del estudiante, concluyendo con la elaboración de nuevas herramientas y recursos didácticos que permitan lograr con eficiencia la enseñanza del saber seleccionado, en este caso el saber matemático.

Para Chevallard en esta teoría de la transposición didáctica, identifica factores que influyen en la transposición o el traspaso del saber sabio al saber enseñado, y es los objetivos curriculares, dado a que todo saber sabio tiene sus niveles de complejidad y profundidad y basado en el currículo se accedera a él, también importa las características de la disciplina del saber sabio, pues la transposición tiene herramientas didácticas dependiendo de la disciplina, lenguaje y matemáticas es un ejemplo de ello, así mismo debe tenerse en cuenta las características del estudiante, sus conocimientos previos marcaran la selección y organización de los saberes, al igual que el ritmo de aprendizaje de este o los intereses que exprese.

La finalidad de la transposición didáctica y por lo cual se asume como referente teórico primario de esta investigación, es la accesibilidad al conocimiento científico aquí referenciado como saber sabio, el desarrollo de los aprendizajes significativos que se favorecen por el uso y desarrollo de las herramientas didácticas, de igual manera el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo, de acuerdo a la estructura cognitiva y el nivel del estudiante, por ultimo al evaluar los intereses del estudiante la transposición didáctica favorece la motivación y el interés por el aprendizaje.

Teoría de las situaciones didácticas

La teoría de las situaciones didácticas expuestas en (Brousseau, 1998/2007), se constituyen como un marco teórico necesario para el diseño, propuesta y análisis de esta investigación, debido a la naturaleza de la investigación que es en el ámbito de las matemáticas, ámbito donde Brousseau define el aprendizaje como la construcción social del conocimiento, estableciendo una relación indispensable de lo social con el aprendizaje, donde el estudiante juega un papel activo en la construcción de los saberes, y se libera al docente de la figura plenipotenciaria, que tenía toda la verdad, donde cada uno de los procesos fuera de los usados por el docente se tomaban como

erróneos, emancipación que empieza desde (Piaget, 1952) con las ideas del constructivismo y el aprendizaje por el descubrimiento del estudiante.

Dentro de la teoría de las situaciones didácticas, encontramos elementos claves para entender a lo que esta refiere, el primero de ellos es en sí mismo las situaciones didácticas, espacios preparados y diseñados por los docentes, en donde el estudiante interactúa con el saber, con el conocimiento matemático desde situaciones problemáticas influyentes de acuerdo a su realidad y contexto.

El segundo de los elementos clave es la adquisición, que refiere a las estructuras generadas por los estudiantes para construir su conocimiento, empleando estrategias que le permitan abordar las situaciones problemáticas diseñadas por los docentes, desarrollando juicios de valor sobre la situación didáctica, por ultimo un elemento clave es la formalización de conceptos, la presentación y demostración de los resultados y la creación de herramientas didácticas para el saber, en este caso el matemático, como resultado de la transformación del conocimiento construido por el estudiante, proceso conocido como la institucionalización del conocimiento.

Esta teoría ubica al docente como un facilitador y mediador del conocimiento, donde cumple la función de elaborar situaciones didácticas pertinentes a las realidades de los estudiantes que le permitan interactuar con el conocimiento, guiando el proceso de institucionalización, en este punto el estudiante se ubica en el centro, donde las interacciones con las situaciones didácticas le permiten construir el conocimiento, formando conjeturas y validándolas o descartándolas.

Referente a esta investigación, la teoría de las situaciones didácticas, presenta un marco sólido para la integración de la IAgen en la educación matemática, al enfocarse en el diseño de situaciones didácticas, la construcción de conocimientos, el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, la personalización del aprendizaje a través del reconocimiento del contexto social y el enfoque en el estudiante y su realidad.

Educación matemática

La educación matemática ha evolucionado en su marco teórico desde épocas lejanas, este marco teórico, se ha definido como un campo complejo y activo que está en constante cambio para entender y mejorar los procesos de enseñanza y el aprendizaje de la matemática, existen

incontables autores que han aportado a la construcción de este marco teórico como lo han sido Yves Chevallard, Guy Brousseau, Jean Piaget, como se ha mencionado previamente en esta investigación, estableciendo las bases para la investigación y las practicas actuales, investigaciones actuales como las llevadas a cabo por los siguientes autores.

Según Mora (2003, p.181), la educación matemática se concibe desde la complejidad, como múltiples relaciones dentro y fuera del ámbito educativo, así como un sin fin de interacciones con elementos propios de las matemáticas en su contenido curricular, Mora concibe siete apartes necesarios para el desarrollo del proceso educativo, en la enseñanza como en el aprendizaje de la materia en cuestión. empezando por la filosofía de la didáctica donde se promuevan estrategias novedosas, dinámicas e integradoras de la resolución de problemas.

Los contextos temáticos y extra temáticos, que corresponden al desarrollo de las matemáticas en el espacio del aula y fuera de ella en el contexto del estudiante. el cambio de la enseñanza netamente algorítmica y mecánica sin contexto, por una enseñanza contextualizada y reflexiva. La implementación de situaciones complejas que permitan al estudiante incorporar diversas estrategias y métodos para resolver la situación problema. La interdisciplinaridad de la educación matemática y la transversalidad de esta con los fenómenos u objetos de estudio de otras áreas. El desarrollo del pensamiento crítico, basado en el abordaje de situaciones problemáticas del contexto del estudiante. Por último, el uso de la variedad de las matemáticas desde jugar, pasando por medir, contar hasta llegar a diseñar, proponer o conjeturar sobre temas de estudio.

Para (Kilpatrick,2009, p.107), en el marco teórico de la educación matemática, el docente sigue manteniendo un rol protagónico, que tiene como finalidad la adecuación y mejoramiento continuo del currículo de las matemáticas, partiendo de los conocimientos como sabios en el área e integradores de esos conocimientos en los contextos educativos, donde ese conocimiento le permite al docente generar una apertura a los nuevos métodos, metodologías y didácticas para tener una mejora constante de la práctica docente, incidiendo en la eficacia de la enseñanza y el aprendizaje.

Kilpatrick, destaca en la enseñanza de las matemáticas los siguientes apartados relevantes desde el rol del docente y el cambio curricular, el primero de ellos es la integración de las experiencias docentes, como punto de reflexión sobre las prácticas y las estrategias aplicadas en los diverso contextos, el segundo de ellos es el conocimiento y entendimiento del contexto

sociocultural de los estudiantes, haciendo el aprendizaje más significativo, el tercero es el desarrollo del pensamiento crítico, fortaleciendo las habilidades para resolver problemas de manera autónoma, por último la equidad, valorando la multiculturalidad de los estudiantes.

Para terminar (Freudenthal, 2005), estructura unos principios para la educación matemática, desde una perspectiva de matemática realista, donde la matemática es una actividad humana más que debe presentarse para cada uno, Freudenthal llama a esto matematización, que pasa por la reinvención guiada dado a los ambientes de heterogeneidad cognitiva, lo que quiere decir que la matemática debe comprenderse de acuerdo a los distintos niveles de comprensión cognitiva de acuerdo al contexto y el estudiante.

Donde estos dos principios mencionados, necesitan del principio de la fenomenología didáctica como base para la indagación, de una forma más específica los principios para la educación matemática realista son el principio de la actividad enfocado en el proceso no en el resultado, el principio de la realidad, que ubica la matemáticas dentro de los contextos cotidianos del estudiante, el principio de la reinvención, basada en la interacción de docente y estudiante donde se abre la oportunidad de reinventar conceptos, modelos u operaciones orientados muy sutilmente por el docente.

El principio de los niveles, donde la matemática realista reconoce los niveles de comprensión del estudiante desde el nivel situacional, el referencial, el general y por último el nivel formal, el principio de interacción que busca llevar a la estudiante entre los diferentes niveles de forma consecutiva y avanzada mediante la reflexión, por último el principio de interconexión o estructuración, enfocado en las relaciones a partir de las matemáticas para dar soluciones a problemas que son transversales a otras áreas.

Naturaleza del aprendizaje matemático

Concebimos el aprendizaje matemático no como la mera absorción pasiva de verdades abstractas y objetivas, vistas como ideas perfectas, inmutables desde la concepción de del Platonismo, ni únicamente como una respuesta a estímulos como conductismo de (Watson, 1913, P.158). Si no más bien a una visión predominantemente constructivista y socio-constructivista, donde el conocimiento matemático se construye activamente por el sujeto en interacción con su entorno social y cultural. Sin embargo, el paradigma fenomenológico-hermenéutico elegido para

el desarrollo de esta investigación nos permite ir un paso más allá, enfocándonos en la experiencia vivida del aprendizaje. Dado que el interés es comprender cómo los estudiantes y docentes experimentan y dan sentido al proceso de aprender y enseñar matemáticas, especialmente cuando este proceso está mediado por la IAgén, esto desde la fenomenología de (Husserl,1949), por otra parte, desde el enfoque hermenéutico se añade la dimensión interpretativa, reconociendo que estas experiencias son textos en un sentido amplio que necesitan ser interpretados para revelar sus significados profundos.

Rol de la IAgén

La IAgén no es desde la perspectiva del investigador, una simple "caja negra" o una herramienta neutral, donde todo puede ser determinista basado en pesos probabilísticos, respuestas automáticas a preguntas generadas. Es un fenómeno que se integra en el mundo de la vida como lo define Husserl “Lebenswelt”, para estudiantes y docentes, alterando sus percepciones, sus interacciones y la forma en que se relacionan con el conocimiento. Desde el enfoque fenomenológico se permite explorar la IAgén como un agente mediador, colaborador, tutor, oráculo o distractor, roles que a juicio del investigador se asumen dependiendo de la correcta integración, si es plena la IAgén debería tener un rol de agente mediador, de lo contrario vagaría entre otros roles menos éticos, eficientes y problemáticos para la misma educación matemática, reconfigurando la experiencia subjetiva del aprendizaje matemático.

IAgén como recurso adicional en la construcción del conocimiento matemático

Según la revisión llevada a cabo por (Chen *et al.*, 2020), la integración de la IAgén en la educación mejora significativamente el aprendizaje, debido a la mejora en la personalización del aprendizaje, esto genera un estímulo para el desarrollo del aprendizaje profundo de las materias como las matemáticas, ya que la IAgén enfocada en el procesamiento de lenguaje natural, testean y estimulan a los estudiantes para que expresen correctamente sus ideas hasta el punto de ser entendibles por el mismo sistema, de acuerdo al razonamiento que el estudiante preconice sobre cierto tema, mejorando el entendimiento y la captación de conceptos y saberes referentes al tema tratado

Para (How & Hung, 2019), la integración del razonamiento humano asistido por IAgen en la educación de ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas (STEAM) puede beneficiar el desarrollo de competencias y habilidades en los estudiantes. El rol de la IAgen en el desarrollo del conocimiento matemático ha evolucionado junto a las teorías, las practicas, los métodos, las metodologías y la didáctica, que a su vez han modificado los objetivos de la educación matemática dentro de las instituciones.

La construcción del conocimiento matemático asistido por la IAgen supone unos requerimientos deseables antes de integrar la IAgen en el aula, para trascender más allá de las practicas empíricas y didácticas enfocadas en el uso de la IAgen como herramientas de procesamiento de datos o resolución de algoritmos, estos requerimientos son el entendimiento y dominio de por lo menos un lenguaje de programación, el conocimiento de conceptos como procesamiento de lenguaje natural por IAgen aprendizaje automático, aprendizaje profundo, redes neuronales artificiales, recurrentes, convolucionales y antagónicas generativas, lo que puede generar que el estudiante no solo use la IAgen como herramienta si no como medio para comprender los procesos de enseñanza e identificar como se pueden mejorar desde la reflexión sobre el saber a enseñar.

Sistemas tutoriales inteligentes que se ajustan al ritmo y estilo de aprendizaje de matemática

Sobre el uso de sistemas tutoriales basados en IAgen existen actualmente diversas plataformas que ofrecen clases adaptativas al ritmo y estilo de aprendizaje del estudiante, plataformas como Brilliant.org ofrecen curso sobre matemáticas, enfocados en el desarrollo de las habilidades matemáticas, bajo un concepto secuencial y progresivo ajustado al ritmo de aprendizaje del estudiante, y guiado por una IAgen en las lecciones, prácticas y recursos didácticos de interacción.

Brilliant.org no es la única plataforma o sistema disponible actualmente para ajustar los contenidos curriculares al ritmo y estilo de aprendizaje del estudiante, plataformas como Aleks aportan tutoriales inteligentes sobre enseñanza de las matemáticas en los niveles norte americanos de Kindergarden hasta el 12° grado de secundaria, conocidos popularmente como los niveles K-12.

De igual forma como ScootPad brindan tutoriales inteligentes en los niveles de K-5 para la práctica y enseñanza de las matemáticas, del mismo modo la plataforma Knowre. Pero no es solo tutoriales, plataformas como Think Trough Math brindan más que tutoriales, brindan espacios de motivación y apoyo en vivo, otros como Smart Sparrow permiten que las adaptaciones de las clases sean mediadas por la IAgén y el docente según su criterio y conocimiento del contexto, lo que lleva a afirmar, que en el actual siglo los sistemas de tutoriales adaptativos inteligentes han evolucionado y son una realidad en los entornos educativos.

Para Pappas & Drigas (2016, p.12), las plataformas y sistemas de tutoría basados en inteligencia artificial, que se adaptan a los ritmos, estilos e intereses de los estudiantes, aportan herramientas didácticas que contribuyen significativamente al desarrollo de los procesos de la educación matemática, al evaluar constantemente y en tiempo real el avance de los estudiantes, con una retroalimentación instantánea, crucial para el proceso de aprendizaje del estudiante. También resaltan que las plataformas de tutoriales inteligentes poseen la ventaja de evaluar las habilidades matemáticas y adaptarse antes de iniciar las prácticas educativas, dichos tutoriales educativos poseen una gama de recurso didácticos extensa en textos, audios, material audiovisual, juegos y recurso interactivos.

Para estos dos investigadores los aspectos más importantes para el éxito y la eficacia de los tutores inteligentes, es el detalle de la instrucción o la respuesta dada al sistema, debido a que la calidad de las respuesta o ajuste de la IAgén es proporcional a la calidad de Prompt que es una instrucción, pregunta o un texto que se utiliza para interactuar con sistemas de inteligencia artificial, lo que permite que la IAgén de respuesta a profundidad sobre los detalles del proceso de aprendizaje del estudiante sobre los temas abordados, además estos sistemas conducen a los estudiantes a un desarrollo autónomo del aprendizaje, Pappas & Drigas (2016, p.12), lo definen como la mejora de la auto eficiencia del estudiante, sin embargo en los niveles iniciales se advierte de la necesidad de una guía y mediación de un docente debido a vicios o errores en las entradas iniciales para el ajuste del sistema y el desarrollo de los objetivos del estudiante y la plataforma.

Aprendizaje interactivo y significativo mediado por la tecnología educativa

El aprendizaje interactivo y significativo comparten aspectos que los relacionan considerablemente. Ambos buscan mediar el aprendizaje para que sea más dinámico y se ajuste a

los intereses de los estudiantes. En el aprendizaje interactivo, el estudiante tiene un rol activo, construyendo conocimiento a través de experiencias colaborativas, el uso de herramientas didácticas (especialmente tecnológicas), la resolución de problemas (en el marco del aprendizaje basado en problemas) y las adaptaciones personalizadas. Esto fomenta la motivación, comprensión, pensamiento crítico y habilidades sociales del estudiante.

Por otro lado, el aprendizaje significativo se fundamenta en las conexiones y relaciones que los estudiantes establecen con sus experiencias y conocimientos previos. El objetivo principal del aprendizaje significativo es otorgar sentido a los saberes enseñables en situaciones o problemas cotidianos. Para lograrlo, es fundamental que los educadores tengan una comprensión clara de los conocimientos previos de sus alumnos. Donde, los docentes deben contextualizar y dotar de relevancia desde la perspectiva de los estudiantes los saberes que imparten, para que estos encuentren conexiones con su vida diaria. Es crucial que los estudiantes sean participantes activos y colaborativos en su propio proceso de aprendizaje. Asimismo, se debe priorizar la evaluación basada en la aplicación de conocimientos, en lugar de fomentar el aprendizaje meramente memorístico.

En palabras de Tolio *et al.*(2022, p.34), es posible crear contenidos utilizando tecnologías que motiven a los estudiantes para aprender sobre diversos temas dependiendo de su interés, además el mismo aprendizaje interactivo y significativo, se pueden mejorar por medio del uso de las nuevas tecnologías como la IAgen y de estrategias como la gamificación.

Aprendizaje matemático interactivo y significativo

El aprendizaje de las matemáticas desde la perspectiva de los estudiantes, frecuentemente se ve como una tarea tediosa y muy abstracta alejada de las realidades y contexto de los estudiantes que pierden sentido, puede llegar a convertirse en un proceso dinámico y significativo, si en él se implementa las herramientas digitales y el proceso se acerca la interactividad, según Rangel, (2020, p.232), lo reafirma al concluir en su investigación que las matemáticas no pueden enseñarse de forma inflexible y cerradas, dado a que los contenidos puros de la ciencia son abstractos dificultando la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes de niveles de primaria, al igual sugiere de dotar de pertinencia a las metodologías para enseñar matemáticas, haciendo que estas este en concordancia con el contexto social de los estudiantes.

Como teoría el aprendizaje significativo fue propuesta por (Ausubel, 1963), donde enfatiza en la importancia de conectar los conocimientos nuevos de los estudiantes con los conocimientos previos de los mismos, donde el estudiante en el desarrollo de su proceso de aprendizaje es capaz de conectar su estructura cognitiva desarrollada con los nuevos saberes de tal forma que genera un nivel más en su conocimiento y comprensión de los temas tratados.

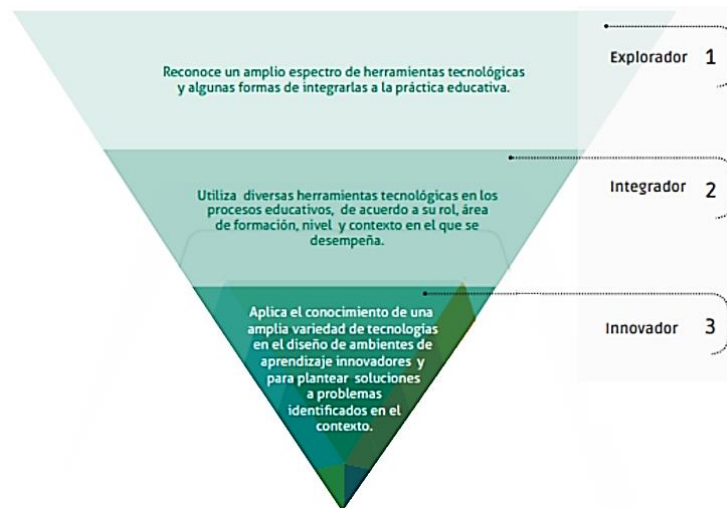
De la misma manera, (Bruner, *The process of education*, 1977), desde la teoría del aprendizaje por descubrimiento, que resalta el papel activo del estudiante en la construcción del conocimiento, Bruner destaca la mejora de los estudiantes cuando estos aprenden tras la exploración y la experimentación, dan significado a la creación de su conocimiento guiados solo por algunas preguntas que estimulan su desarrollo del pensamiento crítico, vinculando los nuevos saberes con el contexto.

Estas bases teóricas aplicadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje llevan a una mejor comprensión conceptual de los conocimientos, conectando experiencias con saberes y generando nuevos niveles de conocimiento en las estructuras cognitivas de cada estudiante, lo que puede llevar incluso a una mayor motivación y compromiso sobre las materias impartidas, en este caso las matemáticas.

Competencias digitales docentes

En la época de la revolución 4.0, donde la tecnología hace presencia en cada aspecto de la vida cotidiana, en los sectores productivos, en los sectores de servicios, la educación no es ajena, a la revolución de la tecnología, donde la manera como se enseña y aprende ha cambiado a pasos agigantados, y de forma acelerada tras la pandemia del 2019 como lo afirma (Urueña & Mesa, 2024), donde se exigió a los docentes una adaptación instantánea, que trajo varios problemas que se fueron solucionando con la adaptación constante que exigía el momento, a partir de ello se vio necesario fortalecer las competencias digitales, tal como las define el (MINTIC, 2013), como: “La habilidad para elegir y usar de manera apropiada, responsable y eficaz las herramientas tecnológicas, comprendiendo los principios que las sustentan, cómo integrarlas y las licencias que las protegen.”, dichas competencias cuentan según el ministerio de las tecnologías de la información y la comunicación con tres niveles básicos que son explorador, integrador e innovador como se presenta en el siguiente ilustración.

Figura 1
Competencias Tecnológicas Docentes



Tomado MINTIC 2013

De lo anterior se puede afirmar que las competencias digitales docentes, no están limitadas solamente al uso de las herramientas tecnológicas, sino que deben abarcar un espectro más amplio de acciones y momentos, como la capacidad de integrar las herramientas TIC por parte de los docentes en los procesos educativos, donde se requiere de la creatividad, la didáctica, la metodología, el sentido crítico y responsable, además de la evaluación constante y retroalimentación de las practicas, en pro de formar unos ciudadanos digitales éticos.

A nivel mundial también existen marcos de competencia digital docente, como el (UNESCO, 2019), en donde se establecen las 18 competencias claves para los docentes de la nueva era, que van desde la comprensión de las políticas educativas hasta la integración de las herramientas TIC en el aula, con el fin de promover los aprendizajes activos, colaborativos necesarios para la ciudadanía digital.

Brecha tecnológica

En la actual era de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), el acceso a las herramientas informáticas y tecnologías como la IAgen se ha convertido en una necesidad para lograr el desarrollo individual y social en un mundo globalizado, en donde debido a la desigualdad

de las sociedades se genera una brecha en el acceso a las tecnologías, que terminan repercutiendo de forma negativa en su desarrollo incluido la educación.

El termino brecha digital, no se queda solamente en la infraestructura, la falta de acceso a equipos y redes de internet, la disparidad social, factores socioeconómicos donde las personas de bajos recursos presentan limitaciones para acceder a las tecnologías, la ubicación geográfica, zonas marginadas o inaccesibles para el estado y las mejoras de cobertura de redes de internet, la edad, debido a las generaciones denominadas nativos digitales o inmigrantes digitales por (Prensky, 2001), sino también en el desarrollo de habilidades informáticas, concernientes a la educación, la capacitación y el desarrollo de herramientas y software, que limitan el avance por aprovechamiento de los beneficios de las nuevas tecnologías.

La brecha tecnológica afecta particularmente la educación, en la sociedad del conocimiento, es necesario la comunicación y actualización inmediata, coartando las posibilidades de los estudiantes y docentes para realizar investigaciones y aplicar métodos, y herramientas didácticas innovadoras en sus aulas, limitando el aprendizaje autónomo y a distancia como se evidencio durante la pandemia de covi-19, por ende afectando el rendimiento académico de los estudiantes frente a otros con acceso pleno a las tecnologías, así mismo reduciendo oportunidades a estudiantes y docente de cara al futuro referentes a competencias digitales. Por ende, cerrar la brecha digital en la educación es esencial para garantizar una educación equitativa y de calidad para todos los estudiantes.

Para Navarro *et al.* (2018, p.47), la brecha tecnológica viene dada por la revolución de las tecnologías en la era 4.0, donde se evidencias diferentes factores que inciden en la problemática, pero sobresale las condiciones socioeconómicas, evidenciando la mayor brecha en comunidades de nivel económico bajo con una índice pobreza desde extrema a baja, sin embargo, aún hay elementos que deben ser estudiados para comprender las causas que perpetúan las brechas tecnologías hasta nuestros días.

Por otra parte, para (Forhad, 2022), el acceso a las tecnologías de la información, y el uso de herramientas como las aportadas por la IAgén mejoran significativamente los desempeños y logros educativos, a su vez que reduce la disparidad generada inicialmente por condicione socioeconómicas diferentes, concluye que el acceso y el cierre de la brecha tecnológica puede ser la llave para disminuir sustancialmente la desigualdad educativa en las zonas más excluidas.

En Colombia se cuenta con un índice de brecha digital regional desde 2020, donde (MINTIC, 2020), define la brecha digital como “las disparidades socioeconómicas entre comunidades con y sin acceso a las TIC, así como las diferencias en la capacidad de uso debido a niveles de alfabetización y habilidades tecnológicas” en donde enmarca el índice de acuerdo a cuatro factores clave, la motivación, el acceso a material, las habilidades digitales, y el aprovechamiento de las tecnologías y 26 indicadores más de las múltiples dimensiones, en Colombia es clara la diferencia de las brechas digitales de acuerdo a la posición geográfica destacando las diferencias entre ciudades como Bogotá y otras como Chocó, o departamentos como Cundinamarca y la Guajira.

Bajo estas concepciones, Colombia desde el año 2005 ha implementado una política de mitigación de los efectos de la brecha tecnológica, y el cierre de la misma, (MINTIC, 2024), afirma que actualmente en materia de cobertura Colombia cuenta con un 80% de la población con acceso a internet, y la ejecución de un millón de programas de capacitación para el desarrollo de habilidades digitales y de tecnología.

Bases legales

Toda investigación se enmarca en unas políticas, normas o guías necesarios para su desarrollo, en este caso la investigación tiene tres aspectos fundamentales para tomar en cuenta, las normas y políticas referidas a la educación básica secundaria y media, el manejo y buen uso de herramientas tecnológicas, los marcos éticos de buenas prácticas de las tecnologías.

Empezando por la educación, desde la carta magna de la república de Colombia, la constitución política de Colombia de 1991, se emanan 4 artículos que definen las responsabilidades del estado frente a la educación, el primero de ellos está en (Const.Art.27, 1991). “El estado garantiza las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra”, del mismo modo en el (Const.Art.67, 1991). “La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura.”, de lo que podemos tener certeza que estos derechos son pilares fundamentales para construir una sociedad más libre, justa y próspera. Donde el Estado tiene la responsabilidad de garantizar estos derechos y crear las condiciones necesarias para que todas las personas puedan acceder a una educación de calidad.

Siguiendo con el tercer artículo la (Const.Art.70, 1991). “El Estado tiene el deber de promover y fomentar el acceso a la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades, por medio de la educación permanente y la enseñanza científica, técnica, artística y profesional en todas las etapas del proceso de creación de la identidad nacional.” Y además en el artículo 71, la (Const.Art.71, 1991). “. La búsqueda del conocimiento y la expresión artística son libres. Los planes de desarrollo económico y social incluirán el fomento a las ciencias y, en general, a la cultura.” Dicho de otra manera, el Estado tiene un papel fundamental en la promoción y el fomento de la cultura a través de la educación permanente de la sociedad, siendo esencial para el desarrollo individual y social del país.

Así mismo Colombia cuenta con una ley específica para la educación, y esta descrita en la Ley General de Educación. [Ley 115 de 1994]. DO:41.214, que es un marco legal fundamental para el sistema educativo del país. Define la educación como un proceso de formación integral que busca el desarrollo personal, cultural y social de las personas. Establece los principios, fines y normas generales para la prestación del servicio público educativo en todos los niveles, desde la educación inicial hasta la educación superior. Donde se definen el PEI como base de las instituciones académicas, se establecen los niveles de formación, los currículos, orienta la evaluación formativa, establece criterios de promoción, buscando contribuir a mejorar el sistema educativo del país.

Por otra parte, en el (D.No.767, 2022) del ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones se sienta las bases para la creación de un ecosistema digital más robusto en Colombia, que puede tener un impacto positivo en la educación al facilitar el acceso a la información y las herramientas digitales, fortaleciendo todo el sistema del estado donde se incluye las instituciones públicas de educación mejorando la calidad de la educación y promoviendo la innovación en el sector.

Es importante destacar que el impacto del decreto en la educación depende de la implementación efectiva de las políticas y acciones establecidas. Se requiere un trabajo conjunto entre el gobierno, el sector educativo y la sociedad civil para garantizar que las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se utilicen de manera efectiva para mejorar la educación en Colombia.

Para finalizar, en el 2020 el ministerio de educación, el ministerio de las tecnologías de la información y la comunicación junto al departamento de planeación nacional emiten un documento de políticas referentes las practicas tecnológicas para la innovación educativa en él (CONPES.3988, 2020), donde el documento establece una hoja de ruta para transformar la educación colombiana mediante el uso de las tecnologías digitales, con el objetivo de preparar a los estudiantes para los retos del siglo XXI, enfocado en aspectos clave como acceso a las TIC por parte de los estudiantes, la mejora de la conectividad en todo el territorio nacional, las adaptaciones curriculares y capacitaciones de los docentes, el uso de la IAgén como herramienta educativa.

Así mismo (Minciencias, 2024), establece una hoja de ruta para la implementación de la IAgén en Colombia desde un marco ético y sostenible, donde se busca sentar las bases del marco ético y legal de para el uso y el desarrollo de la IAgén de igual forma fomentar la formación de talento humano en el tema para generar mayor capacidad de investigación sobre la IAgén en el cual está incluido el fortalecimiento de la apropiación y adopción de las aplicaciones de la IAgén en el sector educativo.

Análisis de las variables de la investigación

Tabla 1
variables de la investigación

Dimensión	Códigos	Sub-categorías	Categoría
Integración de la IAgén en la educación matemática		Conocimiento IAgén.	Consolidar fundamentos teóricos para la integración de la inteligencia artificial generativa en la enseñanza de la matemática .
		Actitud hacia IAgén.	
		Uso actual de IAgén.	
		Experiencias de uso.	
	Analizar	Manejo del error.	
	Discernir	Ajuste estrategias.	
	Trabajo colaborativo	Pensamiento vs. Respuesta.	
	Aplicar	Autonomía y dependencia.	
	Argumentar	Rol docente.	
	Comunicar	Riesgos y	
	Construir		

Experimentar	oportunidades.	Construcción del conocimiento
Ajustar	Desafíos didácticos.	
Recordar	Naturaleza del Objeto Matemático ante la	
Reproducir	IA	
.	Procesos de Aprendizaje y Abstracción	
	Transposición y Contrato Didáctico	
	Contexto, Equidad y Alfabetización	

Fuente: elaboración propia

SECCIÓN III

REFERENTE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

La referencia metodológica es la base operacional de la investigación, donde se definen los pasos, las estrategias, las técnicas y procedimientos, necesarios para darle solución a cabalidad a los objetivos planteados en el capítulo I, así como afirma (Hernández *et al.*, 2016), los referentes metodológicos de la investigación son el lazo que une la experiencia con la concepción teórica, sumamente relevante en investigación de fenómenos sociales que reflexiona sobre teorías de acuerdo al hecho vivencial.

Esta investigación tiene como guía los marcos metodológicos correspondientes a la metodología de la investigación cualitativa desde el enfoque metodológico, el diseño de la investigación, los criterios de selección de los informantes clave, los instrumentos y técnicas de recolección de la información, los sistemas de análisis de la información recolectada para abordar los objetivos de la investigación centrada en la integración de la Inteligencia Artificial generativa, específicamente los modelos DeepSeek y Gemini.

En el ámbito de la educación matemática secundaria. A lo largo de estas páginas, se describirá el paradigma epistemológico que guía el estudio, el enfoque de investigación seleccionado, y el método empleado para la consecución de los fines propuestos. Asimismo, se caracterizará a los participantes involucrados en el estudio, se detallarán las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos, y se explicarán los procedimientos seguidos para el análisis de la información recopilada. Finalmente, se expondrán los criterios de rigor científico que aseguran la validez y fiabilidad de los hallazgos, como se plasma a continuación:

Paradigma de la investigación

La investigación se enmarca en el paradigma interpretativo, también conocido como constructivista, hermenéutico o fenomenológico en algunas de sus vertientes, se erige como una

alternativa al positivismo, centrándose en la comprensión de los significados de las experiencias individuales, la reflexión sobre las realidades que percibe el individuo y la comprensión del mundo social, Schwandt (2000, p.189) lo define como un enfoque que busca "comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de quienes la viven", desde este paradigma se concibe la idea de realidad como una construcción social, lo cual no asume la realidad como un ente objetivo que debe ser descubierto, si no como un ente subjetivo construido con las múltiples realidades individuales interpretadas, basadas en las mismas interpretaciones que le dan los individuos al interactuar con el entorno, (Lincoln&Guba,1985) son referentes cruciales para entender este paradigma, su crítica en la obra *Naturalistic Inquiry* al positivismo, desde la perspectiva naturalista interpretativa, al proponer que las realidades son múltiples, construidas y holísticas.

Debido a la naturaleza del objeto de estudio, el postulado ontológico o la naturaleza de la realidad, se justifica el paradigma interpretativo pues al integrar la IAgén en la educación matemática secundaria, la realidad se construirá dependiendo de las múltiples realidades que experimenten estudiantes y docentes, donde el contexto y las dinámicas de cada uno influirán en dicha construcción del conocimiento interpretando sus realidades, externalizando la experiencia de cada uno al tener un agente mediador del conocimiento como la IAgén, y dentro del marco de la educación considerado un fenómeno social se cumple lo expuesto por (Berger&Luckmann,1966), la realidad se construye socialmente a través de procesos de externalización, objetivación e internalización.

Por otra parte, la relación investigador-objeto de estudio, desde el postulado epistemológico del paradigma interpretativo, se define claramente en este paradigma, donde investigador y objeto de estudio están interconectados, y estas relaciones no sesgan la comprensión de la realidad del objeto de estudio, si no por el contrario enriquece la investigación, en donde debe reconocerse, gestionarse y reflexionar sobre la misma, con el objetivo de lograr lo que Weber (1978) define como una comprensión empática.

Desde la perspectiva metodológica este paradigma en su esencia de develar a profundidad, los fenómenos en su contexto natural, hace uso de métodos inductivos, flexibles y emergentes, que permite que la teoría surja de los datos proporcionados por la comprensión individual en interacción con el entorno, tal como expone (Lincoln&Guba,1985), para dicho paradigma la metodología que

se toma es hermenéutica y dialéctica, implicando un proceso interpretativo continuo y una interacción constante entre el investigador, los participantes y los datos. Las técnicas elegidas para esta investigación cuyo objeto de estudio es la integración de la IAgén en la educación matemática son: entrevista a profundidad, con instrumento cuestionario tanto para estudiantes como para docentes, grupo focal, con instrumento discusión colectiva a través del guion de diálogo, solo enfocado a los docentes, todos orientados a capturar la riqueza y la complejidad de las experiencias humanas.

La adecuación del paradigma interpretativo para la investigación cuyo objetivo es explorar la integración de la IAgén generativa (DeepSeek-Gemini) en la educación matemática secundaria en la I.E. Santo Ángel, el paradigma interpretativo resulta el más adecuado. Esto se debe a que el foco principal no es medir la efectividad de la IAgén en términos cuantitativos, aunque esto podría ser un componente complementario en un enfoque mixto para futuras investigaciones, sino comprender en profundidad las experiencias, percepciones y significados que los docentes y estudiantes atribuyen a esta integración.

Desde el paradigma se podrá explorar la subjetividad, dado que la integración de una nueva tecnología como DeepSeek-Gemini en el aula es vivida de manera diferente por cada docente y estudiante. Sus creencias previas sobre la tecnología, la matemática y la enseñanza, sus dudas, sus estilos de aprendizaje, ritmos de aprendizaje, expectativas y las formas en que le dan sentido a esta herramienta, comprender el contexto de la I.E. Santo Ángel que posee una cultura institucional propia y diferenciada de la generalidad de I.E. de la ciudad puesto que esta tiene una visión humanista religiosa, donde la población de la sede en donde incide la investigación es de solo estudiantes de género femenino, con unas dinámicas de aula y unas características socioeconómicas particulares que influirán en cómo se adopta y se percibe la IAgén. El valor de que le da el paradigma interpretativo al contexto natural permite entender cómo estos factores específicos modelan las experiencias (Stake, 1995).

Uno de los apartes más importantes que permite la elección de este paradigma es la captura de la complejidad de los significados, más allá de si la IAgén "funciona" o "no funciona", a esta investigación le interesa saber cómo los participantes interpretan su utilidad, sus desafíos, el impacto en los roles docente y estudiantil, y cómo redefine el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Se busca develar las narrativas y los discursos que emerjan en torno a la

discusión colectiva sobre las IAgen en especial DeepSeek-Gemini, co-construyendo el conocimiento sobre la integración de la IAgen a partir de sus propias vivencias y relatos.

Para finalizar la justificación de la elección de este paradigma para la investigación, está la alineación del paradigma con el objetivo central de la investigación que es construir un marco teórico que emane de la comprensión profunda del contexto específico de la I.E. Santo Ángel. En lugar de imponer teorías preexistentes de manera deductiva, basado en los conceptos, las categorías y las relaciones emergen del análisis de los datos recopilados en ese contexto particular como lo expone (Charmaz, 2014), y se refuerza con las afirmaciones de Creswell y Poth (2018), la investigación cualitativa, inherentemente ligada al paradigma interpretativo, que se sustenta de una base rica en definiciones y percepciones, lo que robustece la comprensión y descripción, en lo que Geertz (1973) denominó "descripción densa".

De lo anterior es claro que al estudiar la integración de DeepSeek-Gemini en la I.E. Santo Ángel desde una perspectiva interpretativa, se busca comprender las particularidades de este caso. Que luego puede en dialogo con otras teorías más amplias sobre la adopción tecnológica, la pedagogía matemática o la IAgen en educación, dar una base empírica sólida y contextualmente informada. El marco teórico que se construya no será una generalización universal en el sentido positivista, sino una comprensión transferible (Lincoln & Guba, 1985) con proyección de desde esta comprensión particular resonar en otros contextos similares.

Enfoque metodológico de la investigación

El enfoque elegido en esta investigación, fue el enfoque cualitativo, debido a que está estrechamente relacionado con el problema de estudio, y desde una perspectiva cualitativa, se puede abordar más a profundidad las vicisitudes de la integración de la IAgen en la educación matemática, como fenómeno social e inclusive cultural como (Miles *et al.*, 1994) lo define en su libro *Análisis de datos cualitativos*, que se basas en la recolección de datos no estandarizados, flexibles que se sujetan a la descripción e interpretación del investigador.

Por ende, se acopla de manera idónea con el paradigma interpretativo, lo que permite explorar a profundidad los significados, las percepciones y experiencias vividas frente a la integración de la IAgen en la educación matemática. Este enfoque fenomenológico se aleja de

pretensiones transformadoras o de intervención directa propias de otras corrientes, para centrarse en develar y comprender la esencia del fenómeno en su contexto natural, desde una epojé y una interpretación desde el círculo hermenéutico, permitiendo que las categorías teóricas emerjan de las voces de los actores educativos.

Método de la investigación

El método seleccionado para esta investigación es el método fenomenológico-hermenéutico para profundizar en la comprensión de las experiencias y significados de los participantes. Esta investigación se enmarca en estudio de caso, lo que corresponde a una indagación empírica de investigación de un fenómeno contemporáneo a profundidad, estudiado en el contexto de la vida real, con la particularidad de no dilucidar los límites de la realidad y el contexto tan fácilmente como lo afirma (Yin,2018), donde el investigador puede mantener las características holísticas y significativas de los eventos que se estudian, las interconexiones entre todas las partes que forman el objeto de estudio, el contexto institucional, las dimensiones pedagógicas y didácticas, las herramientas y tecnologías con IAgen, actores educativos estudiantes y docentes.

La elección del estudio de caso se considera necesario y pertinente debido a que el objeto de estudio se considera por el investigador como un fenómeno contemporáneo en un contexto real, La integración de la IAgen, específicamente DeepSeek-Gemini, en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la Institución Educativa Santo Ángel es un fenómeno actual, en que el que está involucrado directamente el investigador dado a que es uno de los actores del proceso educativo como docente del área de matemáticas, lo que permite al investigar esta integración como un evento no aislado, sino como un evento donde se está inmerso en la complejidad y particularidades del contexto específico de la I.E. Santo Ángel.

Partiendo de lo anterior y con la claridad de que los estudiantes y docentes actualmente hacen uso de esta herramienta tecnológica, se muestra un límite difuso como lo expuesto por (Yin,2018) para los estudios de caso, donde la forma en que DeepSeek-Gemini se integra y es vivenciada por docentes y estudiantes está intrínsecamente ligada a la cultura institucional

actualmente, las dinámicas de aula preexistentes, los recursos disponibles y las percepciones individuales dentro de la I.E, lo que genera preguntas claves para este marco ¿cómo? y ¿por qué? Se presenta este fenómeno de la integración de la IAgén, cómo se está viviendo la integración de DeepSeek-Gemini y por qué se generan ciertas percepciones y significados.

Dado lo anterior, el estudio de caso como marco de la investigación, permite entonces una exploración intensa, profunda y holísticas, la interconexión de sus partes y la interacción de estas para producir un todo más complejo de la integración de la IAgén DeepSeek-Gemini en la I.E. Santo Ángel. Lo cual facilitará la recopilación de múltiples evidencias por medio de las dos técnicas de recolección de información seleccionadas, la entrevista a profundidad a los docentes y estudiantes, junto con la discusión colectiva con los docentes del área de matemáticas, convergiendo en una comprensión rica y detallada del fenómeno en su singularidad. Como lo señala Stake (1995), En este sentido, la I.E. Santo Ángel se constituye como el "caso" o contenedor que delimita el campo de estudio, permitiendo un análisis exhaustivo de las experiencias de docentes y estudiantes con la IAgén en la educación matemática.

Método fenomenológico-hermenéutico

Dentro del marco del estudio de caso, se adoptará un método fenomenológico-hermenéutico con el fin de dar cumplimiento al objetivo general de esta investigación, consolidar fundamentos teóricos para la integración de la inteligencia artificial generativa en la educación matemática, develando y comprendiendo en profundidad las experiencias vividas y los significados construidos por los actores del proceso educativo de las matemáticas.

Desde la definición que se desprende de (Husserl,1949), de fenomenología como el estudio de las estructuras de la experiencia o la conciencia, que persigue el objetivo de comprender a profundidad de las experiencias vividas por los sujetos, la esencia misma de sus vivencias, inmersos en el fenómeno particular que se estudia, tal como se cita en las ideas de Husserl por parte de (Moustakas, 1994), donde para acceder a lo que se denomina como la esencia de la experiencia se debe llegar a lo que el método fenomenológico propone como “epojé” que no es más que liberar al investigador de todo preconceptos, juicios, teorías o conocimientos empíricos sobre el fenómeno de estudio.

Para abordarlo desde la manera más imparcial posible, de manera temporal como propone Van Manen (2014). Donde esta epojé no considera al igual que en el paradigma interpretativo las visiones, conceptos como sesgos de datos, si no que los valida siempre que estos las reconozcan y controlen para que no distorsionen la comprensión de la experiencia tal como la viven los demás participantes.

Por otra parte, el componente hermenéutico se toma como complemento de la descripción fenomenológica brindándole a esta investigación la interpretación de los significados. Mientras que la fenomenología aporta a la investigación la descripción detallada de la experiencia vivida el "qué" y el "cómo" de la experiencia de los actores del proceso educativo al usar las IAgén como herramienta tecnológica avanzada en un posible rol de agente mediador del conocimiento, desde el método hermenéutico se enfoca en la comprensión e interpretación del significado de esas experiencias el "por qué" o el sentido según lo expone Ricoeur (1981). Por otra parte, y bajo otra definición muy cercana, la hermenéutica, según (Gadamer,2004), bajo su método busca reconocer que toda comprensión es un acto interpretativo influenciado por el contexto histórico y cultural tanto del intérprete como de la misma vivencia narrada.

La comprensión del todo se da en consecuencia de las relaciones de las partes, y la comprensión de las partes se da en relación del todo, esto es lo que se denomina como el "círculo hermenéutico" concepto central en este proceso, debido a que se entiende las implicaciones de la IAgén en la educación matemática el todo, lo que permite entender las implicaciones en los individuos, sin embargo de manera viceversa se entiende las implicaciones de IAgén en la educación matemática solo si se comprende las percepciones individuales.

Esto en un círculo de reflexión que permite enriquecer la comprensión profunda del objeto refinando lo que antes se denominó como esencia, lo cual se ajusta a lo expuesto por (Gadamer, 2004). Esta investigación implicará un movimiento interpretativo constante entre las narrativas individuales de docentes y estudiantes lo que consideraremos las partes, la individualidad y el significado global de la integración de la IAgén DeepSeek-Gemini en la educación matemática el contexto de la I.E. Santo Ángel lo considerado para esta investigación como el todo.

Para finalizar el método fenomenológico-hermenéutico se justifica en esta investigación de por tres factores de suma relevancia, el acceso a la experiencia subjetiva yendo más allá de los datos superficiales, que permiten capturar la esencia de cómo los participantes viven y sienten la

integración de esta nueva tecnología en su quehacer educativo en el área de matemáticas a nivel de secundaria. La comprensión de los significados profundos. Interpretar qué significa esta integración para los docentes en su realidad que es las prácticas pedagógicas, la comprensión para los estudiantes en su proceso de aprendizaje, en su motivación, en su relación con las matemáticas, por último, el método se justifica en dar voz a los participantes, pues se centra en las perspectivas y narrativas de quienes están directamente involucrados en el fenómeno incluido el investigador como docente del área sin que sus percepciones sean tomadas como sesgadas. Tal como sugiere Van Manen (1990), la fenomenología hermenéutica busca la apropiación reflexiva del significado vivido, lo cual es central para los objetivos de esta investigación.

Para cerrar, el autor desde su comprensión del método fenomenológico, entiende que este trasciende más hacia una reflexión filosófica pura que se distancia un poco de la práctica y la pedagogía detrás de este estudio, viendo la necesidad de optar por integrar el método hermenéutico, donde la hermenéutica, especialmente en la versión filosófica de Gadamer y la fenomenológico-hermenéutica de Heidegger, se fundamenta en el círculo hermenéutico, un proceso dialéctico en el que la comprensión de cada parte del fenómeno educativo se enriquece y resignifica a la luz del todo.

Todo que se reconoce en esta investigación como el contexto institucional, la cultura escolar, los discursos sobre la tecnología y viceversa como se menciona en (Ledesma Alborno, 2021, p. 247-248). Dinámica muy necesaria para alcanzar los objetivos de caracterizar la integración de la IAgén en la educación matemática, definir bases teóricas para dicha integración, generar nuevas categorías y teorizar sobre la integración de la IAgén generativa en la educación matemática, ya que permite trascender la experiencia inmediata y construir interpretaciones profundas y fundamentadas sobre sus implicaciones pedagógicas y didácticas.

Fases del método estudio de caso fenomenológico hermenéutico

Como se mencionó, la investigación está enmarcada en un estudio de caso debido a que es necesario investigar el fenómeno en un contexto real como lo es las I.E santo ángel de san José de Cúcuta, lo cual brindará la riqueza contextual, asociando los factores particulares del contexto a la interpretación del fenómeno. Junto a la fenomenología-hermenéutica, se podrá ir más allá de la

descripción de la fenomenología y dar un sentido e interpretación hermenéutica de las experiencias vividas por los actores referentes al fenómeno.

Esta investigación se hará por medio de una combinación de fases lógicamente ordenadas que integra estudio de caso, y se aclara que según (Deroncele Acosta,2024), basado en el diseño de 3 fases de (George & Bennett, 2005), distribuidas en fase de diseño, con la formulación y el planteamiento del problema, definición de las categorías claves y el análisis del marco de análisis, la fase de ejecución con el desarrollo de los instrumentos y técnicas de análisis de la información, y por último la fase de las implicaciones teóricas, evaluando las nuevas categorías y la teorización nueva que contribuya al conocimiento del objeto de estudio.

La fase del método fenomenológico estará dentro del marco del estudio de caso, estas fases del método fenomenológico, se guiarán por la propuesta de pasos de Hernández *et al* (2018), paso 1 plantear el problema de la investigación, en este caso en la falta de teorías de base para la integración de la IAgén en la educación matemática, paso 2, la elección de los participantes y el contexto de estudio, que corresponden a los estudiantes de la I.E santo ángel de san José de Cúcuta y sus docentes del área de matemáticas, paso 3, la inmersión del investigador en el campo de estudio, paso 4, recolección de la información de acuerdo a las experiencias de los sujetos de estudio referente a la su interacción o experiencia con el fenómeno de estudio, paso 5, corresponde a las transcripción de las narrativas una vez terminada la observación participante, la entrevista a profundidad y la entrevista grupal para este caso de investigación, paso 6, corresponde a la revisión de los datos bajo el criterio del investigador.

Los pasos 7 y 8 corresponden a la identificación de las unidades temáticas de la investigación, los patrones, y las categorías emergentes, los pasos 9 y 10 corresponden al reconocimiento de la red holística (relaciones) de las experiencias entre los sujetos y el fenómeno de estudio, determinando el fenómeno de estudio, el paso 11,corresponde a la validación de la narrativa en coautoría entre las experiencias de investigador y participante, para cerrar en un paso 12, se construye un reporte final del estudio, detallando los hallazgos y contrastándolos con otras investigaciones de fenómenos similares, aportando conclusiones que refinan y enriquezcan el conocimiento del fenómeno de estudio.

Escenario de la investigación

En el desarrollo de la investigación cualitativa, es necesario definir el escenario de la investigación, que se presenta y constituye como el contexto natural, en el cual se desarrollará la investigación, dicho escenario que permitirá recolectar la información pertinente para comprender y entender a profundidad el objeto de estudio desde su fenomenología, para (Bogdan & Biklen, 1992), define la necesidad en la investigación cualitativa de explorar las perspectivas de los individuos, sus prácticas, roles, experiencias de acuerdo al contexto en que se desenvuelven, dotando de relevancia al escenario de investigación para el problema u objeto de investigación, como enuncia Taylor & Bogdan (1987), el escenario de investigación debe constituirse como un lugar donde se pueda hacerse observaciones y documentación de las perspectivas, practicas, comportamientos y procesos de interacción social de interés y relevancia para la investigación.

De acuerdo a lo anterior y dado el objeto de estudio, la integración de la IAgén en la educación matemática se previene, que el escenario puede desarrollarse en un contexto dinámico debido al constante cambio de las nuevas tecnologías y las nuevas aportaciones a las tecnologías de IAgén generativas.

En este sentido la investigación se enmarca en el escenario de la Institución educativa santo ángel, sede nuestra señora del rosario, ubicada en el departamento de norte de Santander, Colombia, municipio de san José de Cúcuta, es una institución de educación pública que se establece como una sede de la institución educativa santo ángel, prestando los servicios educativos de educación inicial, primaria y secundaria con énfasis en humanidades, en dos jornadas académicas mañana y tarde, con una población estudiantil de solo niñas y adolescentes femeninas, desde los grados de transición hasta el grado undécimo, con una población de alrededor de 900 estudiantes de más de 2400 correspondientes a toda la institución.

Con un cuerpo docente a nivel general de 72 docentes, 4 coordinadores, y un rector, distribuidos en la sede nuestra señora del rosario en 21 docentes y una coordinadora en la jornada de la mañana donde se desarrollara la investigación. La institución cuenta con una política de excelencia y de promoción de excelencia académica a través de las pruebas externas, buscando mantenerse en la ciudad como una institución de nivel superior, además es orientada por dos comunidades religiosas, de las hermanas de nuestra señora del rosario y las hermanas del santo ángel de la guarda, lo que mantiene a la institución como un referente en las labores sociales y

éticas correspondientes a los diversos grupos que se conforman en actividades extracurriculares de la institución.

Informantes clave

En la investigación cualitativa no existe una población ni muestra como si existe en la investigación cuantitativa, en contra parte se tienen informantes clave, los cuales son 2 estudiante de grado decimo, 3 estudiantes de grado undécimo y cuatro docentes de matemáticas, estudiantes y docentes que han experimentado con la integración de la IAgén en la educación matemática, de la misma forma los estudiantes han venido usando dentro de sus prácticas educativas las herramientas basadas en IAgén

Tabla 2
informantes claves

INFORMANTE	CÓDIGO
Estudiante de grado decimo	NSRG101
Estudiante de grado decimo	NSRG102
Estudiante de grado undécimo	NSRG111
Estudiante de grado undécimo	NSRG112
Estudiante de grado undécimo	NSRG113
Docente del área de matemáticas	NSRD001
Docente del área de matemáticas	NSRD002
Docente del área de matemáticas y física	NSRD003
Docente del área de matemáticas	NSRD004

Fuente: elaboración propia

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Desde la fenomenología y basado en la metodología de la investigación cualitativa de esta investigación, se eligió una combinación de técnicas para la recolección de la información, la entrevista a profundidad técnica dirigida solamente a estudiantes, donde se pretende recolectar la información suficiente para develar las percepciones de los estudiantes sobre la integración de IAgén, junto a la discusión colectiva mencionada por diversos autores como la entrevista grupal, que solo está dirigida a los docentes, aplicada a través de un guion de preguntas recursivas que permitan agotar la temática entre los docente sobre el objeto de estudio, con el fin de triangular

técnicas al final de la etapa de recolección de la información, estrategia ampliamente sustentada en la literatura de metodología de la investigación, que permite una inmersión más profunda y crítica en el fenómeno de estudio, a la vez de permitir una comprensión más holística y contextualizada, donde a partir de cada una de las partes que aportan las diferentes técnicas se crea un todo diferente, desde la complejidad de las interacciones y particularidades invisibles a una sola técnica, pero que se manifiestan cuando se combinan cada una de estas partes.

De manera complementaria se encuentra la entrevista a profundidad y la discusión colectiva, que permite recopilar información relevante para comprender desde las perspectivas de los participantes, sus experiencias y significados el fenómeno de estudio, a nivel particular y a nivel grupal, según (Flick, 2014), estas dos técnicas en combinación permiten desarrollar discursos sobre el fenómeno de estudio más profundos partiendo de la reflexión individual, hacia las reflexiones colectivas del grupo, en donde se pueden identificar patrones y aspectos emergentes de las interacciones entre participante y contexto.

De manera particular la discusión colectiva, se llevará a cabo mediante la composición de un grupo de 3 docentes del área de matemáticas, seleccionados con base en características relevantes para el estudio, ser docentes del área de matemáticas y emplear o tener conocimiento o práctica de integración de la IAgen en el desarrollo del proceso educativo en el área de matemáticas, basado en lo propuesto por (Patton, 2015). donde la homogeneidad en conocimiento sobre el objeto de estudio es un factor relevante para facilitar la discusión, y mejorar la profundidad sobre el tema sin perder la diversidad de las diferentes experiencias y conocimientos, heterogeneidad necesaria para enriquecer la discusión desde diversas perspectivas.

Guiadas por un moderador capacitado y experto en el tema objeto de estudio de la investigación, con la función de guiar la discusión utilizando una serie de preguntas abiertas, asegurar que todos los participantes tengan la oportunidad de hablar, mantener el enfoque en el tema, llevando a profundidad el tema, gestionando la dinámica del grupo como indica y propone (Krueger & Casey, 2015), además debe ser orientado por un guión de la discusión, que debe asegurar la fluidez de la discusión, dándole uso al guión o de tal forma que se cubra la cobertura del área de interés para la investigación como menciona (Creswell & Poth, 2018).

Usadas las tres técnicas de recolección de información, se aplicará la triangulación de métodos, para corroborar los hallazgos, aportados por cada una de las técnicas aplicadas, la

triangulación de métodos según (Denzin, 2009, p.329), es un procedimiento que aumenta la validez de los resultados, permitiendo disminuir las discrepancias y sesgos propios de cada de las técnicas aplicadas de manera individual, por medio de la contratación de la información proveniente de los participantes como individuos, como grupo y desde la perspectiva del investigador dentro del fenómeno de estudio.

Técnicas y análisis de la información

De acuerdo a las técnicas de recolección de la información, se implementan técnicas de análisis de la información, en ese orden de ideas esta investigación tomó como técnicas de recolección de la información, la observación participante, la entrevista a profundidad y la entrevista grupal, las cuales demanda de técnicas de análisis como, el análisis de contenido, el análisis temático, el análisis narrativo, y el análisis conversacional.

Para Mayring (2000, p.2), el análisis de contenido corresponde a una técnica ampliamente usada en las investigaciones cualitativas dentro de las ciencias sociales, que permite a través de la información recolectada, detectar patrones, temas, categorías y códigos, es una técnica usada frecuentemente en el tratamiento de información proveniente de las entrevistas y notas de campo, el análisis de contenido debe hacerse de manera sistemático permitiendo convertir los datos cualitativos en datos cuantitativos, facilitando la contratación de la información y generalizando los resultados, por otra parte para (Braun & Clarke, 2006), el análisis temático, otra de las técnicas usadas en este estudio, se enfoca en detectar e identificar los temas que surgen de la información captadas mediante las tres diferentes técnicas, de forma explícita o implícita, de acuerdo las percepciones que tienen los actores de la investigación referente al fenómeno de estudio.

De igual forma (Riessman, 2008), hace un aporte al análisis narrativo desde su perspectiva de las historias de vida, como construcciones sociales que muestran la identidad y formas en que las personas dan sentido al desarrollo de sus vidas, desde este punto de vista esta técnica de análisis, permite vislumbrar las experiencias de vida de los participantes de la investigación, además, de entender como los participantes comunican sus historias, bajo una comprensión profunda de sus experiencias subjetivas, por último la técnica de análisis conversacional, permite entender la interacción social, los patrones de conversación, las estructuras discursivas y los significados que se generan tras las interacciones según Sacks *et al.*(1974, p.696).

Para esta investigación se usa el software de análisis ATLAS.ti que permite realizar análisis temáticos, de redes y de discurso, tras la gestión de la información, la codificación, y la categorización, donde las reglas de las codificaciones las aporta el investigador bajo su criterio, las relaciones también provienen de parte del investigador quien las establece entre entidades, categorías y temas. Lo que convierte a la herramienta en una herramienta flexible de acuerdo a la habilidad del investigador, quien según Alvesson & Sköldbberg (2018), debe tener una reflexión profunda antes de establecer cualquier análisis, y entender que él tiene un papel que puede influir en la interpretación de los datos, por ende, debe despojarse de cualquier preconceito a través de la reflexión como investigador, para hacer de la herramienta un medio eficiente y rigurosa con el análisis de la información.

Una de las partes más importantes para el análisis de la información son la definición de las categorías de la investigación, que pueden definirse antes o durante la investigación, estas desempeñan un papel relevante, según Cisterna. (2005, p.61), los investigadores tienen la responsabilidad de definir cuidadosamente las categorías y distinguirlas de las subcategorías, donde las categorías representan al fenómeno de estudio en sí y las subcategorías lo detallan a niveles más profundos y específicos, permitiendo al investigador organizar y analizar de manera eficiente y eficaz los hallazgos. Las categorías pueden ser de tipo transcendentales si son conceptos objetivantes o de tipo emergente si corresponden a conceptos sensibilizantes.

Teorización y rigor científico

Teorización

Ya desde (Gadamer, 2007), se buscaba la correcta interpretación de lo comprendido, más allá de las instancias científicas en la construcción del conocimiento se tiene la experiencia humana en el mundo, las experiencias de la filosofía, la experiencia del arte, y la experiencia por la misma historia, guiadas por lo minucioso de la descripción fenomenológica, por ende interpretando a Gadamer debe existir una mediación, un dialogo no neutral entre el investigador y objeto de estudio, con prejuicios y preconcepciones del investigador denominado “horizonte” que permita comprender más a fondo el fenómeno estudiado, en esta relación definida por Gadamer tanto el investigador como el objeto influyen uno sobre el otro, llevando a afirmar que el fenómeno de estudio está determinado por su contexto histórico por las relaciones entre los actores del estudio,

en donde el conocimiento no es una transcripción única y fiel de lo que se considera realidad, sino una construcción social y cultural.

En el mismo orden de ideas, toda investigación cualitativa implica ir más allá de la realidad aportada por el método científico, no basta con las descripciones del fenómeno de estudio, de establecer las relaciones y significados subyacentes, si no de trascender más allá y generar conocimiento único y nuevo basado en la experiencia de los actores de la investigación, tal como lo define Strauss & Corbin (1990), la teorización es un método sistemático de generar conocimiento nuevo y original a partir de datos empíricos.

Partiendo de lo anterior esta investigación genera una comprensión más profunda de la construcción del conocimiento a partir de la integración de la IAGen en los procesos de la educación matemática, reflexionando desde las experiencias de los estudiantes y docentes que interaccionan con el objeto de estudio, para construir un constructo que brinde una mayor comprensión del fenómeno.

Rigor científico

El rigor científico, dota a toda investigación de credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad, según (Lincoln & Guba, 1985), es necesario la confianza en los hallazgos de la investigación, por ello estos deben provenir de una sistematización y un marco teórico y metodológico sólido, que permitan generalizar los resultados en otros contextos bajo condiciones similares, manteniendo consistencias en la información recolectada, de tal forma que se llegue a hallazgos similares por parte de otros investigadores.

Esta investigación enmarcada en el método fenomenológico hermenéutico desde un paradigma interpretativo, plantea unos desafíos específicos referentes a la garantía y el rigor científico, en los aspectos de neutralidad, veracidad, consistencia, aplicabilidad, aunque estos aspectos son relevantes, la naturaleza de la investigación y su enfoque que busca la transformación social prioriza dimensiones más allá de la objetividad y la generalización, sin embargo, debe mantener el rigor metodológico en la estructuración de la investigación, partiendo de los objetivos marcados que emergen de la formulación del planteamiento del problema, problema que debe estar sustentado ampliamente por una base sólida teórica, y debe develar la necesidad de profundizar en el mismo para comprender nuevos aspectos o profundizar en el.

Para esta investigación prevalece la concepción de rigor científico bajo los procesos dialógicos y colaborativos, que buscan incidir en las dimensiones como relevancia social, buscando conocimiento transformador de la sociedad, la participación activa, los participantes aportan a la construcción del conocimiento por la interacción con el fenómeno de estudio, la reflexión crítica, el investigador o participantes reflexionan sobre sus valores, supuestos, prácticas y relaciones con el objeto de estudio, la emancipación, el empoderamiento de cada uno de los participantes para hacer de sus contextos sociales espacios más justos y equitativos y la validez dialógica, donde el conocimiento se construye entre el continuo dialogo entre el investigador y los participantes de la investigación, evaluando constantemente los hallazgos para validar su relevancia y significado en la investigación.

SECCIÓN IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para este capítulo IV de investigación se presenta la interpretación de los datos cualitativos, erigiéndose como el eje central de la investigación y constituyéndose como el núcleo empírico de la misma, donde todo el cuerpo de los datos obtenidos bajo la experiencia vivida por estudiantes y docentes frente al objeto de investigación, reconocido como la integración de la IAgén en la educación matemática, se someten a la rigurosidad del proceso de análisis e interpretación.

Desde una perspectiva epistemológica enmarcada en el paradigma interpretativo, donde no se busca una verdad objetiva, pues se reconoce las realidades particulares de cada uno de los actores del proceso educativo, para efectos de este estudio los estudiantes y docentes, con la comprensión profunda de la realidad tal como es vivida y construida por cada uno de los participantes. El enfoque fenomenológico-hermenéutico nos encamina a ir más allá de la mera descripción para desentrañar los significados esenciales y las estructuras subyacentes que dan forma a la experiencia de los estudiantes y docentes en torno a la educación matemática que integra la IAgén.

La elección de los instrumentos de recolección de información, la entrevista a profundidad aplicada a los estudiantes y las discusiones colectivas con expertos como instrumentos de recolección de datos no fue fortuita, si no que se basa en la planeación del investigador, al concatenar las percepciones de los dos actores relevantes dentro del aula de clase. Estos métodos, en su complementariedad, han generado un cuerpo de conocimiento rico y multifacético.

Por un lado, las entrevistas individuales han permitido acceder a la voz singular del estudiante, revelando sus vivencias, emociones y percepciones personales, donde han expresado la realidad que perciben y de cierta forma el anhelo o expectativas que tienen frente a la IAgén en la educación matemática. Por otro lado, las discusiones con los expertos han servido como un dispositivo de triangulación y contextualización, ofreciendo una perspectiva colectiva y

profesional que enriquece la interpretación de los datos primarios. Este proceso se alinea con la premisa de que la comprensión es un acto dialógico y que el conocimiento se co-construye a través de la interacción entre diferentes perspectivas (Gadamer, 1960).

El análisis, por tanto, no se ha realizado como un proceso lineal o meramente técnico, sino como un proceso iterativo y reflexivo por parte del investigador. Quien se ha guiado por la tradición de la hermenéutica fenomenológica, donde se busca sumergirse en los datos, buscando no solo lo que se dice, sino también cómo se dice, encontrando cada tono, cada pausa en el relato de los informantes para reflexionar sobre su vivencia, tratando de encontrar lo que significa su contexto vivido.

Por lo tanto, validando la experiencia única y propia de cada informante. El objetivo final es la "iluminación" del fenómeno (Heidegger, 1962), que permite el surgimiento de la esencia de la experiencia a través de un riguroso y metodológico proceso propuesto por (Hernández-Sampieri, 2014), este apartado es el resultado de un sistema de análisis cualitativo que trasciende de una manera sistemáticamente, desde la organización de datos hacia la codificación, permitiendo que los patrones emerjan genuinamente de los participantes, por procesos de decantación y tematización, seguido de los pasos de categorización, estructuración, contrastación y teorización.

Las fases de análisis de la información recolectada en los dos instrumentos se estructuran en etapas interconectadas, con una naturaleza cíclica propia del enfoque fenomenológico hermenéutico, donde cada uno de los pasos se funda en bases sólidas metodológicas, buscando mantener la rigurosidad y la credibilidad de los hallazgos emanados de los instrumentos aplicados y la reflexión del autor sobre estos.

La primera fase se constituyó como la familiarización y la transcripción de las entrevistas, con una inmersión total en el corpus de datos, conociendo el tono, las pausas y el modo que cada informante aportó a dicho instrumento, yendo más allá de las palabras. Las grabaciones de las entrevistas y discusiones colectivas fueron transcritas de manera literal, respetando las expresiones propias de cada uno de los informantes, su retórica, sus tecnicismos o el mismo lenguaje más coloquial pero cargado de información rica en apreciaciones.

Este proceso inicial, lejos de ser un simple acto mecánico, fue un acto de escucha fenomenológica según (Giorgi, 2009) que lo describe como un acto de apertura radical y

disciplinada donde el fenómeno se revele a sí mismo, desde la perspectiva del sujeto, evitando cualquier interferencia, ruido explicativo externo. Lo que permitió al investigador comenzar a familiarizarse con la voz de los participantes y a captar el ritmo y la cadencia de sus vivencias. La transcripción se convirtió en el primer paso para la reducción fenomenológica, donde se puso entre paréntesis las nociones preconcebidas para permitir que los datos hablaran por sí mismos, tal cual como lo se propone en la escucha fenomenológica.

la segunda fase, la fase concebida como la fase de codificación y reducción, se realiza después de la transcripción y la adaptación a cada uno de los tonos de cada informante, por medio de una lectura flotante y reiterada de los dos instrumentos de investigación, identificando las unidades de significado como las menciona (Giorgi,2009), unidades que a través de frases precisas expresan de forma completa la visión y los significados del objeto de estudio para cada uno de los informantes. Con el paso siguiente, como lo expone Strauss & Corbin (1990) de la codificación abierta y coaxial, generando códigos ajustados a cada uno de los datos aportados por los informantes de manera literal.

Bajo la perspectiva de (Miguélez, 2004), este paso trasciende la descripción para configurarse como un ejercicio de categorización y estructuración, que permite visualizar y ejecutar la agrupación de códigos en grupos de significados cercanos, que se exponen en esta investigación como categorías y subcategorías, evidenciando las relaciones entre cada una de las unidades temáticas ya codificadas de los diferentes informantes. Que apunta a la tematización, descubriendo la esencia de los significados, las vivencias de los informantes, describiendo e interpretando de forma profunda, muy fundamentada, la esencia del fenómeno de estudio en su contexto y su historicidad (hermenéutica) tal como lo expresa Van Manen (1990).

La tercera fase y más crítica, el investigador la considera como la interpretación hermenéutica, después de encontrar la profundidad del significado de la experiencia vivida por estudiantes y docentes en la integración de la IAGen en la educación matemática, acudiendo a la descripción detallada, se hace la interpretación rigurosa de estas experiencias bajo el criterio del investigador desligado de cualquier preconceito. Presentando las categorías y subcategorías emergentes de forma integrada en una síntesis coherente, moviéndose a lo definido por (Gadamer, 1989) como un círculo hermenéutico, donde la comprensión de cada una de las partes definidas en la investigación como códigos, da forma a la comprensión del todo, a partir de las categorías y el

fenómeno de estudio como tal, y la comprensión del todo, a su vez, da forma a la interpretación de las partes.

Los hallazgos se contrastaron con la literatura teórica expuesta en esta investigación, buscando puntos de convergencia, divergencia y nuevas comprensiones, no solo esto si no a su vez por medio de la triangulación se pudo comparar las respuestas de los grupos de informantes, docentes y estudiantes junto a la visión e interpretación del fenómeno por parte del investigador, (Guba&Lincon,1985) proponen la triangulación como un criterio de rigor para fortalecer la credibilidad de los hallazgos. (Denzin, 2009, p.329), uno de los principales teóricos de la triangulación, refuerza la visión de la triangulación como base de credibilidad acudiendo a la triangulación de datos, como también lo refuerza (Miguélez, 2004) quien denomina este proceso como la de teorización, donde la convergencia y divergencia de los discursos facilita la comprensión del todo partiendo de las interconexiones de sus partes de manera holística.

Con apoyo de software como Atlas.ti. se organizaron todas las partes, por último, en esta fase definida por varios autores como la fase de la iluminación, donde el investigador, a través de una reflexión profunda, da voz a la esencia de la experiencia vivida, revelando los significados profundos y las implicaciones educativas que de este estudio surgen, siempre en el marco de la rigurosidad científica bajo los criterios de (Hernández-Sampieri, 2014) en dependencia, credibilidad, transferencia y la confirmabilidad.

Definición operacional de los códigos

Como requisito de rigor científico, y dando camino a la fase I y II mencionadas en la introducción de este capítulo, es necesario establecer las definiciones operacionales, para la conceptualización del fenómeno de estudio, base para la transparencia de los hallazgos aquí plasmados, los códigos a continuación mencionados, son a posteriori, surgen de la lectura profunda de los resultados obtenidos por medio de los instrumentos de recolección de información, emergen de las voces de los participantes.

Súper código: IAgén

Código: Loro Estocástico

Los informantes definen la naturaleza de la IAgén, no como un ente que piensa, sino como una red de probabilidades de lenguaje que enlaza lo que denominan tokens partes de palabras o

palabras basándose en pesos estadísticos preestablecido por un proceso de entrenamiento de la IAgén, que no tiene comprensión semántica real del contenido matemático o educativo. Lo que dota de una naturaleza mecánica y simulada de la respuesta. se citan en: “Son simplemente aparatos que, a través de probabilidades, de pesos probabilísticos, enlazan un montón de palabras... y da una respuesta bastante ajustada”; “Es solamente un Loro Estocástico”.

Código: Generador de Contextos

Para los informantes claves docentes existe una funcionalidad de la IAgén muy valorada y es la posibilidad de tener una extensión cognitiva que permite crear escenarios, situaciones problema o aplicaciones prácticas, para conceptos matemáticos abstractos, supliendo la falta de tiempo o el "bagaje del docente", ya que para ellos la IAgén posee información muy amplia que permite extender la aplicabilidad de algunos conceptos matemáticos, se citan en: “El problema de la matemática es que la matemática sin contexto no es nada... yo a la IAgén sí le puedo pedir que me genere contextos”; y en “Ayuda a enriquecer generando diferentes contextos de aplicación de los conceptos... el bagaje que uno tiene limita... pero es muy buena para ayudar a enriquecer”

Código: Doxa vs. Episteme

Para los informantes expertos, hay una distinción fenomenológica crítica entre los datos externos procesados y almacenados por la IAgén, definidos por ellos como solo información basta o Doxa y las estructuras lógicas internas interiorizadas por el estudiante, lo que conciben como conocimiento o Episteme. Donde para ellos la IAgén provee lo primero, y el estudiante en compañía del docente debe construir lo segundo. Citados en: “Lo que usted tiene afuera es información... el conocimiento es las estructuras lógicas y metacognitivas que tenga el cerebro”; agregando “Lo que está en las bibliotecas... no es conocimiento, es información. Lo que está en su cabeza... ese sí es conocimiento”.

Súper código: El Riesgo/Potencial

Código: Dependencia Cognitiva (Zángano)

Según los informantes es un punto de atrofia intelectual donde la estudiante renuncia a su agencia epistémica, cediendo este rol a la IAgén acepta toda información como verdad absoluta, convirtiéndose el estudiante en un operador pasivo ("zángano"), con un nulo desarrollo del

pensamiento crítico. Se citan en: “Que no sea una herramienta, sino que ya sea un modelo de dependencia en el que usted no desarrolle pensamiento crítico”; y en “Se va a convertir en un zángano de la inteligencia artificial, el estudiante se reduce a un 'zángano' al del algoritmo”.

Código: Tutor Personalizado

Para los informantes estudiantes actualmente la IAgén funge como un acompañante educativo capaz de adaptar explicaciones de acuerdo a sus experiencias, al ofrecer retroalimentación paso a paso y ajustar el nivel de complejidad, escenario donde el docente no siempre puede llegar individualmente debido a la complejidad y la pluralidad de las aulas. Es citado en: “Pienso que es como un tutor personal para cada persona”; además de “Nos ayuda a que sea un poco más personalizado el aprendizaje, nos explica, respecto al nivel y a la forma de aprendizaje de cada estudiante”.

Código: Validación del Error

En coexistencia entre los dos grupos de informantes, surge una práctica pedagógica activa donde el estudiante o docente utiliza actualmente los errores o alucinaciones de la IAgén, en gran medida por errores de prompt como objeto de estudio para fortalecer el criterio propio, al detectar y corregir las fallas, lo que implica contrastar la respuesta de la IAgén con el conocimiento propio del estudiante o docente tratando de asegurar la veracidad en pro del conocimiento verdadero. Como se cita en: “utilicé la inteligencia artificial como un lugar para corroborar las respuestas, y si yo tenía un error o la IAgén tenía un error, eso nos ayudaba a ambos” en la voz de un estudiante, o “hacer validación de lo que me está mostrando el producto de la IAgén, si no, estoy siendo esclavo de la IAgén” voz de uno de los docentes informantes.

Súper código: El Imperativo Pedagógico

Código: Validación Face-to-Face

En el grupo de docentes emana un término como mecanismo de resistencia y verificación ontológica indispensable en la era de la IAgén, y es la validación Face-to-Face, haciendo alusión al encuentro presencial indispensable del docente con el estudiante, para garantizar la interiorización real del conocimiento por parte del estudiante, a través de métodos más tradicionales, permitiendo aclarar el proceso educativo entre la posesión de información Doxa y el

aprendizaje real e interiorización del conocimiento episteme, como se cita en: “Es en el contacto directo y de manera física en el Face to Face con el estudiante en la clase, no hay otra, es el punto donde el estudiante me demuestra que es lo que tiene en la cabeza”.

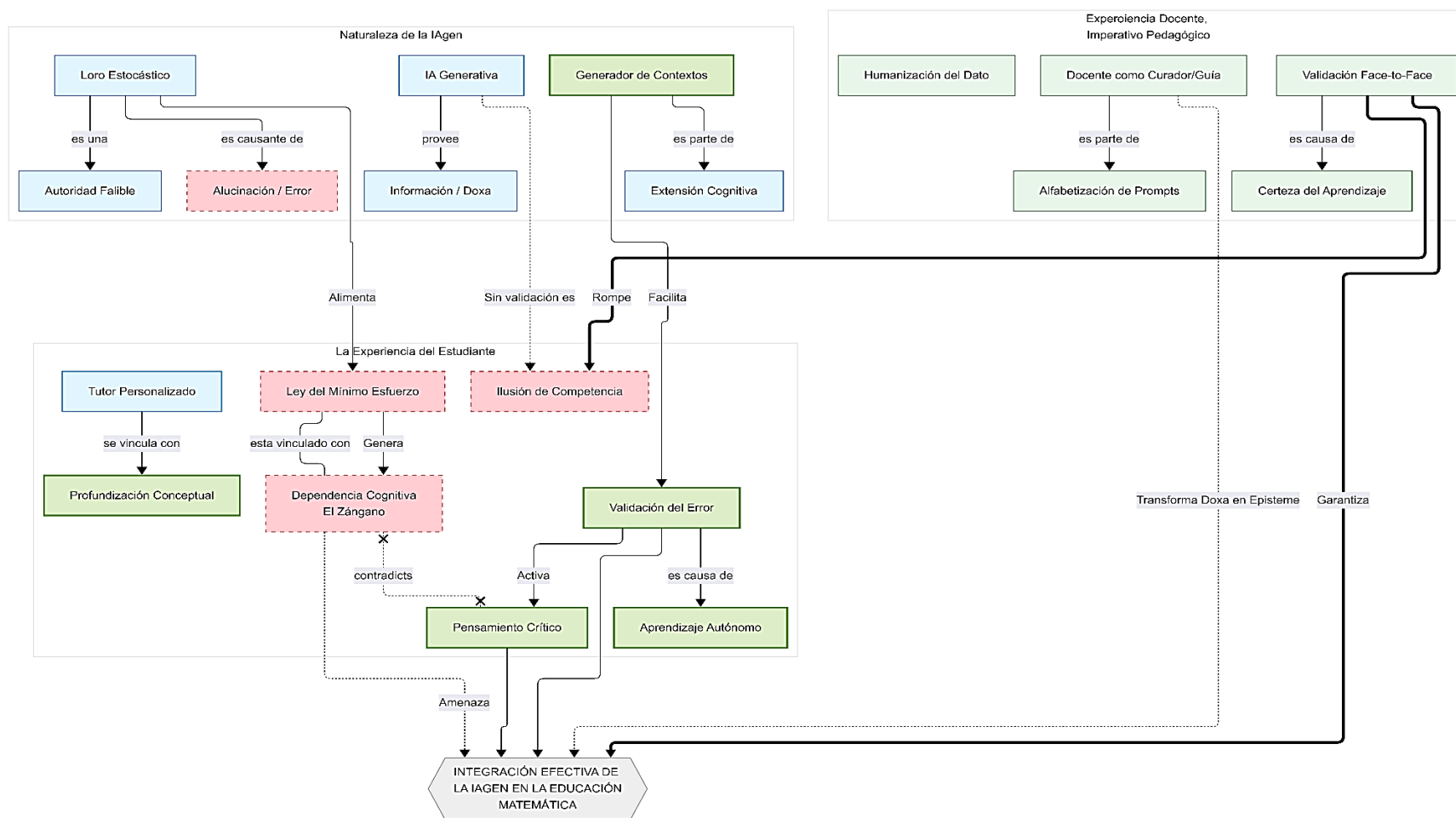
Código: Cognición Híbrida

Para algunos docentes informantes, la integración de la IAgén en la educación matemática, trae de forma inherente un nuevo modelo educativo donde el aprendizaje ocurre en la simbiosis entre la capacidad de IAgén para procesar información y la capacidad de del estudiante o docente para emitir un juicio que convierta la información en conocimiento, de modo que se redistribuyan tareas cognitivas para potenciar el modelo de educación y los procesos de enseñanza aprendizaje, los informantes lo expresaron como: “el Principio de cognición distribuida del pensamiento híbrido, en donde el conocimiento se construye en una red de interacciones entre el estudiante, el docente y la IAgén”, de tal manera que según los informantes la IAgén “provee el procesamiento y el humano provee la intención y el juicio”.

Red semántica y dinámica ontológica según las voces de los informantes

Figura 2

Red semántica



Elaboración propia

Interpretación hermenéutica de la red semántica

Como agregado a la presentación de los resultados, se presenta la red semántica de los instrumentos de recolección de información, visualizando la red a través del software ATLAS.Ti, en el cual se pudo observar las siguientes estructuras:

Primero una estructura doble, entre la suma de IAgén asumido como “Loro estocástico” más lo que los informantes denominan “ley del mínimo esfuerzo”, esta estructura como se visualiza en la ilustración es un riesgo potencial, que conlleva a la dependencia cognitiva, advertida por los informantes, en múltiples momentos, lo que se puede entender como la renuncia del estudiante a la condición de sujeto pensante, validando toda información emanada por la IAgén sin ningún filtro ni sentido crítico, lo cual deja el juicio de la verdad a la IAgén, siendo esto un riesgo enorme de atrofia a los procesos de aprendizaje y enseñanza, con una consecuencia fatalista sobre la educación matemática, convirtiendo al estudiante en lo que los docentes informantes mencionaron como “zángano al servicio del algoritmo”.

Como segunda estructura se observa un bucle virtuoso donde entre los que los docentes mencionaron como “generador de Contextos” más una de las expresiones que emanaron de los estudiantes informantes y es en sus palabras la “validación del error”, lo cual crea un ambiente propicio y con potencial para desarrollar el pensamiento crítico, como se presenta en la ilustración de la red semántica. Aquí, el error no es un fallo, sino el mecanismo ontológico que obliga al estudiante a “despertar” y verificar a la máquina, también es evidente en la red que es la antítesis de lo mencionado como el zángano virtual, y un posible seguro ante este riesgo.

Como tercera estructura, se evidencia en la red semántica que la suma de la validación “Face-to-Face” más la “ilusión de competencia” tiene una relación especial, y es que la primera rompe con la otra, generada por el uso de la IAgén sin validación, por tanto, es claro en los resultados de los instrumentos a través de la red semántica que la validación “Face-to-Face” debe aparecer como el mediador obligatorio entre la relación Estudiante-IAgén-Docente. Sin este nodo, la red colapsa hacia la atrofia cognitiva y el rol del estudiante como “zángano cognitivo”. En las voces de los informantes de manera literal esto se expresa como: “la IAgén extiende el acceso a contextos de manera rápida”, sin embargo, es necesario la mediación del estudiante desde un

sentido crítico que asegure el verdadero, mencionado en los instrumentos como la verdad, la episteme.

Como conclusión a esta red, los resultados de los instrumentos revelan que la IAgén es percibida simultáneamente como un "Tutor Infatigable" por parte de los estudiantes, y una "Apoyo Cognitivo" como potencial por parte de los docentes y algunos estudiantes, pues no se percibió consenso en los estudiantes sobre este rol de la IAgén como apoyo. La red semántica demuestra que para inclinar la balanza no se debe enfocar en la tecnología en sí, sino la actitud de validación tanto de los estudiantes como de los docentes, apoyado en lo mencionado como falibilismo, y es la no aceptación de una verdad absoluta, si no la creación de una verdad por parte de las demostraciones venideras.

Lo cual lleva a dos casos puntuales, el primero de ellos es si el estudiante acepta la respuesta de la IAgén como verdad absoluta, quedando en lo que los docentes mencionaron como información Doxa, la creencia en que se conoce, permitiendo la ocurrencia de la atrofia cognitiva que se advierte en esta red. Por otra parte, el segundo caso se da si el estudiante usa la IAgén para encontrar el error o contrastar su propio proceso, llevando al estudiante a la adquisición de conocimiento verdadero y justificado, en voz de los docentes la episteme, surgiendo un concepto relevante para esta investigación y es la cognición híbrida, en donde bajo la interpretación de estos resultados, la educación matemática deja de centrarse en calcular, ya que estas tareas o roles los puede asumir la IAgén de manera más rápida y efectiva, y pasa a centrarse en juzgar la validez de lo calculado, la realidad de la aplicabilidad y la validez de esta información para transformarse en conocimiento.

Matriz de Co-Ocurrencias

La siguiente tabla presenta la co-ocurrencia de los códigos más relevantes entre los instrumentos de investigación, en donde en las columnas se etiqueta las voces docentes, las voces los estudiantes, los hallazgos y las categorías, en las filas se etiquetan los códigos con mayor densidad semántica. Reforzando cada uno de ellos con citas extraídas textualmente de los instrumentos.

Tabla 3
matriz de co-ocurrencia

Súper Códigos (categoría)	Voces Docentes	Voces Estudiantes	Hallazgo fenomenológico por conjunción o disyunción
Ontología de la IAgén	Generador de Contextos “La IAgén me crea el contexto, generar contextos de aplicabilidad, el bagaje que uno tiene limita.” (NSRD001/ NSRD002/ NSRD004)	Tutor Personalizado “Es como un tutor personal para cada persona... nos explica paso a paso.” (NSRG101/ NSRG102)	Disyunción complementaria, el docente usa la IA para expandir el aula, crear problemas; el estudiante la usa para reducir la complejidad, entender explicaciones complejas.
Percepción del Riesgo	Dependencia cognitiva “El estudiante se reduce a un 'zángano' al servicio del algoritmo... se va a convertir en un alcahuete.” (NSRD001)	Ley del Mínimo Esfuerzo “Uno se vuelve muy dependiente, muy perezoso... por pereza, simplemente pidan la respuesta.” (NSRG111/ NSRG112)	Convergencia, La responsabilidad donde el docente ve el riesgo como una amenaza sistémica, mientras que el estudiante lo ve como una tentación moral guiado por la actitud del mismo.
Validación	Validación Face-to- Face “Es en el contacto directo... en el face to face... es lo único que	Verificación Procedimental “Verifiqué las respuestas... pedir el proceso completo y	Disyunción complementaria, la verdad para el docente se verifica en la presencia humana; para el

	tenemos de blindaje.” (NSRD001)	comparar cada parte.” (NSRG101/ NSRG112)	estudiante, la verdad se verifica en la lógica del procedimiento incluso usando la IAgén para verificar como expresan literalmente.
Naturaleza del Error	Doxa vs. Episteme “Lo que está en la base de datos es información, basta y extensa, lo que está en su cabeza es conocimiento.” (NSRD001/ NSRD003)	Validación del Error “Si yo tenía un error o la IAgén tenía un error, eso nos ayudaba a ambos.” (NSRG102/ NSRG103)	Oportunidad didáctica, ambos grupos convergen en que el error de la IAgén deja de ser un fallo técnico y se vuelve una oportunidad pedagógica.

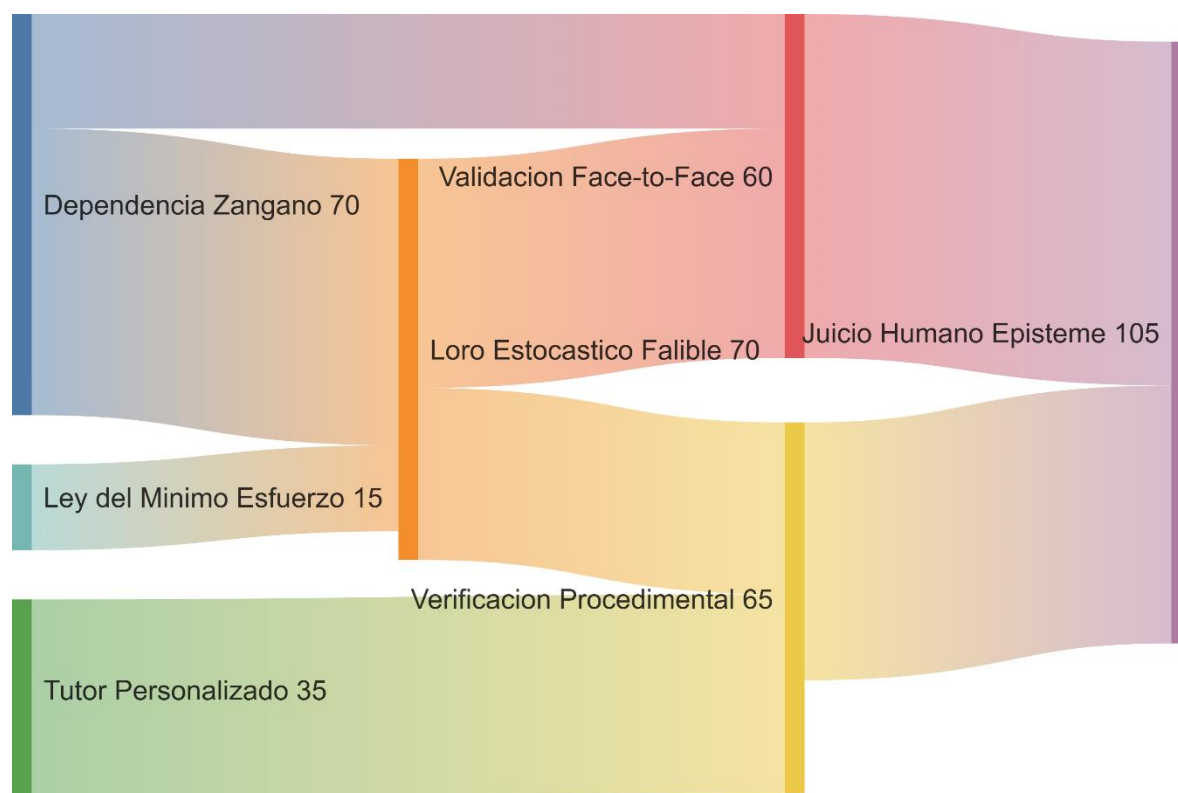
Fuente: elaboración propia

Analizando la tabla, se evidencia que para los docentes la IAgén se puede presentar como una amenaza con potencial de vaciar de sentido el aprendizaje de los estudiantes si estos no desarrollan un sentido crítico y dejan el peso cognitivo a la máquina, ellos, expresan por lo tanto, que se requiere de forma imperativa el espacio físico como garante del aprendizaje real sin desconocer la existencia como andamiaje de la IAgén, por otra parte no necesariamente en contradicción si no como complemento del acercamiento a la integración de la IAgén, los estudiantes presentan la IAgén como apoyo para llenar los vacíos de la enseñanza tradicional expresando que es como un tutor personal, además de mostrar algunos una voluntad para no caer en lo que ellos definen como pereza mental.

De la conjunción de criterios de estudiantes y docentes, expuestos, la tabla deja entrever una oportunidad pedagógica, que muestra una ruta donde no se busque prohibir la IAgén en el aula o como apoyo para las clases de matemáticas, sino cambiar el objeto de estudio, moviéndose del resultado simplemente a un juicio más crítico sobre el mismo, como lo cita el informante NSRD001: “El estudiante debe hacer validación, si no, estoy siendo esclavo”.

A continuación, se presenta un diagrama sankey basado en la matriz de co-ocurrencia presentada, representando visualmente la densidad de las relaciones entre las categorías emergentes, mostrando el flujo de los datos desde los informantes estudiantes y docentes hacia los códigos, permitiendo visualizar la convergencia de los códigos centrales, que apoyan el proceso de reducción hermenéutica.

Figura 3
Flujo y Densidad de la Experiencia (Diagrama de Sankey)



Fuente: elaboración propia

Como se observa en el diagrama Sankey, gran parte del discurso es sobre el riesgo, pero no termina abruptamente, mostrando que hay soluciones y oportunidades en el mismo. Trascendiendo a través de la comprensión de la IAgén y llegando a la necesidad imperativa de la validación, desde los estudiantes con la validación como corrección del error técnico, y desde los docentes en el encuentro presencial como garante de verdad y el aprendizaje real, lo que lleva a interpretar de manera hermenéutica que la educación matemática evoluciona hacia un modelo donde la IAgén se presenta como un agente que proporciona una extensión en el aula para

procesamiento de información dura, y el estudiantes y docente provee la intención y el juicio para la información produciendo el conocimiento. redefiniendo así el rol del estudiante de calculador a validador crítico de la verdad y el del docente como validador de esta.

Dando desarrollo a la fase III planteada en la introducción de este capítulo, y reforzando la consistencia de esta tesis doctoral, como se citó en (Denzin, 2009, p.329) quien expresa que la triangulación refuerza la credibilidad y el rigor de la tesis, se realiza una triangulación de categorías y objetivos. Las categorías dan solución a los objetivos planteados cada una de manera excluyente entre sí, y de manera exhaustiva de forma e individual, y de forma colectiva al objetivo general, dejando espacio para la teorización bajo categorías emergentes.

Triangulación de categorías y objetivos específicos

Tabla 4
triangulación de categorías y objetivos

Objetivo Específico	Categorías
O.E.1: Develar las percepciones de los docentes y estudiantes respecto a la inteligencia artificial generativa y su integración en la educación matemática.	Percepción sobre la IAgén Concepto de IAgén. Actitud hacia IAgén. Conocimiento IAgén.
O.E.2: Caracterizar la implementación de la Inteligencia Artificial generativa en los procesos de la educación matemática en monitoreo de la comprensión, ajustes de estrategias, pensamiento crítico, análisis de errores.	Uso y Rol Didáctico de la IAgén en la Educación Matemática Uso actual de IAgén. Experiencias de uso. Apoyo al aprendizaje. Estrategias de Ajuste y Manejo del Error con IAgén Manejo del error. Monitoreo comprensión. Ajuste estrategias.

O.E. 3: Definir las bases teóricas que sustentan la integración de la Inteligencia Artificial en la educación matemática.	Fundamentación Teórica para la Integración Fundamentación didáctica. Naturaleza del Objeto Matemático ante la IAgén Procesos de Aprendizaje y Abstracción Transposición y Contrato Didáctico Contexto, Equidad y Alfabetización
O.E. 4: Categorizar las implicaciones pedagógicas y didácticas emergentes del uso de la Inteligencia Artificial generativa en la educación matemática.	Impacto Pedagógicos percibidos Pensamiento vs. Respuesta. Autonomía y dependencia. Rol docente. Riesgos y oportunidades. Impacto pedagógico. Desafíos didácticos.
O.E. 5: Teorizar las bases conceptuales y categorías emergentes para la integración de la Inteligencia Artificial generativa en la educación matemática.	Validación Epistémica Crítica. Cognición Híbrida de Doble Vía Zángano Cognitivo Autoridad Falible Error Artificial Ilusión de Competencia Soberanía Cognitiva

Fuente: elaboración del investigador, 2025

A continuación, se presentan las categorías de análisis que estructuran la interpretación de los datos, apoyadas por tablas y gráficos, relacionando los fenómenos, los códigos, las subcategorías y las categorías, derivadas de la interpretación y análisis de la entrevista a

profundidad de los estudiantes y el grupo de discusión de los expertos en el área de matemáticas. El análisis se basa en la descripción fenomenológica según Van Manen (1990), utilizando las citas directas de los participantes para recrear sus experiencias y dar voz a sus vivencias bajo la comprensión e interpretación del investigador como lo sustenta (Gadamer, 1960).

SISTEMA DE CATEGORÍAS.

Tabla 5
Categorías

Categoría	Subcategoría	Fenómenos
Percepción sobre la IAgén	Conocimiento IAgén.	Conocimiento autodidacta por interés personal.
	Concepto de IAgén.	IA es herramienta funcional para tareas.
		Reconocimiento de diversas funcionalidades de IAgén
	Actitud hacia IAgén.	Actitud positiva por eficiencia y valor. Cautela por riesgos de mal uso/dependencia.
Uso y Rol Didáctico de la IAgén en la Educación Matemática	Uso actual de IAgén.	Uso principal en preparación del docente.
		Limitada interacción directa con estudiantes.
	Experiencias de uso.	IA verifica ejercicios y corrige errores.
		Tutor personal para temas complejos.
	Apoyo al	Aprendizaje personalizado, supera límites.

aprendizaje.		
Estrategias de Ajuste y Manejo del Error con IAgen	Manejo del error.	Retroalimentación formativa detallada del error.
	Monitoreo comprensión.	Monitoreo prioriza el contacto humano.
		IA genera errores para validación humana.
	Ajuste estrategias.	Asistencia para contextualizar conceptos abstractos.
		Refuerza conocimiento creando problemas similares.
Impacto Pedagógicos percibidos	Pensamiento vs. Respuesta.	Riesgo de atrofia del pensamiento crítico.
	Autonomía y dependencia.	Catalizador para estudiantes proactivos y activos.
		Temor a dependencia y pasividad estudiantil.
	Rol docente.	Docente pasa de transmisor a facilitador.
		IA optimiza tiempo del docente.
	Riesgos y oportunidades.	Riesgo de aumentar la desigualdad educativa.
		IA clave para el modelo educación híbrida.
	Desafíos didácticos.	Superación del reto de lo abstracto.
		Necesidad de alfabetización en la formulación de

prompts.

Fundamentación Teórica para la Integración	Naturaleza del Objeto Matemático ante la IA	Doxa vs. Episteme.
		La IAgen como Autoridad Falible
		Loro Estocástico
		Validación del Error
	Procesos de Aprendizaje y Abstracción	Cognición Distribuida y Pensamiento Híbrido
		ZDP y el "Tutor Personal
		Atrofia Cognitiva
		Estilos de Aprendizaje
	Transposición y Contrato Didáctico	Transposición Didáctica Asistida
		Ruptura del Contrato Didáctico
		Nuevas Metodologías
		Rol del Docente
	Contexto, Equidad y Alfabetización	Democratización del Conocimiento
		Alfabetización Crítica
		Ética y Globalización
		Brecha Cognitiva
Teorización IAgen.	Categoría emergente (Validación Epistémica Crítica)	Cognición Híbrida de Doble Vía
		Zángano Cognitivo
		Autoridad Falible
		Error Artificial
		Ilusión de Competencia
		Soberanía Cognitiva

Fuente: elaboración del investigador, 2025.

Síntesis resultados grupo de discusión y entrevista a profundidad

Mapa mental resultados grupo de discusión y entrevista a profundidad por categorías



Presentación y análisis de resultados por categoría

Percepciones sobre IAgén.

El análisis de las narrativas de los estudiantes y los docentes presentes en las entrevistas a profundidad, y el grupo de discusión, se desmarcan uno del otro como es evidente desde la perspectiva de uso, debido a su uso natural como herramienta de apoyo para realizar evaluaciones por parte de los docentes, así con el uso de la misma para resolver dichas evaluaciones o como apoyo para resolverlas por parte de los estudiantes.

Configurando el fenómeno de estudio como un fenómeno complejo, muchas partes intervienen, al igual desde el punto que se ve, puede dar diferentes facetas, por tanto, no se puede dar una definición unívoca de lo que es la IAgén por parte de los estudiantes y docentes, lo que deja entrever que la IAgén se experimenta como un constructo en formación, no definido, con tendencias al pragmatismo, dada su rapidez para resolver cuestiones de los procesos educativos superficiales o mecánicos, pero también tendiente a la reflexión educativa, en ambos casos con mucha cautela, por parte de la real adquisición de conocimiento, y en un sentido más profundo el desarrollo de las habilidades propias de un proceso educativo integral.

Esta categoría profundiza en todas las aristas de la percepción docente y estudiante de lo que es la IAgén, la esencia de lo que es la IAgén, el origen del uso de la misma en el proceso educativo para cada actor, su contexto de uso, no solo en el aula sino en otros espacios usados para el acto educativo, los conceptos de uso como herramienta por parte de estos dos actores, las actitudes desarrolladas por parte los actores por su uso y a la vez las expectativas que genera las aplicaciones futuras de la misma.

Conocimiento sobre IAgén

De acuerdo a la información extraída del grupo de discusión el conocimiento que los docentes poseen sobre la IAgén no emerge por algún lineamiento emanado por política educativa o directriz institucional, sino que se revela como un acto de curiosidad y necesidad individual de cada uno de los docentes por mantenerse actualizados respecto a las herramientas tecnológicas emergentes. Donde este fenómeno de autoformación define la proactividad de los docentes.

NSRD001 describe esta realidad de forma precisa cuando, admitiendo que apenas se está "empezando a familiarizar" y que esta exploración es por "interés propio". Deja ver en su narrativa un vacío institucional pues en sus respuestas se extrae que: "no hay una intención ni idea correcta desde el ministerio... la Secretaría de Educación tampoco, los colegios menos". En la misma línea NSRD002 utiliza una terminología similar, indicando que "he estado explorando diversas plataformas por mi cuenta". Dejando ver la naturaleza autodidacta que genera una paradoja. Por un lado, demuestra el interés innato del docente por la formación y actualización continua. Por otro, como señala NSRD004, crea una barrera para la implementación, ya que el docente siente que "primero, el maestro las domine" antes de presentarlas, una maestría que la falta de formación institucional dificulta alcanzar.

Lo expuesto por los docentes se contrapone a las ideas de (Hernández-Sampieri, 2014), donde el expone que la implementación de innovaciones en entornos sociales necesita de unos soportes organizacionales que permitan validar y sistematizar, tanto los procesos de análisis como el uso de los datos, esto en referencia al vacío institucional que se vislumbra en las voces de los docentes.

Por otra parte, extrayendo la información de la entrevista a profundidad se explora la familiaridad y el origen del conocimiento que los estudiantes tienen sobre estas herramientas tecnológicas, enfocado en el conocimiento previo sobre la IAgen, El discurso de los participantes revela que su conocimiento de la IAgen no es meramente teórico. La mayoría expresa en su narrativa un conocimiento práctico, derivado del uso directo y la exploración personal en su mayoría por necesidad propia.

El conocimiento se plasma a continuación donde NSRG111 expresa: "Sí, he trabajado con varias". De la misma manera NSRG112 dice: "Sí, he escuchado hablar de ellas y también las he utilizado". NSRG101 es específica en el conocimiento y uso: "Yo especialmente la uso en lo académico". Del mismo modo la estudiante NSRG102 "Y sí, en el ámbito de mi estudio la he usado para aprender diferentes temas. Lo cual muestra una familiaridad actual de los estudiantes sobre la IAgen, mostrándolos como receptores activos de la tecnología, que ya han integrado herramientas como ChatGPT, Gemini o Deepseek en sus prácticas de estudio tal como lo mencionaron en la entrevista a profundidad.

Concepto de IAgén: La herramienta funcional y humanizada.

El desarrollo del concepto de lo que es la IAgén entre los actores del proceso educativo está definido en un primer momento por la utilidad instantánea, tanto docentes como estudiantes definen la IAgén bajo la funcionalidad pragmática, conceptualizando la IAgén como una herramienta tecnológica que facilita algunas tareas de la educación, con la expectativa de la optimización de los procesos, lo que permite abordarse e ir de la mano de la teoría de la mediación de (Vigotsky, 1978), ya que hay una divergencia pragmática de docentes y estudiantes sobre la IAgén generando la necesidad de un diálogo hermenéutico que unifique estas visiones hacia un solo punto, que es la mira del proceso educativo integral.

Este concepto se evidencia en la voz de la informante NSRG111, quien la describe como una herramienta tecnológica de apoyo al proceso educativo: "La idea que tengo de ella es que es una herramienta, o más que una herramienta, que nos ayuda en nuestro día a día a hacer las cosas que queremos, en el contexto académico."

Donde la expresión del informante "o más que una herramienta" da un valor interpretativo, desde la hermenéutica permite comprender el significado de lo que es la IAgén en el contexto de la educación, dicha expresión matiza el propósito de la IAgén, deja de ser solamente funcional en el ámbito netamente informativo, y salta a una posición que se interpreta como un asistente o facilitador dinámico del quehacer académico, percepción reforzada por el informante NSRG101 quien expresa: "La inteligencia artificial generativa es una herramienta que, de una u otra manera, nos ayuda tanto en lo académico como en los diferentes ámbitos que experimentamos", este comportamiento va muy en línea con la teoría del aprendizaje significativo de (Ausubel, 1968) la cual propone que el aprendizaje ocurre cuando el sujeto encuentra una utilidad real y una conexión con sus necesidades inmediatas como lo expresa el estudiante cuando acude a uso en diferentes ámbitos.

Sin embargo, este concepto del informante NSRG111 coexiste con el concepto desarrollado por el informante NSRG112, quien reconoce la complejidad y la sofisticación que puede haber detrás de las respuestas y aportes de la IAgén, esto sin desconocer los procesos estocásticos de manera intuitiva y definiéndola como una herramienta dinámica, que rosa las cualidades relacionales de sus respuestas, según NSRG112: "Pues tienen como distintas formas de

responder, unas de una manera más humanizada que otras, pero sí se nota que es como muy información sacada de algo ya previamente ingresado a esa IAgen como que copy-paste. Hay unas que son más didácticas, que le dan a uno más como una lección, hay otras que son más concretas, que solo le responden a la pregunta que uno le hace."

La definición por parte de este último informante sobre las respuestas "humanizadas" demuestra que para él la IAgen trasciende la simple ejecución de tareas superficiales, atribuyéndole a la IAgen capacidades de interacción más avanzadas que tecnologías anteriores, al reconocer como "más didácticas", lo que dispone de una forma diferente al usuario frente a esta tecnología.

Por otra parte, el informante NSRG102 define la IAgen como herramienta esencial, dota a la IAgen como un ente imprescindible para la educación actual, lo cual eleva más el rol de la IAgen: "La inteligencia artificial para mí es una herramienta esencial que se puede aprovechar mucho para aprender diferentes temas en el ámbito de las matemáticas"

Por parte de los docentes la conceptualización de la IAgen tiende a la práctica profesional del educador, donde el concepto se acerca a la de asistente profesional que puede operar en un segundo plano, con una visión muy marcada en lo instrumental, tal como se manifiesta en la voz del informante NSRD004 quien expresa el uso de la IAgen indirectamente en el proceso educativo:

"para enriquecer mi trabajo como docente, para organizar mi material de trabajo... pero para llevarlas al aula de clase y que los estudiantes las utilicen, no"

Lo cual marca una línea clara de concepto de la IAgen como una herramienta que se usa como apoyo profesional al quehacer docente, pero desde un segundo plano, lo cual es reforzado en la voz del docente informante NSRD003 quien expone la IAgen como un agente, que puede desde "bastidores" generar instrumentos de evaluación:

"sobre todo para lo que tiene que ver con la generación de instrumentos de evaluación como una herramienta de apoyo... dándole uso a IAgen como Cloud, Gemini y DeepSeek en la preparación de material".

Desde un sentido interpretativo, lo expuesto por los docentes, revela la cautela de los mismos, donde conciben la IAgen como una herramienta de apoyo, pero con bastantes errores

como los expresa el informe NSRD0003, debido al poco dominio de los mismos sobre la nueva tecnología, o bien por los mismos errores inherentes de la IAgén, llevando al docente a trabajar en lo que se podría definir como una zona de experimentación, sin exponer a los estudiantes a posibles riesgos pedagógicos, lo que asegura el aprovechamiento óptimo de esta herramienta según los docentes, dicha interpretación va de la mano por lo expuesto por (Miguélez, 2004), quien expresa la realidad cualitativa no es un dato externo y estático, por el contrario tiene una estructura de sentido que se construye partiendo de lo que él define como el mundo vital (*Lebenswelt*), perteneciente a los sujetos.

Actitud hacia la IAgén

La actitud de los docentes se enmarca en la experiencia de cada uno de ellos, con dos estados u actitudes hacia la IAgén, donde no se definen por una tendencia completamente optimista, pero tampoco se definen como luditas que rechazan de plano las tecnologías en el proceso educativo, mostrando una tensión constante entre el potencial revolucionario de la herramienta y el riesgo existencial que perciben para el aprendizaje auténtico y vivencial del estudiante en el aula de clase o los espacios de la educación.

Algunos docentes en su calidad de informantes claves, identifican la IAgén como una solución a uno de sus mayores desafíos didácticos la falta de "bagaje" para la "generación de los contextos". Tal como lo expresa el informante NSRD001 donde expresa de manera directa la dificultad de conectar conceptos abstractos propios de las matemáticas, a la vida real y ve en la IAgén la capacidad de "generar contextos, puede ser reales o ficticios, que me permitan a mi analizar la matemática".

El informe docente NSRD002 coincide con su par académico y refuerza la idea con que el "bagaje que uno tiene suele ser limitado" lo cual deja la puerta abierta para que la IAgén con la bastedad de información genere dichos contextos y lo cita así: "de suprema utilidad en el hecho de reforzar de pronto el bagaje que uno tenga". Esta capacidad de generar "contextos múltiples y ahorrar cierto trabajo", para este informante se vislumbra una oportunidad pedagógica invaluable NSRD002 incluso amplía esta oportunidad al estudiante, ya que este trae a colación los estudiantes sin apoyos en sus casas citando: "la democratización del acceso al conocimiento" son una fuerte ayuda para su educación.

Esta perspectiva de los informantes empieza a ir en contra vía de otros sentimientos o actitudes con respecto a la IAgen, y muestran el temor a la dependencia. Los docentes perciben el riesgo de que la IAgen se convierta en un imprescindible de la educación matemática, que atrofie el pensamiento. NSRD001 articula este riesgo o miedo comparándolo con el uso de la calculadora para operaciones triviales, pues para el uso excesivo y sin fin de las herramientas tecnológicas coartan el desarrollo del pensamiento.

Citada en: "agarran ahí raíz cuadrada de 25...", demostrando que existe una preocupación porque la IAgen "se va a convertir en un alcahuete del estudiante", donde "todas las tareas y todas las obligaciones... se las va a terminar haciendo la inteligencia artificial", este informante expresa que esto es: "el pecado de la inteligencia artificial" por ende estas dos actitudes generan la cautela de los docente. NSRD004 define más la actitud hacia la IAgen desde un contexto ético, advirtiendo que el estudiante podría ver la IAgen "simplemente un salvavidas" en lugar de un "reto", reforzando la actitud dual y mesurada de los docentes respecto a esta herramienta tecnológica.

Del mismo modo desde la perspectiva de los estudiantes se recoge la disposición afectiva y valorativa de los estudiantes hacia el uso de la IAgen. Al igual que los informantes docentes, los informantes estudiantes tras el análisis se revela una dualidad actitudinal: un marcado entusiasmo por su potencial, matizado por una cautela significativa ante sus riesgos sobre la apropiación del conocimiento y desarrollo de habilidades.

La mayoría de los informantes claves estudiantes expresa una actitud favorable o positiva hacia la IAgen. Esta actitud se basa en el potencial para personalizar el aprendizaje y superar las limitaciones de la enseñanza tradicional según alguno de los informantes expresan. Como NSRG113 "Pues me parece una buena idea utilizar la inteligencia artificial para apoyar el aprendizaje en matemáticas porque... al final uno no siempre va a saber qué hacer".

Idea que refuerza el informante NSRG111 "Pues yo creo que es una herramienta bastante positiva, tomada de una manera adecuada... para que acompañe ese proceso y podamos ampliar un conocimiento" y se sigue con las posturas de la informante NSRG101 con "Para mí es muy favorable porque... si uno no entiende lo que dice, pues uno puede como explicarle a la inteligencia artificial que se lo explique de una manera más entendible" y con la actitud de NSRG102 "Mi posición frente a la inteligencia artificial es positiva... Pienso que es como un tutor personal".

Como se anunció previamente los estudiantes al igual que los docentes presentan una dualidad de riesgo y aprovechamiento que desemboca en una actitud de cautela. Centrado también en la "dependencia" y la "pereza" que puede generar el uso intensivo de la IAgen como apoyo del proceso educativo.

NSRG112 es articula esta tensión, posicionándose en un punto neutro: “Pues, así como también benefician... también son perjudiciales, entonces prefiero quedarme en la parte neutra, porque un mal uso, realmente, no te va a llevar a nada” actitud mesurada, los demás informantes como NSRG111 y NSRG113 advierten del "mal uso" como volverse dependiente y no desarrollar pensamiento crítico. Este riesgo de superficialidad (pedir solo la respuesta) es reconocido es reconocidos por ambos informantes manteniendo su postura de medida.

Síntesis de la categoría

Integrando las tres subcategorías de conocimiento, concepto y actitud sobre la IAgen, la percepción de los estudiantes y docentes sobre la IAgen se revela como un constructo coherente pero tenso, en ambos casos bifurcados por los riegos y la oportunidad. Donde se fundamenta en un concepto que la define como una herramienta potente, capaz de actuar como apoyo y en algunos casos como un "tutor personal". Esta conceptualización da forma a una actitud de optimismo condicional, una cautela permanente por parte de los docentes y los estudiantes, ya que el enorme potencial pedagógico de la IAgen se ve constantemente amenazado por el fantasma de la dependencia y el utilitarismo antes que el uso mesurado y razonado.

Uso y Rol Didáctico de la IAgen en la Educación Matemática

A partir de la discusión generada por los expertos se extrae que la IAgen está siendo usada y tratada como una herramienta potente pero auxiliar, cuya integración en la educación matemática se encuentra en una fase incipiente y exploratoria, pues ninguno de los expertos expresa conocimiento en directrices, ni teorías didácticas que aporten a la integración de la IAgen, mostrando e impulsando principalmente por el "interés propio" de los educadores dicha integración.

Por parte de los estudiantes y la información extraída de la entrevista a profundidad, se revela una adopción activa y una percepción dual de la IAgen en su aprendizaje matemático. Donde

bajo las voces de los estudiantes esta no es solo una herramienta teórica, como los anteriores buscadores de internet, si no los estudiantes están dotando a la IAgén como un tutor personal capaz de ofrecer explicaciones adaptativas que superan las limitaciones de la enseñanza tradicional según la percepción de estos.

Cada uno de los expertos tomados como informantes claves conciben el rol didáctico de la IAgén no como un sustituto del docente, sino como un complemento, que bajo algunas circunstancias se puede convertir en un asistente con un potencial significativo para transformar la preparación de materiales y, eventualmente, la dinámica del aula, con la integración de contextos exóticos y divertidos para los temas vistos. Lo que lleva a interpretar que hay un consenso claro en el valor principal de la IAgén, radica en su capacidad para ayudar a superar uno de los mayores desafíos de la didáctica de las matemáticas como lo expresa NSRD001 y NSRD002 la abstracción.

En contra parte los estudiantes definen el rol didáctico de la IAgén como un facilitador que ofrece acompañamiento, explicaciones detalladas con un paso a paso, con un plus invaluable para ellos y es la capacidad de adaptar el lenguaje a un nivel más entendible o coloquial para ellos. Todo esto sin dejar la esta percepción y conciencia del riesgo.

En este contexto de los docentes expertos queda claro entonces que la esencia del Uso y Rol Didáctico de la IAgén, es su función como generadora de contextos y diversificadora de la práctica pedagógica. Donde la IAgén actúa como una herramienta para "reforzar... el bagaje" del maestro, permitiéndole "generar contextos diferentes" y "situaciones un poco más cotidianas" buscando conectar los conceptos matemáticos abstractos con la aplicabilidad concreta en donde el estudiante vivencie la educación matemática.

Del mismo modo en este contexto y bajo esta categoría se fundamenta y demuestra que desde la perspectiva estudiantil, la IAgén ya está ocupando un espacio pedagógico para llenar vacíos específicos, algunos de estos son la dificultad de algunos docentes para personalizar la enseñanza según las voces de los estudiantes y el temor de preguntar en el aula presente en algunos estudiantes de personalidades más tímidas y retraídas.

Rol que según los docentes se extiende a la personalización del aprendizaje, donde la IAgén podría servir para adaptar los niveles de complejidad de la educación en su parte más *pragmática*, y *proveyendo retroalimentación constructiva*. Desde una posición de cautela significativa, ya que

los docentes enfatizan que su uso actual es predominantemente para la preparación del material del profesor, no para la interacción directa con el estudiante, dejando la responsabilidad y carga ética de buen uso a los docentes, con lo que estiman reducir la presencia de errores suministrados en las respuestas de la IAgen.

Basado en anterior y con sustento de las voces de los estudiantes, la esencia de del uso y rol de la IAgen es la de un facilitador personalizado, que obliga al estudiante a desarrollar una estrategia meta cognitiva, que permita usar la IAgen para corroborar y comprender, manteniendo limites que eviten el reemplazo del pensamiento complejo y crítico.

Uso actual de IAgen

Después de indagar sobre las percepciones y estando seguros del uso por parte de los docentes y estudiantes, se describe el estado actual de familiarización y adopción de la IAgen. caracterizada por ser una exploración inicial, autodidacta y orientada al trabajo preparatorio del docente, con el uso del estudiante en el ámbito académico para resolver dudas y comprender temas específicos de matemáticas, en ambos casos de estudiantes y docentes su uso está fuera del aula, en los docentes está en la preparación de material para clase y en los estudiantes para estudio en casa y desarrollo de tareas.

Uno de los expertos el informante *NSRD001* describe esta fase como emergente: "Estoy empezando a familiarizarme... la gente que está metiéndose en IAgen en sus asignaturas ha sido por interés propio y porque creo que la persona le interesa el tema, pero en lo particular me estoy empezando a familiarizar con ese tema.", por otra parte la informante *NSRD004* confirma este uso limitado al docente y la exclusión temporal del estudiante: "Familiarizadas sí, pero como para enriquecer mi trabajo como docente, para organizar mi material de trabajo... pero para llevarlas al aula de clase y que los estudiantes las utilicen, no, no se las he presentado porque considero que es importante que el primero, el maestro las domine". Lo que es apoyado por el informante clave *NSRD003* quien afirma y apoya dicha idea con: "desde hace 3 años he buscado integrarlas como una herramienta de apoyo, no tanto en las clases, sino en la preparación de material.". Añade: "Todavía no he intentado utilizarlas en las clases de matemáticas".

Por parte de los estudiantes *NSRG112* Afirma su familiaridad y uso: "Sí, he escuchado hablar de ellas y también las he utilizado" en el ámbito académico como apoyo a tareas. Él

informante NSRG101 es más específico y detalla su aplicación principal: "Yo especialmente la uso en lo académico, ya sea para que me ayude a resolver diversos ejercicios, para que me explique temas". Lo cual viene respaldado por el estudiante e informante NSRG1102 quien expresa en la entrevista que su empleo es como herramienta de estudio: "en el ámbito de mi estudio la he usado para aprender diferentes temas y comprender muchos que no entendí", igualmente NSRG111 Señala su experiencia con diversas plataformas: "Sí, he trabajado con varias" sin poder especificar usos puntuales.

Experiencias de uso

En esta subcategoría la experiencia de uso de los estudiantes y docentes se bifurca por las aplicaciones prácticas y específicas los docentes han experimentado en la preparación de clases y las metodologías específicas que los estudiantes emplean al interactuar con la IAgén para tareas matemáticas. Por parte de los docentes las experiencias se centran en la eficiencia y la generación de contenido pedagógico, aunque siempre con supervisión total del material generado debido desafíos técnicos, vistos en la formulación de instrucciones (prompts), por parte de los estudiantes las experiencias se centran en la verificación, la guía procedimental y la interacción crítica con la herramienta.

En la voz de los docentes y bajo su experiencia didáctica como lo detalla el informante experto NSRD002 su uso principal se da en el desarrollo de evaluaciones más eficientes: "he estado explorando sí, sobre todo para lo que tiene que ver con la generación de instrumentos de evaluación.". el cual lo reitera varias veces al expresar: "en lo que más lo utilizo es en la generación de instrumentos de evaluación.". NSRD002 describe su metodología de trabajo combinando diversas herramientas basadas en IAgén, como lo expresa en: "He trabajado con Claude Sonnet para generar digamos los contenidos de sobre todo instrumentos evaluativos... entonces luego lo que hago es como hacer un proceso en dos pasos, lo que genera Claude Sonnet luego lo utilizo con Gemini que me parece que es excelente para eso generar instrumentos".

Por otra parte, el experto NSRD003 expresa su preocupación y su cautela en el uso de la herramienta y comparte su experiencia sobre las dificultades que ha tenido al expresar: "he encontrado bastantes errores en la producción de algunas guías y algunos contextos.". y hace una salvedad en tono muy marcado y fuerte: "hay que saber muy bien cómo ingresar el prompt o las

instrucciones a la IAgen correspondiente... para que nos dé buenas respuestas." lo que refiere a instrumentos veraces y con sentido según lo que el docente

Del mismo modo por parte de los estudiantes, la estudiante NSRG112 describe su uso bajo un método responsable para evitar la dependencia como lo manifiesta en: "utilizo Deep seek, para orientación cuando me quedo atascada en cierto ejercicio de matemáticas". Y lo refuerza al referirse en la entrevista con: "yo primero realizo el ejercicio sola... le pido que por favor me explique cómo proceder, mas no que me lo resuelva". Al igual el estudiante NSRG111 expresa el uso de la IAgen como herramienta de verificación en su voz: "yo los resolví y le pedí a la IAgen que me diera la explicación de cada uno... verifiqué las respuestas como para analizar o ver en qué parte me había equivocado".

Otros estudiantes como el estudiante NSRG101 manifiesta que su uso es interactivo y crítico, e inclusive en su uso cuestiona a la IAgen, como se refleja: "En caso de que yo no lo entienda o que piense que algún paso está mal, yo le digo: '¿Por qué esto no sería así?'. Sí, de tal manera que esto me aclara por qué no sería así o si ha cometido algún error", por la misma línea el estudiante NSRG102 habla de una experiencia donde detectó un error de la IAgen y queda registrado en: "yo utilicé ChatGPT para resolver un ejercicio... yo pensé de otra manera y le escribí incluso a ChatGPT que por qué no sería de esta otra manera. Y la inteligencia me dijo que sí, que era correcto lo que yo estaba diciendo e incluso me lo corrigió", con lo anterior y bajo las voces de los estudiantes se interpreta que el estudiante no acepta pasivamente toda la información que le suministra la IAgen, el interactúa, corrige a la IAgen y compara procesos manuales con los sintéticos.

Apoyo al aprendizaje

Con respecto a la noción de los docentes sobre el apoyo al aprendizaje, algunos ven potencial didáctico de la IAgen como un posible soporte en el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde los docentes se centran en la capacidad para contextualizar las matemáticas dotando al proceso de enseñanza-aprendizaje de vivencias para cada estudiante según las realidades diversas de los contextos, personalizar la instrucción y motivando al estudiante, desde el punto de vista de los estudiantes, estos lo conciben como un complemento personalizado que suple carencias de la instrucción tradicional y más que la instrucción es el ambiente tradicional del docente como único

poseedor del conocimiento, sin ninguna herramienta o método de verificación, ni un sistema de retroalimentación continua e instantánea, siempre manifestando y vale hacer el hincapié en la una preocupación central por la dependencia hacia la IAgén.

A continuación, se evidencia en las voces de los informantes esta apreciación hacia el apoyo al aprendizaje, NSRD001 reconoce la IAgén como un camino hacia la información y el pensamiento reflejado en su voz al decir: "Accedernos de una manera mucho más organizada, más rápida y de pronto más profunda a la información y eso nos puede ayudar para desarrollar un poco lo que es el pensamiento lógico-matemático", lo que para él representa un apoyo al aprendizaje y lo complementa al expresar que: "...lo que más se le dificulta incluso a uno como maestro... es la generación de los contextos para poder aplicar esos conceptos", concluyendo en: "yo la guía si le puedo pedir que me genere contextos, puede ser reales o ficticios, que me permitan a mi analizar la matemática" para este experto esto es lo que aporta en apoyo didáctico la IAgén.

Del mismo modo el experto NSRD002 coincide plenamente en el valor de la contextualización para el en su voz: "es muy buena para ayudar a enriquecer generando diferentes contextos de aplicación de los conceptos que se están trabajando." lo ve como apoyo para "reforzar de pronto el bagaje que uno tenga y ayudar a generar situaciones un poco más cotidianas." Afines a los estudiantes. Afirmación validada por el informante experto NSRD004 quien se guía por la motivación y la conexión con el mundo actual, mismo camino de la generación de contextos más afines, y exterioriza: "con el fin de mejorar y despertar toda esta parte del interés de los estudiantes". Además, de "estimulando en ellos toda la parte de análisis de interpretación de la información", esta es la manera cómo percibe el apoyo al aprendizaje este informante.

Lo expresado por los docentes va en línea con lo que postula (Freudenthal, 2005) , en sus postulados de lo que el concibió como la educación matemática realista, donde la realidad es la fuente de la matemática, en esto hay una búsqueda tecnológica para facilitar también la fenomenología didáctica propuesta por el, donde se busca enseñar a partir del mundo real hasta llegar a lo abstracto como propone, donde el concepto matemático se ancla en un fenómeno tangible para el estudiante, tal cual como los docentes lo expresan al decir "generar situaciones más cotidianas".

De la misma manera estas ideas se contrastan con lo que en la actualidad propone (Mollick, 2025) quien presenta en su libro de cointeligencia, la IAgén como un multiplicador de la

creatividad del docente, donde esta poderosa herramienta permite personalizar los ejemplos educativos a una escala imposible bajo las prácticas tradicionales, lo que conlleva a una validación o respaldo de lo mencionado por docentes como la eficiencia en la preparación del material

Finalizando esta subcategoría el experto NSRD002 también recalca su apoyo en la personalización: "...la retroalimentación constructiva, cómo adaptar los niveles de complejidad, cómo adaptar el abordaje del aprendizaje para cada uno de los estudiantes, dependiendo de, digamos, de sus ritmos y de sus capacidades." Y cierra el informante experto NSRD003 al resumir que: el rol de la IAgén es de una herramienta de asistencia: "El rol de la IAgén generativa es simplemente de herramienta.", y justifica al decir: "Lo que pasa es que esta nos puede generar contexto, nos puede generar situaciones, nos puede ayudar a ahondar en ciertos temas... el rol sería como un asistente.".

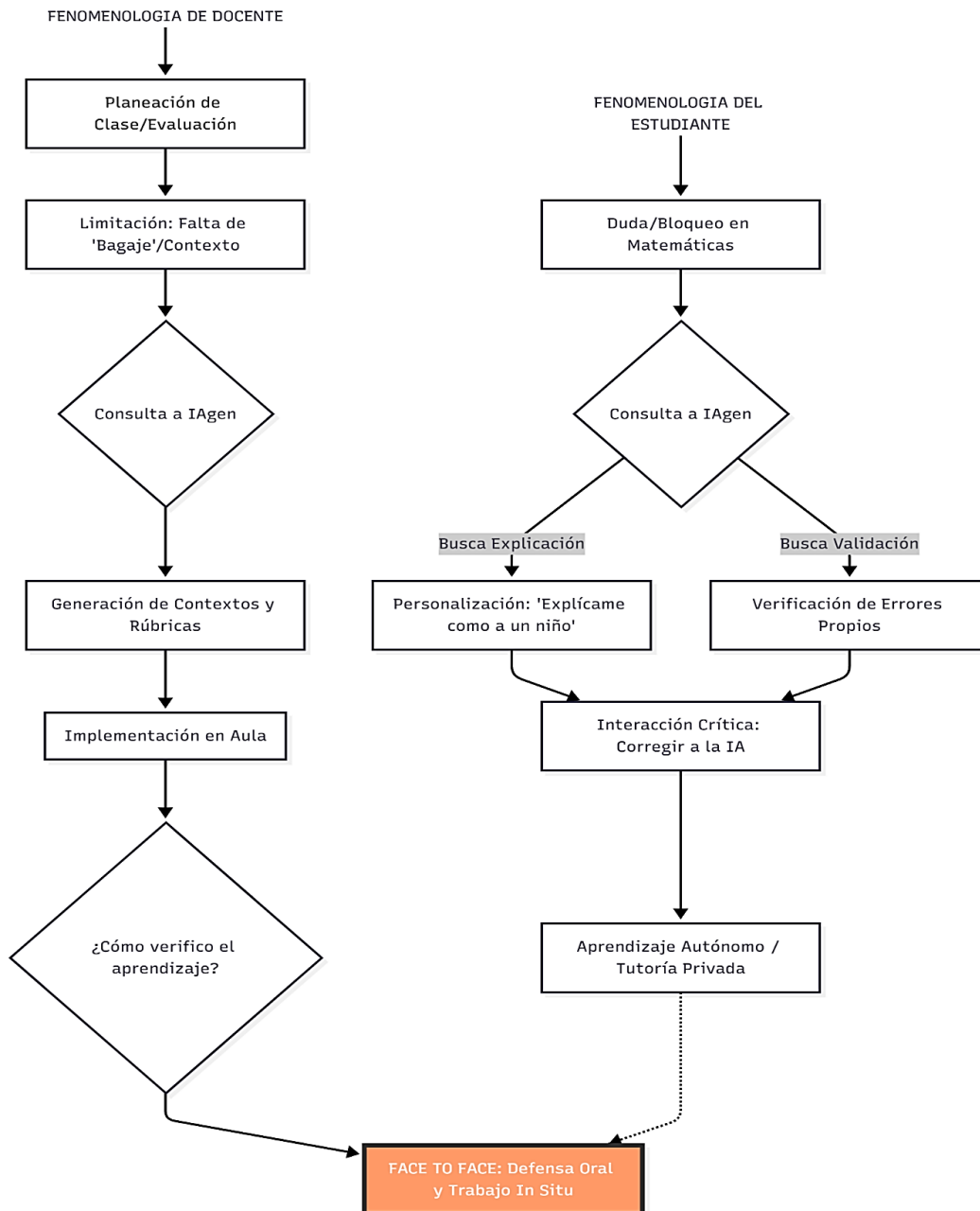
Desde el punto de vista de los estudiantes el informante NSRG102 compila el sentir de varios pares sobre la IAgén como "un tutor personal". donde este informante destaca su capacidad para "explicarnos paso a paso cómo realizar los procedimientos", lo cual es apoyado por su compañera el informante NSRG113 quien muestra su valor sobre la personalización como una solución a la enseñanza estandarizada: "me parece una buena idea... al final uno no siempre va a saber qué hacer, y menos en algunos casos de aprendizaje en que... los estudiantes no les entienden a los profesores". Señalando que la IAgén hace del aprendizaje algo personal lo cual se contrasta con las ideas de (Vigotsky, 1978), quien conceptualizó lo que él denominó la zona de desarrollo próximo, en donde el aprendizaje se potencia mediante la interacción con un "otro más conocedor" rol que asume la IAgén de ese par competente o andamiaje artificial que guía al estudiante

El informante NSRG101 Aprecia que se le pueda pedir a la IAgén romper con los bloqueos socioemocionales que puedan presentarse por la presión de grupo e inseguridades del estudiante, permitiendo pedir explicaciones a diferentes ritmos: "se pide que se lo explique de una manera más entendible", expresa como puede superar los inconvenientes socio afectivos con: "con la IAgén pues uno ya tiene como la suficiente confianza como para preguntarle... si es como con un profesor... la persona puede experimentar como el temor de preguntar", lo cual se contrasta con las ideas de (Khan, 2024) sobre la IAgén quien la concibe como un mecanismo para la enseñanza para el dominio, que permite al estudiante la retroalimentación instantánea y avance a su propio ritmo, tal cual lo expresan los estudiantes antes mencionados.

Sin embargo el informante NSRG112 bajo su posición "neutra" advierte sobre el apoyo de la IAgén dado el mal uso como: "que realmente no sea una herramienta, sino que ya sea un modelo de dependencia en el que usted no desarrolle pensamiento crítico" lo cual no sería un apoyo si no un riesgo para la degradación del aprendizaje, lo cual es matizado por el informante NSRG111 quien coincide en que es una "herramienta" en este caso "bastante positiva, tomada de una manera adecuada, porque no podemos hablar de que la vamos a utilizar para que únicamente nos dé una respuesta y ya, sino, más que todo, para que acompañe ese proceso".

Como síntesis de la categoría Uso y Rol Didáctico de la IAgén en la Educación Matemática, es evidente según las voces de docentes y estudiantes que la IAgén no elimina al docente ni al esfuerzo del estudiante, solo reposiciona algunos componentes del proceso educativo, por una parte el estudiante pasa de calcular a auditar a la IAgén como hace NSRG102 corrigiendo algunas respuestas de ChatGPT que según su relato no correspondía a la solución correcta de la situación, actuar que contrasta con la Taxonomía de Bloom en la revisión de (Anderson & Krathwohl, 2001), en donde a través de los niveles del pensamiento, el estudiante en esta situación está ubicándose en los niveles superiores del pensamiento cognitivo, que son evaluar y analizar, al detectar errores en la IAgén y confrontarlos. Por otra el docente pasa de transmitir contenido a diseñar contextos y validar la apropiación oral del saber cómo propone el experto NSRD003 con los mapas conceptuales en clase, a continuación, se ilustra el flujo de usos de la IAgén docentes vs estudiantes.

Figura 5
flujo de usos de la IAgen docentes vs estudiantes



Fuente: elaboración propia

Estrategias de ajuste y manejo del error con IAGen

La vivencia del estudiante frente a los bloqueos u obstáculos académicos, y la detección del docente de pausas en la asimilación del conocimiento, el desarrollo de habilidades y competencias, se presentan como oportunidades concebidas comúnmente como error, que deben obedecer a unas estrategias para su ajuste en un entorno educativo, ya sea tradicional o mediado por la Inteligencia IAGen, para esta investigación este fenómeno se manifiesta en los participantes como un proceso dialéctico situado entre la autonomía tecnológica y la validación humana indispensable.

la "esencia" de la categoría se basa en desvirtuar el error como el fin malo, se concibe de una mejor manera como la transformación ontológica del error a través de la experiencia particular, cada uno de los actores traza los caminos de las decisiones o pensamientos que llevaron a este fin, mostrando por qué se decidió así y como debió decidirse para no estar en el punto del error, lo cual lleva a una oportunidad pedagogía inmediata que permita interiorizar los aprendizajes, haciendo uso de la IAGen como mediador, en manos del docente desde la verificación humana, y en muchos casos desde la introducción de errores intencionales con fin de reflexivos.

Así mismo, en las manos de los docentes la IAGen, se presenta como parte de su estrategia pedagógica, usándose como una herramienta potente para la retroalimentación formativa detallada, que la educación tradicional a veces no logra ofrecer con la misma inmediatez o personalización. Sin embargo, aunque es una herramienta potente para asistir en el ajuste de estrategias especialmente para la contextualización de conceptos matemáticos abstractos, es evidente y se recoge en las voces de los informantes clave que el monitoreo de la comprensión sigue estando firmemente anclado en la interacción humana como lo denomina uno de los informantes el “Face to Face”, o la verificación “in situ”. Lo cual da la certeza última de que el aprendizaje se ha interiorizado tras un error, y no simplemente simulado o copiado.

Lo anterior da como apreciación que la integración de la IAGen no sustituye la mediación docente frente al error, solo presenta la IAGen como una herramienta que reconfigura las estrategias y las practicas, frente al error, donde el docente se muestra como imprescindible para

la verificación de la interiorización de los aprendizajes después de la reconstrucción cognitiva que surge al superar el error.

Manejo del error

Dentro de las subcategorías que se evidencian, surge el manejo del error, que de manera natural presenta un fenómeno de estudio como lo es la retroalimentación formativa detallada del error. El manejo del error con la IAgén revela una posición que va desde la corrección superficial hacia una comprensión profunda de las fallas. Los informantes claves, en el grupo de estudiantes expresan de manera clara que la IAgén no solo debe señalar el error cuando lo detecte, sino que diseccione el proceso de razonamiento y muestre los caminos por los cuales se cometieron y cuáles posibles arreglos se pueden realizar para no caer nuevamente en el error.

El informante NSRG111 en su voz lo expresa de manera contundente y clara al expresar: "usando la IAgén se puede comprender el error que yo tenía en el razonamiento que hice y poder comprender la parte donde estaba fallando en la intervención". Dicha afirmación es reforzada por la voz del informante NSRG112, quien de manera explícita expresa que: "espera que la IAgén sea capaz de identificar patrones recurrentes en sus errores, como fallos con los signos, en lugar de realizar correcciones aisladas".

Por otra parte, el informante NSRG101 propone un manejo del error escalonado, prefiriendo una indicación general inicial para intentar la autocorrección, seguida de una explicación paso a paso solo si es necesario, lo que se refuerza en la voz del informante NSRG102 quien complementa esta visión, solicitando que la IAgén de respuestas de manera amplia, y lo expresa en: "la IAgén debe mostrar cómo no volver a cometer ese mismo error en el futuro". Lo cual es contrastable con las nociones de (Brousseau, 1997), del que se puede extraer que el error no es una falta, si no hace parte del proceso de la construcción del saber, y permite una situación didáctica que salta el posible efecto topaze mencionado por este autor como la simplificación máxima para alcanzar la respuesta sin comprender el concepto.

por otra parte, los docentes no expresan de manera explícita como la IAgén debe corregir y hacer el manejo del error, en donde docentes informante como NSRD002 expresa su interés en que la IAgén encuentre los patrones de pensamiento erróneos en lugar de solo dar la solución correcta, sugiriendo que el aprendizaje real ocurre al entender "dónde hay dificultad en la

aprehensión de un concepto" lo cual está en la misma línea de las voces de los estudiantes. Sin embargo estudios recientes como el de (Shrestha & I, 2024) hacen una advertencia, sobre estas nociones de los docentes y estudiantes, donde solo es efectivo si hay una buena alfabetización crítica (prompts) de igual manera, este manejo del error debe ser supervisado por un docente ya que Divjak *et al.* (2025, p.16) advierte que la herramienta no elimina el error por sí misma tanto del estudiante como de la IAgen si lo hay, es necesario una estructura pedagógica.

Monitoreo comprensión

Una de las subcategorías está ligada al fenómeno de estudio del monitoreo del aprendizaje u comprensión, en donde se prioriza el contacto humano con la IAgen, generando errores intencionales para validación humana.

Por ende, el monitoreo de la comprensión emerge como el punto de mayor convergencia sobre la necesidad insustituible del rol docente "cara a cara", lo que reafirma las ideas de las anteriores categorías relacionadas al tema, aunque también da lugar a estrategias innovadoras asistidas por IAgen. Sin perder el rol docente en el proceso, lo que lleva a resignificar lo que consideramos el rol docente, es claro entonces y bajo un consenso casi absoluto entre los docentes, que la validación final del aprendizaje ocurre en la interacción humana directa.

Para el informante clave NSRD001 es incuestionable el afirmar que: "la certeza de que el estudiante interiorizó cognitivamente la información, y no solo la está repitiendo de la IAgen, solo se logra en el face to face con el estudiante en la clase, no hay otra". Lo cual es reforzado por las apreciaciones del informante NSRD002 quien coincide plenamente, argumentando que: "dada la capacidad de las IAgen para resolver problemas, la única forma efectiva de verificar el aprendizaje es básicamente en lo que se trabaja en el aula de clase".

El informante NSRD003 refuerza más estas dos posturas, expresa que: "la interacción humana es necesaria donde in situ se valide el conocimiento", lo que se contrasta plenamente con las posturas de (Vigotsky, 1978) desde la visión del socio-constructivismo, ya que aunque la IAgen funge con el otro más capaz en la zona del desarrollo próximo, no tiene la intersubjetividad necesaria para certificar la comprensión profunda del conocimiento, y deja aun esa tarea al docente.

De forma particular una surge una estrategia innovadora para este fenómeno de estudio y es el monitoreo en donde se use la IAgén para generar errores deliberados, el informante NSRD002 guía esta línea de la estrategia, según su voz propone: “usar la IAgén para desarrollar algoritmos incorrectos basados en errores conceptuales comunes para que los estudiantes los detecten”, lo que él considera un proceso cognitivo superior ya que deben interiorizar los aprendizajes a tal nivel que sean capaz de resolver y detectar errores. Aquí el informante NSRD003 está en completo acuerdo con esta táctica de validación, sugiriendo “pedirle a la IAgén escenarios de errores comunes para que el estudiante, a través de su conocimiento adquirido, sea capaz de identificarlo y al final validar”, lo que se contrasta con las ideas de (Flavell, 1979, p.906) sobre la regulación metacognitivas, que se enfoca en la en evaluar y juzgar la validez del conocimiento, de esta manera lo descrito por los docentes permite dirigir la comprensión y la construcción del propio conocimiento.

De lo anterior, es claro que el monitoreo de la comprensión del estudiante según las voces de los docentes, puede darse de manera híbrida, con una presencia personal del docente, sin embargo, se puede mediar con ayuda de la IAgén, y se da por hecho cuando el estudiante no solo es capaz de resolver una situación, sino que es capaz de encontrar errores y resolverlos en procesos que se dan como solución al problema planteado, en concordancia con (Bearman & Ajjaw, 2023,p.1160), quienes en su publicación proponen el concepto de juicio evaluativo en la era de la IAgén, transitando de la solicitud del docente por respuestas a la solicitud del docente por críticas y juicios de valor sobre respuestas producidas por la IAgén.

Ajuste estrategias

Una tercera subcategoría en la estrategia y manejo del error, centrada exclusivamente en el ajuste de las estrategias, presenta un fenómeno de estudio bastante relevante y es la asistencia para contextualizar conceptos abstractos, que tienen por naturaleza reforzar el conocimiento creando problemas similares. Es claro bajo la interpretación global de las voces de los informantes clave que las estrategias de ajuste pedagógico y de aprendizaje se ven potenciadas por la IAgén en dos vertientes principales, la primera de ella es la contextualización de la abstracción matemática y la segunda de ellas es el refuerzo mediante la práctica personalizada, para los informantes con rol docente en esta investigación, bajo sus expresiones y experiencias, se puede afirmar con claridad que la abstracción es una barrera significativa para el aprendizaje viendo la IAgén como una

herramienta adecuada para superar esta barrera mediante la generación rápida de múltiples contextos.

Bajo estas ideas el informante NSRD001 expresa de manera enfática y con cierta preocupación que existe dificultad por parte de los docentes para generar contextos de la vida real manualmente y valora que la IAgén si puede generarlos fácilmente en su voz: "sí le puedo pedir que me genere contextos, puede ser reales o ficticios, que me permitan a mi analizar la matemática", apreciación que es reforzada por NSRD002 quien señala que la IAgén puede asistirle generando situaciones en sus palabras: "un poco más cotidianas para estudiantes que luchan con la abstracción pura", lo cual se contrasta plenamente con la educación matemática realista de (Freudenthal, 2005) tal cual se amplió a inicio de este capítulo.

Desde otro punto de vista de los informantes en este caso desde la perspectiva estudiantil, el ajuste estratégico tras el error se centra en el refuerzo mediante la generación de problemas similares tanto en nivel como en contexto, que les permita reforzar los componentes o habilidades con dificultad, para NSRG101 expresa que tras identificar un error, la IAgén debería generar automáticamente "otro ejercicio con el mismo marco de error" lo que según este informante permitiría agilizar el aprendizaje y evitar repetir errores del mismo tipo, idea apoyada por NSRG101 quien coincide en esto al expresar que: "solicitando a la IAgén ejercicios similares tras la corrección para verificar la comprensión por su propia cuenta".

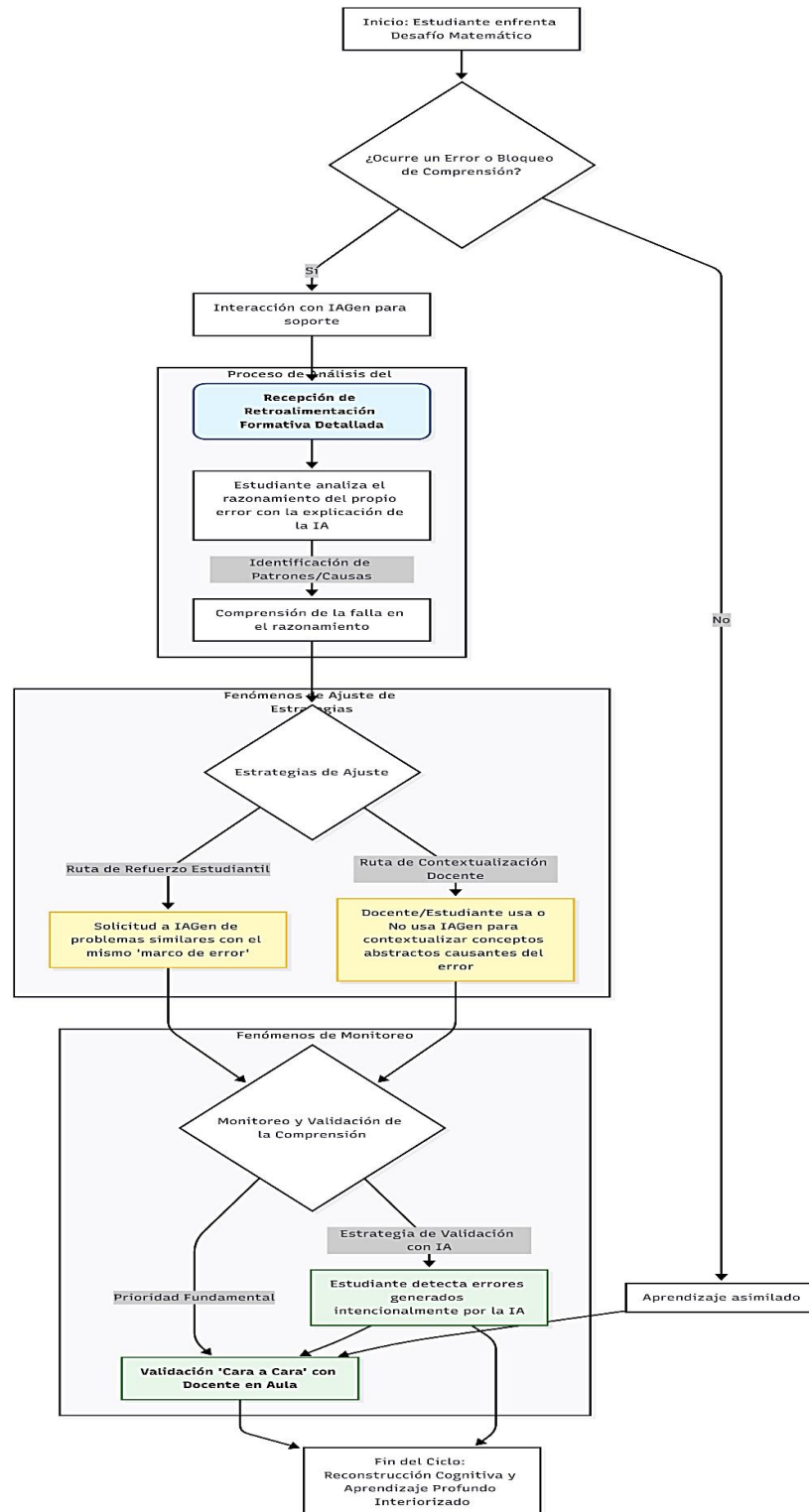
Ideas que no solo se quedan en la voz de los estudiantes, sino que hacen eco en las vivencias y voces del informante docente NSRD004 quien alienta esta estrategia de refuerzo activo, donde bajo su experiencia propone: "que las estudiantes reten a la IAgén pidiéndole fórmame un problema con relación a esto, te reto a formular un problema difícil", lo cual según lo expresa generaría una transformación de la herramienta en un generador de práctica desafiante para ajustar el aprendizaje, lo cual resuena en investigaciones hechas por (Walkington *et al.*, 2025), quienes presentan resultados de como la IAgén facilita la creación de problemas narrativos en secundaria aumentando el compromiso y la inmersión de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje.

A partir de las voces de los informantes claves, que en esta investigación son los docentes en modo de expertos y los estudiantes como actores principales del proceso educativo, se infiere por lo expresado, por ambos grupos que la IAgén actúa como un catalizador de la comprensión a

través de dos vertientes fundamentales, la primera y muy enfatizada por NSRD002 es La democratización del conocimiento y en parte la accesibilidad a la representación matemática ya que se evidencia que la abstracción matemática es un obstáculo significativo.

Por otra parte, los informantes NSRD001, NSRD002 valoran la IAgén como una herramienta capaz de superar las limitaciones humanas para generar, en tiempo real, escenarios cotidianos y tangibles. Esto transforma el concepto abstracto en una realidad analizable, facilitando el anclaje cognitivo del estudiante. Y en voces de los estudiantes se presenta el refuerzo iterativo e inmediato promoviendo un aprendizaje activo y auto dirigido fomentado por el uso de la IAgén en la educación matemática.

Figura 6
flujo de ajuste y manejo del error



Fuente: elaboración propia

Impacto pedagógico percibido

Las voces de los docentes y estudiantes tomados como informantes claves en esta investigación, muestran un conflicto entre dos ideas respecto a la integración de la IAgén en la educación matemática, la primera de ellas es el impacto pedagógico positivo de la integración de la IAgén, como potencializador del desarrollo cognitivo, la segunda de ella y en contra vía a la idea antes expuesta es el riesgo de la sustitución intelectual.

Abordando el desarrollo integral del individuo aspecto fundamental de la pedagogía, lo cual genera una tensión dialéctica, en donde tanto para los docentes como para los estudiantes la IAgén no es simplemente una herramienta tecnológica más como lo fue la calculadora, o como fue los computadores, o los mismos buscadores como Google, sino se presentan como un agente disruptivo que redefine los procesos fundamentales de enseñanza y aprendizaje, ya que para ellos esto tiene una naturaleza interactiva personalizada.

Lo que deja en las vivencias de los informantes la idea y la practica la integración de la IAgén como una adición activa, desligándose de otras tecnologías pasadas que asumían una posición más neutral en el aula; dicho posición genera un fenómeno que obliga a renegociar el contrato didáctico, ya que para los estudiantes, la IAgén representa un acceso sin precedentes a explicaciones personalizadas y a la democratización de la tutoría, pero simultáneamente como se expresó en las voces consolidadas de los informantes, despierta el temor intrínseco a la propia pereza intelectual y la dependencia, mientras que para los docentes, la IAgén se percibe como un potente asistente, que con una correcta alfabetización y tutoría en indicaciones (prompts) es capaz de superar barreras didácticas históricas, como la descontextualización de las matemáticas y optimizar tiempos de gestión, desde la prudencia y la supervisión activa humana rigurosa.

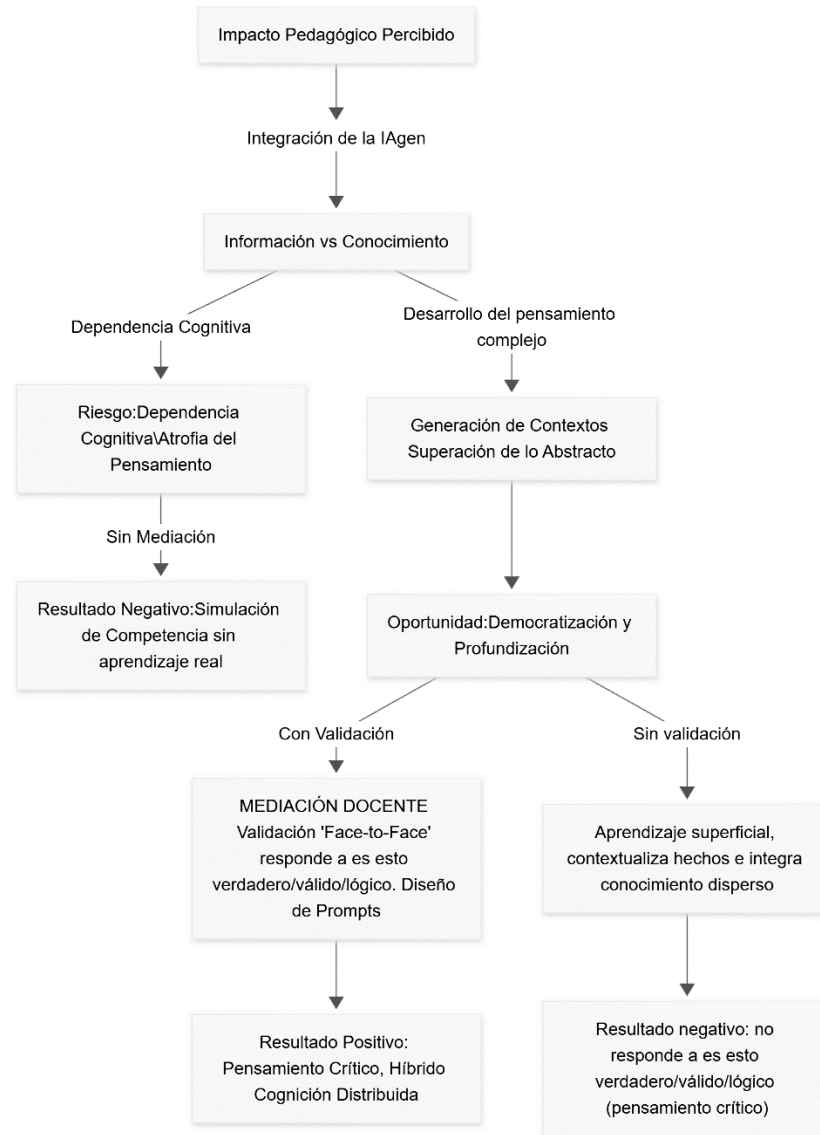
Todo lo anterior se contrasta a plenitud con las ideas de (Brousseau, 1997), en las teorías de las situaciones didácticas expuestas por él, donde el aprendizaje se presenta por la situación de un estudiante enfrentándose a un medio (milieu), el cual sin compañía de este caso del docente le permite crear su conocimiento, sin embargo bajo estas mismas teorías, se critica la visión de tutor personalizado generado por la IAgén, por la posible degradación de la capacidad intelectual, al moverse a lo que ya se mencionó como el Topaze, por lo cual bajo esta teoría es claro advertir que la IAgén aunque puede potenciar el desarrollo cognitivo, por la bastedad de situaciones que

genera, no puede residir en ella la carga cognitiva, ni tampoco simplificar al máximo conceptos tal que la única respuesta emergente sea la correcta llevando al efecto topaze.

La presentación de estos resultados muestra entonces para esta investigación que la integración de la IAgén no puede teorizarse solo desde su funcionalidad técnica, sino desde la transformación de la IAgén sobre los procesos educativos, el cambio de visión de los actores de la educación matemática, de forma más compacta debe teorizarse desde su impacto ontológico en el "ser" estudiante, evaluando siempre la dicotomía autónomo vs. dependiente, y el "ser" docente que también debe evaluar constantemente su rol como transmisor o mediador crítico/social.

Por tanto, desde la teorización debe abordarse según los informantes la pedagogía con IAgén, como una pedagogía de resistencia a la inmediatez que supere los riesgos de la sustitución intelectual, y en su contra parte fomente el pensamiento complejo en los estudiantes mediados y supervisados por los docentes, de forma más explícita estas ideas se amplían las voces de los informantes en:

Figura 7
flujo de impacto pedagógico percibido



Fuente: elaboración propia

Pensamiento vs Respuesta

Basado en los resultados de las voces de los informantes claves sobre el impacto pedagógico percibido, se desprende uno de los impactos más preocupantes y es el pensamiento contra la respuesta, que conlleva al riesgo de atrofia del pensamiento crítico como se pudo visualizar en el flujograma de la ilustración 4, y se muestra en la convergencia preocupante entre docentes y estudiantes sobre el riesgo de que la IAgén sustituya el esfuerzo cognitivo necesario

para el aprendizaje profundo, donde los informantes describen este fenómeno como la facilidad de obtención de la respuesta final, que en muchos casos eclipsa el proceso de razonamiento.

Bajo las voces de los estudiantes se percibe una consciencia aguda de este peligro de priorizar la respuesta antes que la oportunidad de razonar o pensar, el informante NSRG112 advierte que: “el mal uso lleva a que uno ya se empieza como a degradar ese pensamiento crítico de uno mismo simplemente por decir: '¡Ah!, qué fácil que consigo ya las respuestas”, esta palabras y pensamiento del informante son secundadas por el informante NSRG113, quien en su voz expresa un temor porque: “los estudiantes no utilicen su cerebro de una forma correcta al no pensar en lo que hacen”, de la misma manera el informante NSRG111, quien señala que: “quedarse solo con la respuesta generada deja un gran vacío en cuanto al proceso y a cómo se realiza” lo cual demuestra su preocupación por el remplazo del momento reflexivo y racional por solo un momento de búsqueda a una respuesta particular.

Lo expresado por la informante anterior mente contrasta con los estudios de (Khosravi, *et al.*, 2022, p.3), al quedarse exclusivamente con la respuesta, esta se mueve hacia un terreno que dicho autor define como la externalización del conocimiento, aun cuando la IAgén en este estudio se presente como un andamio para acceder al conocimiento, lo cual lleva a las conclusiones de que la IAgén debe estar como apoyo en el desarrollo del pensamiento, mas nunca como un oráculo de respuestas.

Por otra parte, en las voces de los docentes, se reafirma y valida este temor, que desde una perspectiva pedagógica puede significar grandes cambios en la manera como se desarrollan las habilidades cognitivas. El informante NSRD004 observa que los estudiantes a menudo ven la IAgén como un: "simple salvavidas" que les permite surcar por las actividades rutinarias de la pedagogía tradicional, como lo es el desarrollo de tareas, lo que desvirtúa el desarrollo real de los procesos educativos, que permiten al estudiante generar un análisis, un razonamiento sobre los contenidos que este está abordando.

En la misma línea pero con un sentido más profundo el informante NSRD001 profundiza filosóficamente, argumentando que: “si no hay un juicio de valor sobre la realidad, no hay pensamiento crítico”; aquí la IAgén puede dar elementos para hacer en palabras del informante un: "zoom sobre la realidad", lo que acude al hecho de solo obtener la respuesta, sin embargo por el informante se debe trascender de este “zoom” porque para él la construcción del juicio crítico

sigue siendo una tarea inherentemente humana que requiere "inmersión" y no solo "conocimiento superficial" u opiniones basadas en creencias, lo que NSRD001 expresa como la "doxa", lo cual según la voz y la interpretación de sus palabras traería el anhelo en educación y es el desarrollo del pensamiento en forma general el pensamiento complejo y de forma más estricta y contextualizada el desarrollo del pensamiento crítico.

Autonomía y dependencia

En la misma línea de la anterior subcategoría, emerge la subcategoría de autonomía y dependencia las cuales podrían ser consecuencias de la respuesta versus pensamiento, sin embargo esta subcategoría profundiza más, con un fenómeno de estudio y es el impacto pedagógico de la IAgén como catalizador para estudiantes proactivos y activos, y el temor a la dependencia y pasividad del estudiante, lo cual deja en los resultados de los instrumentos una percepción sobre la autonomía es dual, la IAgén es vista simultáneamente como un potente catalizador para el estudiante intrínsecamente motivado y como un "alcahuete" para el pasivo como menciona el experto informante NSRD001.

Desde la visión positiva, estudiantes como NSRG112 que se presenta como alguien proactivo ve la IAgén un tutor personal que le permite superar los límites del aula. Apoyando esta afirmación la estudiante NSRG102 describe que la IAgén le ha: “fomentado la autonomía al permitirle profundizar temas que en clase se ven por encima o aprender temas nuevos”, mientras que para el informante NSRG101 en su voz asegura haberla usado para: “buscar fuentes y prepararse para nuevos temas que vendrán”, aunque no se expresa de manera directa como el anterior informante su relato demuestra el fomento de la autonomía en la estudiante.

Condensando las ideas el informante estudiante NSRG111 reconoce que, para quien tiene interés, es una herramienta que: “permite aprender en una semana lo que el docente explicaría en un mes”, afirmación bajo la única experiencia del informante, que expresa esta realidad bajo su contexto y estilo de aprendizaje autónomo, sin embargo, da un sustento más a la posibilidad de autonomía en los estudiantes al integrar la IAgén. Ideas que son respaldadas por el informante experto NSRD003 quien señala que: “existe el principio didáctico de autonomía y el empoderamiento del estudiante” el cual es evidente en la integración de la IAgén en la educación matemática cuando se busca la personalización del aprendizaje.

Todo lo expuesto anteriormente se contrastan con la teoría antropológica de lo didáctico de (Chevallard, 1999, p.221) quien buscaba comprender el saber matemático, como una actividad netamente humana, que se desarrolla en los ámbitos sociales tales como instituciones, dividido en dos bloques centrales práctico técnico y tecnológico teórico, el primero siendo los problemas y las formas necesarias para resolverlas y el segundo la justificación y la teoría sujeta a ello, con lo expuesto por los informantes, es necesario resignificar lo que se define como praxeología, dado el uso de la IAgén, ya que el uso de esta en voces de los informantes puede cambiar las definiciones de tareas y técnicas, sujetas al dominio esperado del estudiante, y da luces a que debería enfocarse más en bloque tecnológico teórico, con las justificaciones y la validación crítica.

Sin embargo, no todos los informantes estudiantes y docentes se decantan por la vertiente positiva del impacto pedagógico, advierten de manera puntual sobre la dependencia, donde son conscientes de la sombra de la dependencia. Para el informante NSRG112 el uso habitual y desmesurado definido en sus palabras como mal uso, es: “volverse dependiente, donde la IAgén ya no es una herramienta sino un modelo de dependencia en el que usted no desarrolla pensamiento crítico”.

Lo que en palabras de la estudiante: “vuelve al estudiante muy perezoso”. Con la misma apreciación desde su rol docente, el informante experto NSRD001, advierte que, si se usa para todo, la IAgén se convertirá en: “un alcahuete del estudiante”. Para el docente, la única forma de evitar la dependencia y asegurar la autonomía real es mediante la “validación constante de lo que produce la IAgén” por parte de los docentes en tiempo real con los estudiantes, lo que se sustenta también en la Guía para el uso de IAgén en educación e investigación (UNESCO, 2023); de lo contrario, para el docente investigador el riesgo es: “ser esclavo de la IAgén” donde ya no se asume como una herramienta si no como una fuente de decisiones y pensamiento válido para el proceso educativo.

En consecuencia, lo dicho por estos docentes y estudiantes, contrasta e invita a evaluar el significado del contrato didáctico, expuesto tanto por (Brousseau, 1997) y por (Chevallard, 1999, p.221), ya que los posibles riesgos expuestos por los estudiantes y docentes, reconfigura la praxeología de la educación matemática, debido a que en uno de sus dos bloques necesarios en la teoría de la antropología de lo didáctico, la IAgén asume por completo el rol, y es el rol del bloque tecnológico-teórico, compuesto por el del saber y la justificación del saber, el porqué del saber y

la teoría que lo justifica, por ende, esta capacidad de validar su propio saber se corrompe en el estudiante, obligando a renegociar el contrato didáctico.

Rol docente

Uno de los mayores impactos de la integración de la IAGen en la educación matemáticas, es el fenómeno de estudio del cambio de rol docente, donde el docente pasa de transmisor a facilitador. en esto hay un consenso unánime, y es que el rol del docente no desaparece, sino que se transforma radicalmente de un transmisor de información a un guía crítico, ético y social como lo expresan tanto los estudiantes como los mismos docentes.

En voz de los mismos estudiantes estos demandan dicha transformación. Para la estudiante NSRG111 el rol del docente no puede desaparecer y argumenta que: “haría falta la persona porque una máquina no entiende las necesidades emocionales ni lo que el estudiante está sintiendo”, por ende, no basta solo con mostrar la respuesta e información plana carente de un sentido más social, en cambio en la voz de NSRG112 y en un sentido más pragmático expresa y enfatiza que: “el docente debe ser un guía en el cómo utilizarla (ej. crear prompts) y proporcionar una interacción humana basada en la paciencia que la IAGen no tiene”. De la misma forma NSRG102 aun ve en el docente el guía, incluso para interactuar con la IAGen, donde el estudiante: “espera que el docente enseñe a usar la IAGen como herramienta de profundidad y no solo para resolver ejercicios” lo cual demuestra que el estudiante ve más al docente como una guía segura para obtener información y no como una fuente única verídica y de autoridad sobre la información.

Por otra parte, desde las vivencias de los docentes y su interacción con la IAGen, estos asumen un nuevo rol como guías o facilitadores, centrando su valor en aquello que la IAGen no puede replicar, pues en sus voces la interacción humana y la validación del aprendizaje real no está al alcance de la IAGen. Lo que se nota en la voz de NSRD002 quien afirma que: “el rol del docente como facilitador y curador creo que no es prescindible”. Lo que es apoyado por NSRD002 quien es enfático en que la única certeza del aprendizaje se da en lo que él denomina el “face to face”, lo cual hace del momento pedagógico un espacio donde: “el estudiante demuestra que lo que tiene en la cabeza es conocimiento y no solo información recopilada por la IA”. Desde otro punto de vista más contextual el informante experto NSRD003 concluye que: “el rol docente se enfoca más en la parte social, en ver las necesidades individuales y en los aspectos éticos”, áreas complejas

para la IAgén que en sus palabras solo es una herramienta de filtrado y conexiones estocásticas, que generan respuestas validas pero carentes de sentido sin un contexto ni fin.

De lo anterior, es evidente que el docente asume otro papel, y sustentado en la teoría de la transposición didáctica de (Chevallard, 1999, p.221), donde hay una transposición del saber científico al saber enseñado, el docente en las voces de los informantes, debe ser el garante del conocimiento como el único validador, pues en el “face to face” se encuentra su nuevo papel, y es el de transponer el contenido generado por la IAgén, contenido y saber digital, donde el docente en una vigilancia epistemológica del aula, entendida bajo los conceptos desarrollados por Chevallard en su didáctica, garantice la coherencia del saber transmitido, lo que en otras palabras se está enseñando, en este caso mediado por la IAgén.

De la mano de este nuevo papel del docente como curador del conocimiento mediado por la IAgén, y su desempeño en el rol de la transposición de los contenidos digitales, informes como el de la (UNESCO,2021), lo reafirman al exponer que la IAgén podría descargar a los docentes de tareas administrativas, propiciando espacios hacia una educación más integral en el acompañamiento socio emocional, con un apoyo de la IAgén que le permite y exige una validación constante, lo cual reafirma las posturas de los docentes, y la contrastación con la teoría de la transposición didáctica de Chevallard.

En esta misma subcategoría se aprecia un fenómeno de estudio adicional y es como la IAgén optimiza tiempo del docente, desde una perspectiva pragmática, acudiendo netamente a las experiencias de uso previas que han tenido los docentes, ellos valoran altamente la capacidad de la IAgén para asumir tareas mecánicas y liberar tiempo para labores de mayor valor pedagógico. Como lo expresa el informante docente NSRD002 quien destaca cómo la IAgén le permite en su voz: “ahorrar cierto trabajo para enfocar la energía en otra cosa, especialmente en la generación de instrumentos de evaluación y contextos en milisegundos, algo que manualmente le tomaría mucho más tiempo”. Para el este ahorro de tiempo, explica, le permite “gestionar los datos de los instrumentos de evaluación y poder entender un poco mejor qué es lo que está pasando con cada uno de los estudiantes”.

En su relato NSRD002 refiere a que dicho ahorro de tiempo le permite acercarse más a cada una de las dimensiones del aprendizaje el saber, saber hacer y el saber conocer de sus estudiantes, así como valorar los tipos de cognición a los que se está llegando, declarativo asumido

como el saber qué, correspondiente a conceptos y principios, el procedimental saber cómo, las habilidades y procesos, y como último el meta cognitivo, propio del saber sobre el propio conocimiento, lo que denomina como la conciencia y regulación del propio proceso de aprendizaje. Brevemente NSRD002 lo reafirma al expresar también que: “usa la IAgen para organizar material de trabajo” lo cual se sobre entiende va en la misma línea de ideas aportando información rica para entender el nuevo rol docente.

Riesgos y oportunidades

Uno de los impactos pedagógicos que más se mencionan, por parte de los informantes son los riesgos y las oportunidades de la integración de la IAgen en la educación, en donde con más detalle surgen fenómenos de estudio como el riesgo de aumentar la desigualdad educativa, debido a la accesibilidad de las tecnologías o a las tutorías idóneas para afrontar esta nueva tecnología, sin embargo también es claro que con los riesgos pedagógico vienen las oportunidades, pues la IAgen es clave para el modelo educación híbrida, donde esta sea un medio más casi al nivel de agente que permita en ciertos casos influir en el proceso educativo.

Con respecto a estos riesgos y oportunidades, las percepciones sobre el futuro del modelo educativo son divergentes. El informante docente NSRD002 visualiza en el futuro inmediato una oportunidad de “democratización del acceso al conocimiento para estudiantes cuyos padres no pueden explicarles matemáticas, nivelando el terreno de juego” lo cual corresponde a una gran oportunidad pedagógica.

En contraste, la informante estudiante NSRG111 es escéptica, su tono de voz, su expresión es precavida en estas afirmaciones, al cuestionarse sobre estas oportunidades como la educación híbrida, argumenta que: “no a todas las personas les funcionaría”. Pues en su voz ella percibe un riesgo de desigualdad debido a las diferentes actitudes, pues para ella: “aquellos con falta de interés o concentración podrían quedarse atrás si se depende demasiado de la IAgen en procesos autónomos, mientras que los motivados avanzarían mucho más rápido, ampliando la brecha” afirmaciones que más que contradecirse se complementan, en la voz de los dos informantes es claro que la democratización debe venir con un cambio de actitud frente al desarrollo de habilidades y adquisición de conocimiento.

No obstante, los demás docentes que fungen como informantes expertos ven la oportunidad pedagógica que trae una posible educación híbrida, llegando a expresar que es una necesidad ineludible ante la globalización, tal como lo expresa el informante NSRD004 quien sostiene que: “si los docentes siguen con métodos tradicionales, estamos perdidos”, además refuerza la idea al expresar que: “la integración es obligatoria para alinearse con el mundo actual”, por otra parte y complementando las ideas de los docentes informantes antes mencionados el docente NSRD003 propone lo que el menciona como: “el principio de cognición distribuida, con un pensamiento híbrido, donde el conocimiento se construye en la interacción entre estudiante, docente y la herramienta de IAgén”, lo que establece, que para este informante la IAgén si es un agente en el proceso educativo.

Estos últimos hallazgos se pueden ver y contrastar a través de lo expuesto por (Hutchins, 1995) y su teoría de la cognición distribuida, la cual es mencionada explícitamente por los informantes, agregando la IAgén como un actor más en el mix del proceso educativo entre estudiante docente e IAgén, sin embargo como varios de los informantes expertos advierte, este nuevo mix, solo será efectivo si se desarrolla una nueva competencia y es la alfabetización crítica, ajustada al concepto de ingeniería de prompts, donde el estudiante y docente tenga la claridad y capacidad de estructurar órdenes precisas al saber que se quiere desarrollar.

Como conclusión a esta subcategoría, se extrae que la IAgén podría tanto democratizar el acceso al conocimiento como acentuar la desigualdad educativa, siempre y cuando no haya una tutoría idónea y una reorientación actitudinal del estudiante, sin embargo, con un acompañamiento de docentes podría aprovecharse la IAgén como un agente de cognición distribuida, en el sentido que lo acuño (Hutchins, 1995) donde la cognición o el pensamiento humano es una “actividad constituida culturalmente que se distribuye entre individuos, artefactos y el entorno”.

Desafíos didácticos

Abordado desde la parte más práctica de la educación, que corresponde a la didáctica, con su estudio de las metodologías, técnicas, estrategias y recursos, para el eficiente proceso de enseñanza, surge un fenómeno de estudio dentro de los desafíos didácticos, y es la superación del reto de lo abstracto, en la interpretación hermenéutica de las voces de los informantes, se obtiene

que la abstracción matemática es una barrera didáctica histórica, que puede ser mitigada a través del uso de la IAgén.

Para el informante experto NSRD001 conceptos matemáticos como la pendiente pueden ser superados, él dice: “la dificultad de los estudiantes para aplicar conceptos abstractos como la pendiente en contextos reales”, viendo en el uso de la IAgén una herramienta poderosa que según su relato: “genera contextos, que pueden ser reales o ficticios, que permitan analizar la matemática” en su sentir de una manera más amena, en esto coincide el informante NSRD002, quien señala que: “su propio bagaje” como docente limita los contextos que puede ofrecer, mientras que la IAgén ayuda a generar contextos múltiples en diferentes situaciones para aterrizar la abstracción”.

Lo anterior deja la IAgén como una de las estrategias sopesadas por los docentes para acercar más el conocimiento, menos intuitivo y visual a los estudiantes, erigiéndose como un recurso válido en la enseñanza de las matemáticas, como lo expresa la estudiante NSRG113 quien sugiere, incluso que la IAgén debería desarrollar gráficas para ayudar a entender conceptos mediante referencias visuales, lo que abarcaría en términos didácticos tres componentes, la estrategia, la técnica y el recurso, para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Otro de los desafíos que se evidencian en los relatos del docente y en algunos estudiantes, en el apartado de técnicas y herramientas que corresponden a los desafíos didácticos en la necesidad de alfabetización en la formulación de prompts, que son las ordenes u indicaciones que se dan a la IAgén para que ejecute una tarea, en donde la claridad de estas órdenes influye de manera categórica sobre la eficacia de las respuestas de la IAgén.

Lo cual coarta el potencial de la IAgén en su rol como agente en el proceso educativo, y liga su integración al desarrollo de una nueva competencia didáctica: “la ingeniería de prompts”. Esta visión es clara para el informante experto NSRD002 quien advierte que: “los errores de la IAgén a menudo provienen de un mal direccionamiento de la información o por las malas instrucciones que le damos”, en su voz vislumbra pequeños detalles que deben tenerse en cuenta en el método de guía para el uso efectivo de la IAgén y afirma: “es crucial saber cómo ingresar el prompt y realizar dobles verificaciones” esta última parte retoma la noción de cognición distribuida, puesto que la IAgén se presenta como parte de la construcción del mismo conocimiento.

Por parte de los estudiantes, también se evidencia la necesidad de alfabetización de prompts, explícitamente la estudiante NSRG112 sugiere que el rol del docente debe ser de guía en: “cómo preguntar, cómo escribir el prompt”, lo que demuestra que los desafíos didácticos no solo corresponden a las percepciones de los docentes si no son también reconocidos y demandados por los estudiantes, como cierre es claro que esta subcategoría evidencia dos grandes desafíos didácticos para la integración de la IAgén en la educación matemática, el primero de ello es romper la barrera de lo abstracto de la matemática, y lo segundo es vencer la barrera de la comunicación entre usuario estudiante e IAgén para que sea completamente efectiva, correspondiendo a una óptima transmisión de conocimiento y desarrollo de habilidades.

Lo expuesto anteriormente, compagina con los estudios de (Lo, 2023, p.410), quien en su estudio de las capacidades de ChatGPT en la educación matemática, concluye que la efectividad de la interacción máquina estudiante, es solamente positiva si hay calidad en las ordenes que proporciona el usuario en este caso estudiantes o docentes, lo cual corrobora las subcategorías desarrolladas anteriormente entorno a la alfabetización crítica y la ingeniería de prompts.

Fundamentación teórica

Desde una perspectiva fenomenológica, se reconoce que el fin de esta investigación es buscar la comprensión más profunda del fenómeno de estudio, teniendo en cuenta el contexto y las experiencias vividas por los informantes, se busca la esencia de esta categoría, en donde desde la perspectiva hermenéutica se da significado a cada una de las expresiones de los informantes, lo que revela que la integración de la IAgén en la educación matemática no es la mera adopción de una nueva tecnología instrumental, sino, que se puede interpretar como una reconfiguración ontológica de la relación estudiante-conocimiento-docente, en las voces de los informantes, donde cambia la realidad del ser, tanto del ser estudiante como el ser docente, la existencia del conocimiento, la relación entre ellos, lo que lleva a un cambio fundamental en la realidad que los une, y es la educación.

En esencia el fenómeno radica en el cambio de posición de las partes del que componen la educación matemática, como lo es el esfuerzo cognitivo por parte de los estudiantes, en donde el aprendizaje matemático deja de centrarse exclusivamente en la ejecución algorítmica, dado que esta parte es la que con mayor facilidad resuelve y ofrece la IAgén, para reubicarse en la

validación, el juicio crítico y la contextualización, lo que varios expertos mencionan como el desarrollo del pensamiento complejo y crítico, llevando a un consenso tácito entre todos ellos, en donde la IAgén se puede considerar como una especie de prótesis cognitiva, con características potentes, capaces de ser transferibles a los usuarios, pero estéril, sin sentido si no hay mediación humana que transforma el dato en conocimiento verdadero, a voz más filosófica en episteme.

De lo anterior, queda explícito que, para los participantes, la integración de la IAgén no se detiene en el uso como una herramienta, aunque, algunos informantes así lo expresen en algunos casos de forma muy superficial. Sin embargo, bajo su relato de la experiencia, es claro que la interpretación correcta, se configura como un imperativo contextual y una extensión de las capacidades cognitivas humanas, cada uno de los informantes expresa las ventajas de la IAgén como apoyo, además, resaltan la capacidad que se tiene para superar brechas desde el uso responsable.

Desde la perspectiva docente, esta categoría, la fundamentación teórica, oscila entre la necesidad sociológica de responder a la globalización, como lo menciona explícitamente NSRD002, y de la necesidad psicológica de gestionar procesos de pensamiento complejo como expresan NSRD001 y NSRD002, por ende se crea una tensión dialéctica entre lo que los docentes expertos definen como la información externa, masiva, generada por la IAgén, la cual es perfilada para generar contextos, proveniente de una biblioteca monstruosa según NSRD001 que exige un filtro humano crítico como él lo menciona. y el conocimiento, o mejor la adquisición de conocimiento, tras el efectivo proceso educativo, siendo interno, estructurado y validado por el humano, que, para los estudiantes, se manifiesta mediado por la IAgén en el rol de tutor personalizado según sus voces capaz de adaptar el lenguaje matemático a sus necesidades cognitivas individuales, siempre supervisado por sus docentes.

Lo anterior deja entrever y contrastar con la teoría de situaciones didácticas de (Brousseau, 1997), que aunque el docente siga generando los medios para el aprendizaje del estudiante, al introducir la IAgén, en el proceso educativo, el medio que genera la IAgén adquiere un nuevo status, de modo que este medio deja de ser inerte como tradicionalmente se presenta, siendo ahora dinámico, propone y responde, lo cual modifica el contrato didáctico, lo cual va en concordancia con las ideas ya expuestas por (Luckin, 2018), quien concibe la IAgén como un catalizador, moviendo el rol del docente hacia la inteligencia humana, la meta cognición y la auto regulación.

por otra parte, bajo la teoría de la transposición didáctica de (Chevallard, 1999, p.221), se vuelve a retomar las ideas de subcategorías anteriores, donde debe haber un saber sabio, que es mediado por la IAgen, en donde el docente funge como filtro crítico, e instruye al estudiante a adquirir estas destrezas de criticidad, aun cuando la misma IAgen se adapta a las necesidades aparentes del estudiante.

Para el análisis global de la investigación, desde esta categoría, se aporta al marco teórico, que la IAgen no reemplazara al docente, solo transforma su rol, como antes se mencionó por la reconfiguración ontológica en el proceso educativo, ni tampoco se va a remplazar el esfuerzo cognitivo del estudiante, siempre que haya una supervisión y validación humana, sin embargo es claro que surge un nuevo paradigma, como señala teóricamente el informante experto NSRD003, quien apunta hacia el modelo de cognición distribuida o pensamiento híbrido, donde en la cognición distribuida, se reconoce que ninguno de los individuos tiene toda la cognición, y esta reside en varias partes, como instrumentos, entornos y otros individuos, para este caso los estudiantes, el entorno, los docentes y la IAgen.

De lo anterior también se reconoce un nuevo paradigma y es el pensamiento híbrido, que no puede interpretarse de la misma forma que la cognición distribuida, sino que este, debe interpretarse como la fusión de agentes para potenciar las habilidades cognitivas, lo que contrasta con las ideas expuestas por Molenaar (2022, p.632) en su artículo “Hacia diagnósticos de aprendizaje inteligente híbridos que ayuden a los docentes a fomentar el aprendizaje autorregulado de los niños”, en el cual expone lo mismo que el informante al expresar el aprendizaje como un proceso co evolutivo donde la IAgen lo potencia.

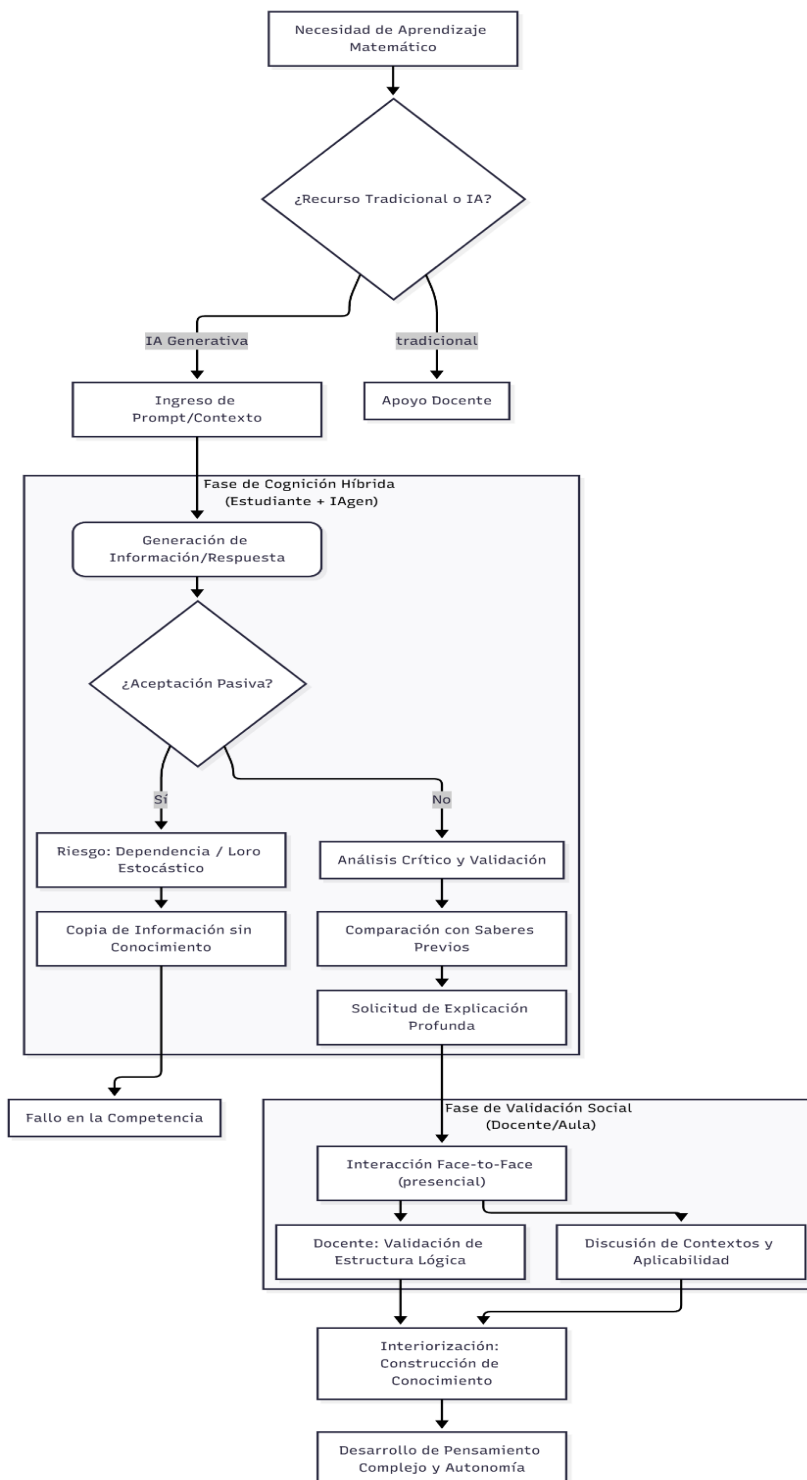
De lo anterior se toma que la capacidad de la IAgen debe usarse para generar múltiples contextos, que ayuden a romper barreras de la abstracción matemática y la democratización del conocimiento como lo expresó NSRD002, lo cual solo es posible si se da una interacción social que valide el resultado expuesto por la IAgen, lo cual contrasta con las teorías socio constructivistas de (Vigotsky, 1978), en donde se le permita al estudiante transitar de lo abstracto a lo concreto, lo que viene a demandar un nuevo nivel de alfabetización crítica para discernir entre la verdad algorítmica, verdad generada por procesos estocásticos que pueden no estar atados a las realidades particulares, como ya lo advertía hace casi una década (Selwyn, 2016), y la realidad

fenomenológica, realidad propia de la experiencia de cada uno de los individuos en el proceso educativo.

A continuación, se deconstruye la categoría principal, acudiendo a las voces de cada uno de los participantes, docentes en su rol de informantes expertos y estudiantes en su rol de actores principales del proceso educativo, se evidencia el surgimiento de subcategorías pertenecientes a la categoría principal de la fundamentación teórica.

Figura 8

Proceso enseñanza/aprendizaje matemático según las voces del informante con la integración de la IAgen



Fuente: elaboración propia

Análisis de las Subcategorías

Para esta categoría especial, que es la fundamentación teórica, es necesario abordar las subcategorías desde la epistemología, la cognición y la psicología, la didáctica, y el impacto sociocultural

Subcategoría Epistemológica:

La Naturaleza del objeto matemático ante la IAgén

Desde esta subcategoría se interpreta, proceso hermenéutico, la tensión entre lo que a nivel filosófico se entiende como el falibilismo, citando a (Peirce, 1868), vemos el error como base para el saber, pues para él, el inicio de no es la certeza, sino la duda, fuente de errores, llevando al producto de la vida que es el pensamiento, que es apoyado por la ideas de (Popper, 1999), quien propone el falsacionismo, conocido como su filosofía de la ciencia, donde para él se avanza con prueba y error, y lo que consideramos una respuesta exacta y es absolutismo matemático.

Surge entonces un fenómeno para interpretar en las voces de los informantes, y es la contraposición entre lo superficial que perciben los informantes y lo profundo, a un nivel de Doxa en contra de la Episteme, clara distinción teórica que es propuesta por el informante experto NSRD002, quien sostiene que lo que la IAgén ofrece es solo “información extensa y monstruosa” donde la IAgén permite hacer un “zoom” sobre la realidad, algo aun imperfecto en termino de conocimiento (Doxa), sin embargo, se interpreta en su voz que el “conocimiento”, definido por el mismo como las estructuras lógicas y metacognitivas internas del sujeto, base para el desarrollo del pensamiento crítico, se alcanza con un juicio de valor que el estudiante aplica sobre la realidad que es acercada por la IAgén (Episteme).

De la misma forma en las voces de los estudiantes, surge un fenómeno de estudio y es la IAgén como autoridad falible, en donde alejados de una visión platónica de la verdad absoluta donde la máquina posee la verdad, y los estudiantes acceden a ella a través del intelecto, los estudiantes adoptan una postura de verificación, no creen que la máquina tenga la verdad pura e inmutable. NSRG101 y NSRG102 describen un proceso iterativo, para ellas el acceso al conocimiento se alcanza con la práctica mediante el ejercicio, consultan a la IAgén, verifican su verdad frente a la expuesta por la IAgén y si hay discrepancia, debaten con la IAgén, en sus voces

“¿por qué no sería así?”. Lo que sugiere una epistemología donde la verdad matemática que presenta la IAgén se negocia y construye, no solo se recibe, lo cual contrasta completamente con las posturas de (Lakatos, 1976) en su obra pruebas y refutación donde expone que las matemáticas no son un cuerpo de verdades inmutables, sino que se construyen bajo la crítica y refinamiento constante como cualquier actividad falible.

Otro de los puntos mencionados por los informantes clave, que debe interpretarse desde el proceso hermenéutico, es lo que el experto docente NSRD003 menciona como “Loro Estocástico” quien en sus palabras rompe la concepción de la IAgén, desmitificando la IAgén, pasando a definirla teóricamente, no como un ente pensante, sino como un sistema de probabilidades estadísticas, una máquina que solo repite de acuerdo a los pesos probabilísticos que tiene cada Token, y depende de cómo entrenada. Esta visión del docente experto es compartida intuitivamente por la estudiante.

NSRG111, quien percibe las respuestas como un “copy-paste de información preexistente, carente de la humanidad necesaria para la verdadera comprensión”, lo que apoya y refuerza la idea expresada por el docente NSRD003, lo cual está plenamente en concordancia con el trabajo de Bender et al.(2021,p.610), quien hace referencia a los LLMs (Large Language Models) en castellano, grandes modelos de lenguaje como sistemas de amalgamas probabilísticas sin comprensión semántica, siendo estos una herramienta específica de la IAgén, y se refuerza con el trabajo de (Floridi & Chiriatti, 2020, p.681), quien expresa que la IAgén es prodigioso productor lingüístico, pero sin pensamiento, lo que denomina agencia sin inteligencia, siendo la agencia la ejecución de una tarea, a su vez se refuerza lo expuesto anteriormente entre la Doxa y el Episteme que recae explícitamente en el juicio humano.

Por último en la voz de la informante estudiante se hace explícito el fenómeno a estudiar e interpretar, que se mencionó en el preludio de esta categoría, acudiendo a lo mencionado como el falibilismo, en donde NSRG113 cambia la epistemología del error, validan dando el error, en su voz y experiencia ella busca la IAgén no para obtener la respuesta, sino para corroborar y detectar errores, viendo el fallo como una oportunidad de aprendizaje en el trabajo conjunto del humano y la máquina, esto último hace del saber sabio en las definiciones de la transposición didáctica (Chevallard, 1999, p.221) un saber dinámico, no estático al convertirse en un proceso de verificación del estudiante.

Procesos de aprendizaje y abstracción

De los fundamentos teóricos, surge la necesidad, de disertar a fondo como la IAgén funge como herramienta de andamiaje dentro de la zona de desarrollo próximo (ZDP) propuesta por Lev Vygotsky, y como este rol dentro del proceso educativo posibilita los riesgos de dependencia cognitiva. Para el docente experto NSRD003, existe de manera explícita de la cognición distribuida y la posibilidad del pensamiento híbrido, donde el conocimiento reside en la red de interacciones Estudiante-Docente-IAgén, lo que podría configurarse como estudiante-IAgén-docente, lo cual dejaría a la IAgén como el andamiaje, fungiendo como esa herramienta que facilita el aprendizaje que está a punto de aprender el estudiante según lo propuesto por Vygotsky.

En las voces de los estudiantes se devela un fenómeno de estudio y es la ZDP y el "Tutor Personal", en las expresiones de los estudiantes informantes la IAgén es un: “par más capaz” siguiendo las ideas de Vygotsky. la estudiante informante NSRG102 conceptualiza esta idea como un “tutor personal que permite profundizar temas no vistos en clase” dotando en su visión de IAgén de algo más allá de simplemente un andamio que le permite alcanzar nuevos aprendizajes, lo cual es reforzado por la estudiante NSRG102 quien utiliza la IAgén para ajustar el nivel de complejidad de los temas que ve actualmente en su voz lo expresa como: “abarque un nivel de décimo”, lo cual le permite gestionar activamente su propia ritmo de aprendizaje, sentimiento que va acorde con el concepto de andamiaje de Vygotsky.

Sin embargo, otros informantes estudiantes advierten sobre este rol de la IAgén de andamiaje, como riesgos latentes de dependencia y atrofia cognitiva, la estudiante NSRG112 advierte que: “se puede volver dependiente y perder el pensamiento crítico, si se salta directamente a la respuesta”, lo cual está en concordancia con las advertencias y sugerencias de (Luckin, Machine Learning and Human Intelligence The future of education for the 21st century, 2018) y más reciente mente en las sugerencias en (Luckin, Cultivar la inteligencia humana en la era de la IA: repensar la educación para el futuro, 2025).

Por otra parte, la estudiante NSRG111 refuerza las ideas de del estudiante NSRG112 al argumentar que, “sin esfuerzo procesual, el estudiante se queda con un vacío”, para ella en sí mismo el andamiaje que representa la IAgén es un riesgo potencial., lo que es retomado y

enfaticado por el docente experto NSRD001 quien acude a una metáfora biológica/social y cita: “el estudiante que no desarrolla juicio crítico se convierte en un zángano de la inteligencia artificial” lo cual muestra la preocupación de estudiantes y docentes sobre este rol de tutor o herramienta de andamiaje de la IAgén, contrasta con las ideas de (Wood, 1976, P.89) donde este advierte que el andamiaje debe ser temporal y retirarse porque puede llevar a la permanencia de este y generar dependencia, como lo expresaba el informante ser un zángano de la IAgén.

Subcategoría Didáctica: Transposición y Contrato Didáctico

Fundamentación didáctica

Esta subcategoría es crucial en la fundamentación teórica, desde la perspectiva de los informantes, agrupando los fenómenos que justifican por qué y para qué se debe integrar la IAgén desde una perspectiva de enseñanza-aprendizaje, lo cual es base para el marco de principios teóricos y razones prácticas que justifican las decisiones tomadas para diseñar, implementar y evaluar cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, en las voces de los informantes el por qué y para que se da en:

Primero, es claro que entre todos los informantes existe un consenso sobre la inevitabilidad de la IAgén como un imperativo contextual y social, donde en voz de los informantes esto no es una opción, sino una respuesta a cómo funciona el mundo actual y hacia donde está tendiendo la humanidad, y segundo todos concuerdan en que la integración es un paso natural que responde al por qué y para qué de la didáctica.

Para la docente experta NSRD004 de forma categórica es claro que la IAgén debe estar “alineadas con los procesos de globalización, independientemente del contexto socioeconómico, los estudiantes deben conocerlas porque así va el mundo” lo que deja ver en sus expresiones que para ella esto está a nivel de un imperativo categórico, o sea es un mandato incondicional y absoluto, con una naturaleza buena en sí misma, lo que es apoyado desde otra visión, pero con un mismo lineamiento por el experto docente NSRD002, quien desde una visión de equidad, introduce el concepto de democratización del conocimiento; en donde la IAgén juega un papel clave, y en su voz: “permite a los estudiantes sin apoyo académico en casa, padres ingenieros, por ejemplo tener acceso a una tutoría, nivelando el terreno de juego”, un poco más mesurado en sus afirmaciones el informante experto NSRD002 expresa que: “la IAgén se puede comparar con

herramientas previas como la calculadora o las bibliotecas físicas, y sugiere en a través de su voz que: “la integración es un paso natural en la evolución del acceso a la información”, es válido aclarar, bajo la interpretación hermenéutica que: por su tono y en el contexto refiere es a un paso natural del proceso educativo.

Sin embargo, esta integración va más allá del contexto social, pasa más allá de la democratización y de las mismas demandas de la globalización; esta incide directamente en la didáctica, transforma la forma en que el "saber sabio" se convierte en "saber enseñado" citando a (Chevallard, 1999, p.221) en su propuesta de la transposición didáctica, modificando las reglas del juego en el aula, donde la IAgén apoya al docente para evitar que en la transición del saber sabio al saber enseñado el conocimiento sufra deformaciones, lo que da paso a el concepto de transposición didáctica Asistida, necesaria según las voces del docente NSRD001 quien señala que la IAgén permite un "zoom sobre la realidad" y genera contextos múltiples para superar la abstracción matemática pura, lo cual es a veces negado al docente en el aula tradicional.

El docente NSRD002 complementa esta visión admitiendo una limitación humana: el docente a veces carece del "bagaje" suficiente para contextualizar matemáticas puras en situaciones reales inmediatas, lo que apoya la idea de la transposición didáctica asistida, y resuena en las conclusiones aportadas por (Crompton & Burke, 2023, p.22), quienes exponen la idea de la IAgén como andamiaje para la contextualización, que busca minimizar los riesgos de pérdida de sentido y forma del conocimiento entre los saberes sabio, saber a enseñar y saber enseñado.

En este sentido, la IAgén actúa como un agente que agiliza esta transposición, apoya y es parte fundamental de esta nueva transposición que es ahora asistida, creando problemas análogos y escenarios de aplicabilidad que al docente le tomaría mucho tiempo diseñar. Idea que es claramente reforzada por NSRD001, quien expresa de manera literal que: “la matemática sin contexto es árida”, validando a la IAgén como la herramienta clave para generar escenarios de aplicabilidad, y como mediador eficiente y veraz, para des escalar los saberes del sabio al enseñado sin modificaciones de fondo tal como lo expresa (Crompton & Burke, 2023, p.22).

Para los informantes estudiantes, la integración de la IAgén se entiende como un por qué de la necesidad de eficientes y la búsqueda de la expansión de los límites en la educación. La estudiante NSRG102 se refiere a esto como: “anteriormente el aprendizaje se limitaba a lo que decía el profesor o el libro, pero hoy la IAgén permite ampliar las temáticas y la profundidad más

allá del aula”, del mismo modo para NSRG111, aunque en su voz se muestra escéptica sobre la autonomía total que podría entenderse de las expresiones de NSRG102, reconoce que: “la IAgén acelera los tiempos de aprendizaje, permitiendo aprender en una semana lo que tradicionalmente tomaría un mes”, lo que encamina a redefinir la temporalidad didáctica y los procesos educativos a priori según esta interpretación de manera muy superficial.

Otro de los fenómenos correspondientes a esta subcategoría en las voces de los informantes es la IAgén como intermediario para el pensamiento complejo basado en (Morin, Introducción al pensamiento complejo, 1990), este fenómeno debe considerarse, interpretarse como el núcleo teórico más denso, debido a que es uno de los pilares, y propósitos de la educación, lograr desarrollar el pensamiento complejo y consecutivamente el pensamiento crítico, la IAgén no define el fin del aprendizaje, sino que se ubica como un medio para alcanzar niveles superiores de abstracción y comprensión conocimiento verdadero, en las voces de los informantes expertos, episteme.

Para el docente NSRD002 quien en su voz ofrece la siguiente definición conceptual clave: “la IAgén es un intermediario para generación de pensamiento complejo”, por su tono y expresión hace una distinción radical entre información, lo que para él está fuera de la cabeza, en la IAgén y el conocimiento, lo que expresa como estructuras lógicas internas del estudiante.

Para él, la IAgén permite hacer un acercamiento más profundo a la realidad, “que le facilita a el estudiante acceder a elementos profundos para construir juicios de valor”. Para el informante experto NSRD002 es necesario operacionalizar esto, explicando que: “la IAgén ayuda a superar la barrera de la abstracción matemática pura mediante la generación de contextos múltiples, permitiendo al estudiante ver la aplicabilidad real de conceptos abstractos como sistemas de ecuaciones en física”, mientras que para NSRD003 la intermediación en el pensamiento complejo por parte de la IAgén se da bajo el principio de “cognición distribuida”, donde el conocimiento se construye en la red de interacciones.

Los informantes estudiantes, se acercan en sus expresiones, al fenómeno de la IAgén como intermediario para el pensamiento complejo desde su praxis. NSRG113 concibe la IAgén como una herramienta que ayuda a: “comprender de una forma integral, especialmente cuando las explicaciones docentes no son suficientes”, lo que refuerza la idea de la intermediación de la IAgén en el desarrollo del pensamiento complejo. NSRG101 describe a través de su relato que: “utiliza

la IAgén para elevar la complejidad de sus ejercicios en los procesos educativos matemáticos, pidiéndole explicaciones y ejercicios de un nivel más difícil o profundo”, lo cual refleja plenamente los tres componentes del pensamiento complejo aplicado a la educación matemática, Principio de Recursividad y Auto-Eco-Organización (La Construcción del Objeto).

El estudiante no está viendo las matemáticas como una verdad absoluta si no como producto de procesos recursivos, al pedir nuevos ejercicios más complejos, Principio Dialógico (La Dualidad), de manera muy somera la estudiante confronta el concepto de profundidad y dificultad, y por último Principio Holográfico y Contextualización (El Todo en la Parte), aunque no lo expresa literalmente, la IAgén le proporciona la aplicabilidad y el contexto de como la parte de sus ejercicios corresponde a un todo de la educación matemática.

Mientras tanto, la estudiante NSRG112 expresa en su voz que: “la IAgén facilita el pensamiento complejo al adaptarse a su estilo de aprendizaje auditivo y visual, traduciendo el lenguaje metódico a uno más sencillo sin perder profundidad” lo cual refuerza lo dicho por la estudiante NSR101, debido a que: la IAgén se presenta para ayudar a la estudiante a integrar el concepto en un sistema global de conocimiento, lo cual acude al principio Holográfico, donde se puede mostrar una fórmula como una parte y su aplicación en las ciencias, siendo este el todo, del mismo modo al expresar que la IAgén “traduce”, permite interpretar que la IAgén al personalizar genera equilibrio entre el orden, la estructura lógica y el desorden la analogía creativa necesaria para la comprensión, lo cual pertenece al principio dialógico.

Para operacionalizar este desarrollo del pensamiento complejo y llevarlo efectivamente a las aulas, integrándolo al proceso de enseñanza y aprendizaje, es necesario ajustar las metodologías, o en este caso y bajo las interpretaciones de los informantes, proponer nuevas metodologías. Es válido entonces volver a citar a la estudiante NSRG112 quien menciona que la IAgén se adapta a estilos visuales y auditivos, pues esto dialoga directamente con la propuesta metodológica de la docente NSRD004, quien sugiere que: “la didáctica debe invertir su estructura clásica: partir de la imagen y la visualización hacia el concepto”. NSRD004 también exige, que estas estrategias no dependan de la voluntad individual, pues en su voz de manera explícita dice: “que se formalicen institucionalmente en el PEI, garantizando que la traducción y personalización que ofrece la IAgén sea una estrategia pedagógica sistémica y no solo una herramienta de estudio autónomo”.

Por otra parte, la estudiante NSR102 refuerza lo expresado por las estudiantes NSR112 y NSR101, en su voz la IAgén funge como un "tutor personal que explica paso a paso, permitiendo la comprensión profunda de temas complejos", lo que implica que la estudiante no solo ve la fórmula, sino el proceso de razonamiento y los múltiples caminos que llevan a la solución, por tanto, se infiere que existe el principio dialógico como se presenta en la teoría de (Morin, Introducción al pensamiento complejo, 1990), del mismo modo al afirmar que es un tutor personal, se infiere que asegura a el estudiante la comprensión, el sentido y la relevancia del objeto matemático de estudio.

Finalmente, y bajo una interpretación profunda de las voces de los estudiante y docentes, donde los estudiantes afirman que la IAgén "acelera los tiempos de aprendizaje" y actúa como un "tutor personal", y con la advertencia de los docentes sobre esta afirmación, se entrevé una consecuencia crítica, y es la "ruptura del contrato didáctico en la evaluación". En las voces de los docentes hay dos posturas que llevan a pensar en dicha consecuencia según NSRD001 y NSRD002.

Si bien la IAgén permite ampliar temáticas más allá del aula, los docentes NSRD001 y NSRD002 advierten que los métodos tradicionales colapsan, ya que, si el apoyo es total en casa debido a la IAgén, las tareas en casa pierden validez como prueba de aprendizaje, rompiendo los contratos evaluativos tradicionales rompiendo con el contrato didáctico contrastado en la teoría de las situaciones didácticas de (Brousseau, 1997).

Esto obliga a un repliegue hacia el "Face to Face" (cara a cara), como lo expresa NSRD001, y lo reafirma, nuevamente el mismo docente NSRD001 dentro del aula como: "único blindaje para validar que las estructuras lógicas internas y el conocimiento residen verdaderamente en el estudiante y no en la nube", haciendo alusión a las respuestas de la IAgén que el estudiante puede traer desde casa. Así, la fundamentación didáctica de la IAgén transita de ser una herramienta de expansión del conocimiento a un catalizador, lo que obliga y lleva a uno de los aportes más importantes de esta categoría y es: "*revalorar la presencialidad como espacio de validación del saber*", interpretando todas las voces, se llega a que es la base angular para la correcta integración de la IAgén en la educación matemática, tanto para los estudiantes como para los docentes.

Subcategoría Sociocultural:

Contexto, equidad y alfabetización

Dentro de la categoría de fundamentación teórica, es relevante reflexionar sobre las experiencias y las vivencias del informante, a un nivel más social y cultural como subcategoría, interpretando fenómenos como los que ya se mencionaban en las anteriores categorías, una de ellas es la democratización del conocimiento, como lo expresa en su voz el docente experto NSRD002, es un punto crucial de equidad, donde la IAgén funge como mediador y herramienta de equidad, al democratizar el conocimiento permitiendo el acceso al tutor experto, ya que para él “los estudiantes sin padres ingenieros o recursos para tutores privados ahora tienen acceso a explicaciones detalladas”, lo que establece un nuevo escenario nivelado en el aula.

De lo anterior surge un punto clave para alcanzar dicha equidad y democratización, es el fenómeno de la alfabetización crítica más conocido como *prompt engineering*, lo cual contrasta completamente con "Es necesario desarrollar una pedagogía de la pregunta. siempre estamos escuchando una pedagogía de la respuesta. Los profesores contestan a preguntas que los alumnos no han hecho" (Freire y Faundez, 1985, p. 45), no se queda ahí pues es también contrastable con la idea de (Freire, 1967), "la alfabetización no es un juego de palabras, sino la conciencia reflexiva de la cultura, la reconstrucción crítica del mundo humano" (p. 105).

Después de todo el proceso hermenéutico, es claro que esta alfabetización como fenómeno será el más relevante en la integración de la IAgén en la educación matemática, y debe ser de doble uso tanto para docente como para estudiantes, es sumamente relevante el *prompt engineering*, el docente experto NSRD003 y la estudiante NSRG112 enfatizan que saber matemáticas ahora implica saber "preguntar" (prompting), pues para ellos en calidad de sus experiencias, la correcta y certera respuesta matemática depende de la calidad de la instrucción lingüística y lógica dada a la IAgén.

Por último, la docente experta NSRD004 sitúa la discusión en un macro-contexto, donde ella afirma que negar la IAgén es negar la realidad globalizada, pero en esa misma idea enfatiza que: “la escuela debe actuar como puente ético para que los estudiantes no solo usen la herramienta, sino que entiendan sus implicaciones éticas y su necesidad para el futuro laboral”, lo cual deja interpretar que para la docente, existe un fenómeno necesario para interpretar bajo sus vivencias y es a nivel teórico interpretar las implicaciones éticas, ya que la integración es

inevitable, lo cual es también advertido por el docente experto NSRD001, quien no solo afirma que es inevitable, si no que bajo su experiencia existe un posible fenómeno adicional y es el riesgo de aumento de la brecha Cognitiva, ya que se vislumbra una nueva brecha social descrita por NSRD001, como los estudiantes que usan la IAgén para "crear e innovar" desarrollando el pensamiento complejo y los estudiantes quienes la usan para "evadir obligaciones escolares" los cuales entran en la mecanización y el desarrollo del pensamiento simple.

Como apreciación sobre la categoría, el investigador considera que es la más relevante, se debe entender bajo la interpretación general que la fundamentación Teórica en esta investigación no debe construirse sobre la premisa de si la IAgén “enseña matemáticas”, pues en las voces de los informantes es claro que debe construirse sobre reconfiguración de la relación del sujeto con el objeto matemático, la información plasmada en el grupo de discusión y la entrevista a profundidad datos sugieren que la teoría debe pivotar sobre el concepto de validación epistémica, lo cual debe entenderse como la validación del conocimiento, donde la competencia matemática fundamental en la era de la IAgén ya no es el cálculo exclusivamente, si no son un conjunto de habilidades híbridas humana/máquina, con el fin de juzgar la veracidad, pertinencia y aplicabilidad de lo generado por la interacción entre humano e IAgén cuando esta esté integrada a la educación matemática.

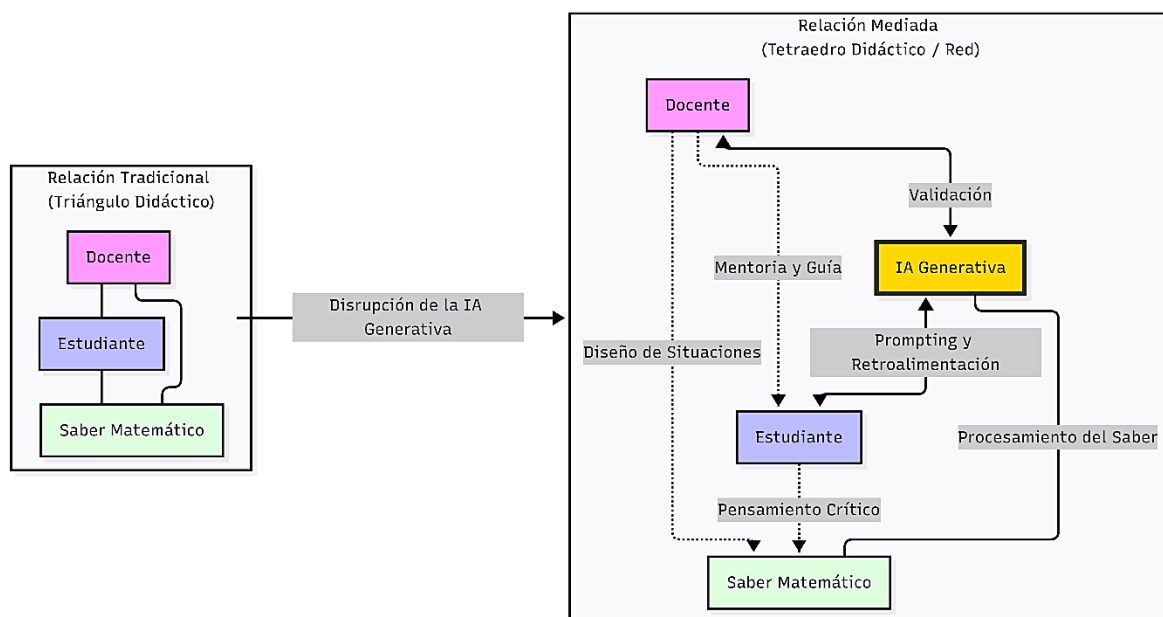
SECCIÓN V

TEORIZACIÓN

En esta sección se analiza la transición de la tríada tradicional —docente, estudiante y saber matemático— hacia la conformación de un tetraedro didáctico integrado por cuatro actores, tras la incorporación de la IAgén como agente activo. Esta reconfiguración exige una renegociación del contrato didáctico, tal como se representa en la Figura 9.

Figura 9

Relación tradicional y mediada por IAgén en la educación matemática.



Fuente: elaboración propia

Como resultado de esta investigación, surgen nuevos constructos teóricos, que rompen con algunos de los paradigmas tradicionales de la educación matemática, uno de ellos es el de la relación triangular entre docentes, estudiantes y saber en la educación matemática, para introducir otro actor en modo de agente, y es la IAgén, que es capaz de introducir contenidos de problemas,

soluciones y tutorías, abandonando la forma estática de la educación matemática, por una dinámica y de validación constante, lo que lleva a la verificación de la verdad, no a través de las demostraciones, sino a través del acto dialógico entre estudiante, docente e IAgén, llevando al descubrimiento más relevante de esta investigación, y es la pedagogía del juicio, que cambia el enfoque de la enseñanza, no se busca ejecutar una operación, se busca validar una respuesta, evaluando su precisión, la eficiencia del método usado, el uso de herramientas o métodos usados, y sobre todo la detección de posibles errores, por sesgos o pasos lógicos, siendo esto un paso en la transición del cálculo a la auditoría crítica.

Después de haber presentado y analizado cada uno de los resultados provenientes de los instrumentos de recolección de información usados en esta investigación, se da por contrastado los aportes de los informantes en las voces de los estudiantes y docentes, con las teorías expuestas en el capítulo II y las nuevas citadas en el capítulo anterior que sustentan o contradicen los aportes de los informantes, se trasciende de la descripción fenomenológica del objeto de estudio en sus voces, a una interpretación hermenéutica de segundo nivel por parte del investigador.

En consecuencia, la información proveniente de las voces de los docentes y estudiantes bajo la interpretación del investigador, revelaron que la integración de la IAgén en la educación matemática no constituye un simple salto en las herramientas didácticas y asistenciales en el aula, como lo fue la calculadora y otros dispositivos de cómputo, sino una ruptura ontológica en la relación sujeto y objeto de conocimiento, en donde se ha abandonado el modelo clásico de relación con el conocimiento basado en el positivismo del siglo XIX y se trasciende a la interpretación hermenéutica, donde el conocimiento se construye en el diálogo y la intersubjetividad basada en la transparencia del mismo sujeto, dado que la IAgén se presenta como un agente semántico con cualidades que llevan a simular razonamiento.

Por otra parte, a partir del análisis de las voces de los informantes, surge una tensión dialéctica entre dos conceptos, que toman significados propios y únicos en esta investigación, y es la Doxa, que surge por las vivencias de los informantes al interactuar con la IAgén, dotándola de un significado particular que corresponde a toda información emanada de la IAgén, información reconocida como probabilística, masiva y en varias ocasiones sesgada por el algoritmo, que es empujado a generar respuestas aun cuando estas no sean plenamente correctas, y la Episteme, el conocimiento verdadero, generado por la aplicación de estructuras lógicas y verificables por

docentes y estudiantes, lo cual lleva a sugerir que si solo se queda en la Doxa por la facilidad al acceso de esta información, es muy probable una atrofia en el pensamiento matemático del estudiante, lo cual lo convertiría en un “zángano cognitivo” a menos de que se estructure un ente regulador crítico, en la mayoría de los casos el docente.

Basado en lo anterior, se presenta la siguiente teorización que sostiene el éxito o el fracaso de la educación matemática en este nuevo contexto, deja claro que esto no radica en la tecnología en si, por ende, es claro que la conclusión del éxito o fracaso no es per se a la IAgén, esta depende netamente de una condición humana, que emerge de esta investigación, y es la validación epistémica crítica, fundamental en el modelo dinámico de validación epistémica y de la pedagogía del juicio en la educación matemática que se propone en esta investigación, donde el estudiante evita preguntarse ¿esto está bien?, y debe empezar a justificar su aprendizaje mediante “esto es válido porque”.

De lo anterior se argumenta que la integración de la IAgén como un agente, mas no como una herramienta fuerza, a que la triada estudiante docente saber matemático, se convierta en un tetraedro de estudiante IAgén docente saber matemático, que debe renegociar el contrato didáctico expuesto por (Brousseau, 1997), donde su eje de aprendizaje ya no es el cálculo, ni las respuestas absolutas, sino el juicio y la verificación en dos niveles, ya que existe la falibilidad de la máquina y los sesgos del docente, la autoridad se cuestiona y hay dos posibles rupturas por juicio, la primera en la autoridad del docente y la segunda en la autoridad de la máquina como fuente de conocimiento, lo que lleva a posicionar estas rupturas como motores didácticos, necesarios en este nuevo entorno para el desarrollo del pensamiento complejo.

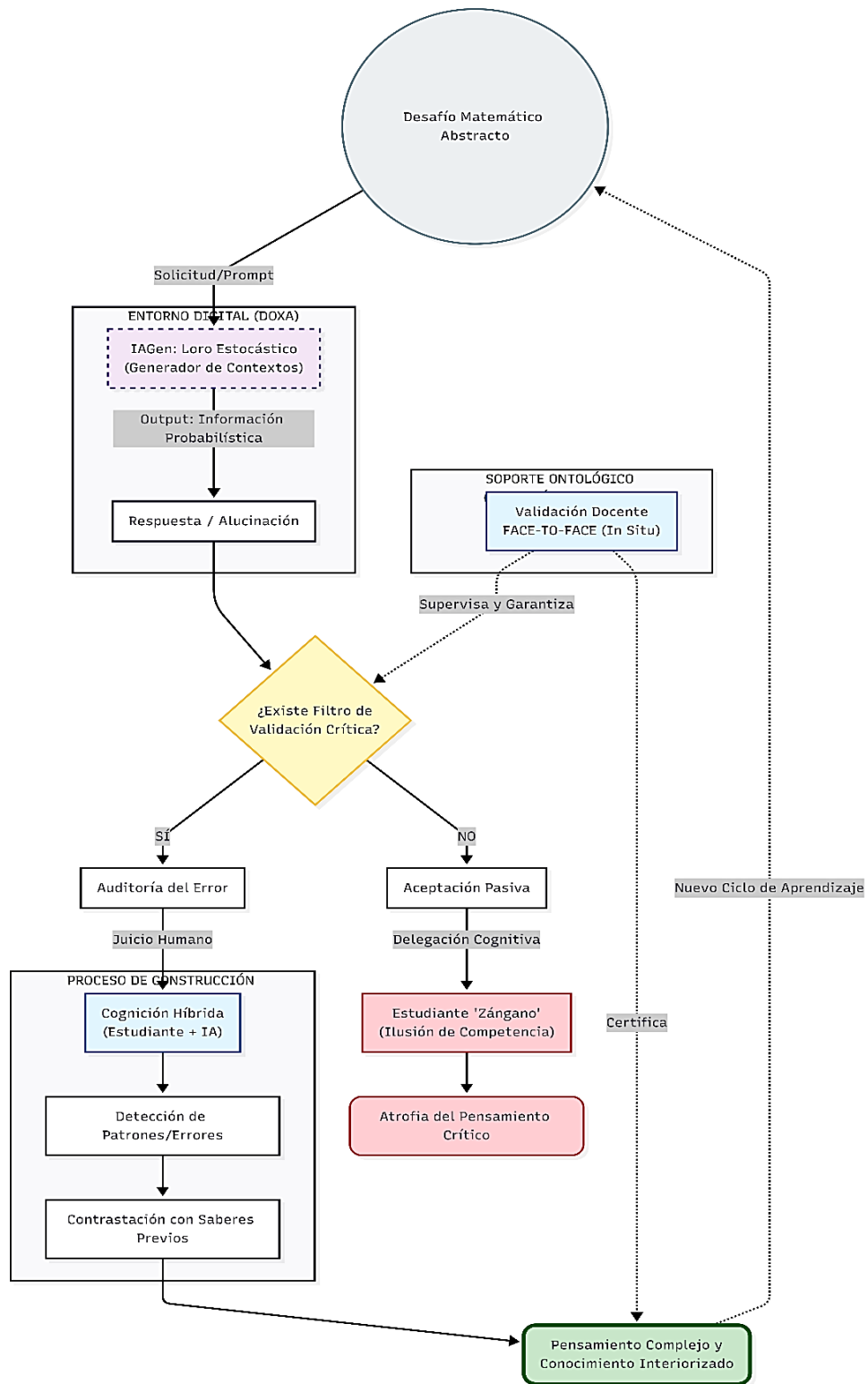
Para sustentar esta teorización, esta investigación se aleja de los cierres tradicionales de las investigaciones descriptivas e interpretativas, pasando a una organización por nudos, proposiciones y cerrando con una conclusión integradora, que busca por la naturaleza de esta investigación fenomenológica hermenéutica, llegar a lo que (Jara, 2018) define como una “interpretación crítica”, trascendiendo de la mera descripción hasta llegar a la interpretación profunda, la discusión se organiza en tres puntos de convergencia denominados nudos teóricos, entre los hallazgos empíricos, las voces de los informantes, la teoría anteriormente citada en esta investigación y la interpretación crítica del investigador de esta tesis doctoral.

Validación epistémica y la pedagogía del juicio en la educación matemática.

A continuación, se presenta el diagrama del Modelo Dinámico de Validación Epistémica, el cual se articula a través de tres nudos teóricos fundamentales. El primero de ellos corresponde a la dialéctica de la verdad, nudo que examina las rupturas en la autoridad del conocimiento dentro del aula. El segundo nudo teórico analiza la paradoja de la contextualización y la transposición didáctica; en esta etapa se identifica el riesgo de una ilusión de competencia y de aprendizaje superficial, producto de la capacidad de la IAgén para simplificar conceptos complejos, acción que podría comprometer la capacidad de abstracción del estudiante. Por último, se expone el nudo de la reivindicación de la presencialidad, definido como el anclaje ontológico del "face to face", único medio válido para certificar la verdad en el marco de este estudio.

Basado en los nudos teóricos emergentes de la triangulación entre informantes, teorías e interpretación del investigador, se proponen tres proposiciones, que representan los aportes teóricos derivados de la interpretación del investigador, siendo el primero la cognición híbrida de doble vía, el segundo la ruptura y renegociación del contrato didáctico, y por último el principio de falibilidad como motor didáctico, llevando a una pedagogía de la validación crítica, que consolida la teorización necesaria para la integración de la IAgén en la educación matemática, en la teoría que el investigador nombró como modelo dinámico de validación epistémica y la pedagogía del juicio en la educación matemática.

Figura 10
Modelo Dinámico de Validación Epistémica



Fuente: elaboración propia

La dialéctica de la verdad, del absolutismo a la verdad negociada

Este es el primer nudo teórico que surge de la triangulación de teoría, informantes e investigador. La incursión repentina de la IAgén en la educación matemáticas, permea todos los escenarios del proceso educativo, desde las aulas, los espacios comunes institucionales y los hogares de los estudiantes, donde estos reciben clases, instrucciones, guía y desarrollan actividades de formación académica, esta repentina incursión ha provocado una ruptura de la concepción tradicional de verdad matemática, única e inamovible, sujeta a la concepción matemática del paradigma absolutista, y platónico.

Donde el conocimiento no reside en el sujeto sino este es externo, el conocimiento por lo tal se considera pleno, estático, e infalible, el cual es custodiado por el par más capaz, en el caso de la educación tradicional el docente, y mediado por libros de texto con “saberes matemáticos”, planteamiento contrario a los hallazgos de esta investigación, la cual sugiere que la verdad matemática mediada con IAgén es dinámica, falible y con una interacción de cuatro actores, que transita por la negociación de la verdad matemática.

En este apartado se examinan las tres ideas fundamentales que configuran el nudo teórico de la dialéctica de la verdad: del absolutismo a la verdad negociada. Estos componentes comprenden: la conceptualización de la IAgén como autoridad falible, la gestión de la tensión entre el efecto topaze y la validación del error, y la evolución del sujeto mediante el cambio de rol de operador a evaluador crítico.

La IAgén como autoridad falible

De los informantes claves se extrae una doble interpretación de lo que es la IAgén en la educación matemática, generando una paradoja conceptual, dado que, por una parte los informantes reconocen la IAgén como autoridad del conocimiento dado la capacidad de procesamiento, maneja grandes volúmenes de información y estructuran respuestas en su mayoría coherentes, mientras que por otra parte, en sus voces le restan atributos como el de infalibilidad, dado a las posibles alucinaciones propias de la IAgén y los sesgos algorítmicos, esto rompe con la percepción de caja negra tecnológica, donde se introduce una orden y se recibe una respuesta

incuestionable, como si de un traductor se tratara, pasando a un desglose de las respuestas que proporciona la tecnología a niveles muy profundos.

Lo anterior conlleva a seguir una línea que concibe la verdad matemática como una construcción dialéctica, en este caso entre la IAgén y los informantes, en donde se obliga a estudiantes y docentes a dejar la aceptación pasiva de las respuestas dadas por la tecnología, esto debido a que la IAgén introduce una falibilidad en esta relación de conocimiento de manera artificial, por ende, la lógica del descubrimiento de la matemática, no es absolutista sino dialógica como lo propone (Lakatos,1976).

Esto se interpreta desde las percepciones de los informantes, la teoría y la interpretación del investigador, como un movimiento del lugar de la verdad matemática, pues está ya no es absoluta, no reside en una respuesta puntual, el resultado de la IAgén puede estar sesgado y con riesgo de alucinación, lo que lleva la verdad a un lugar de auditoría de la respuesta, en uso de los informantes una auditoría del pensamiento, como se interpretaba en las voces de los informantes, donde la respuesta descrita en esta tesis como Doxa, una interpretación algorítmica de volúmenes ingentes de información sin sentido verificable, debe moverse o buscar desplazarse a la Episteme, que bajo la interpretación de las voces de los informantes por parte del investigador, es el conocimiento verdadero, el cual tiene inmerso una justificación lógica que valida la respuesta de la IAgén.

La tensión entre el efecto topaze y la validación del error

Uno de los hallazgos que más reaparecen en cada uno de los informantes es el efecto topaze expuesto por (Brousseau, 1997) en la teoría de las situaciones didácticas, que es la reducción de conceptos a mínimos extremos en donde la única respuesta posible es la correcta, generando un conflicto ético y cognitivo, conflicto que está presente en la educación tradicional, cuando el docente reduce al extremo los conceptos para que el estudiante entienda, sin embargo niega cualquier tipo de pensamiento abstracto, o interpretativo de los conceptos enseñados, de la misma forma en la educación matemática que integra la IAgén, se presenta este efecto cuando se usa como tutor personal y esta reduce al máximo conceptos, dando al estudiante la respuesta correcta sin que este realice un mínimo esfuerzo cognoscitivo.

Lo cual conlleva a reemplazar el andamiaje cognoscitivo como lo presenta (Vigotsky, 1978) por un sustituto cognoscitivo por parte de la IAgén, en este caso la IAgén elimina todo obstáculo epistemológico, crucial para que se produzca el aprendizaje, además la IAgén resuelve todo posible error y prejuicio que el estudiante pueda tener, evitando la reestructuración del saber del estudiante, lo cual adormece la adquisición de conocimiento, y por ende el pensamiento crítico.

Sin embargo en los hallazgos de esta investigación, surge una contraparte dialéctica inmersa en la misma naturaleza de la IAgén y su falibilidad, y es la validación del error, como consecuencia del error artificial, entendido como la alucinación de la IAgén, el cual obliga a mantener una vigilancia del conocimiento por parte del estudiante y del docente como curador de la verdad, quienes tienen la misión de falsar los resultados de la IAgén bajo las nociones de (Popper, 1962) sobre el avance de las ciencias y la verdad. En esta investigación se muestra que el aprendizaje significativo no ocurre cuando la IAgén proporciona la respuesta correcta, si no cuando esta la respuesta de la tecnología se rompe y falla, y el usuario ve la necesidad imperativa de asumir una vigilancia epistemológica bajo el concepto de (Bachelard, 1993), lo que a su vez empodera al usuario quien bajo su criterio lógico corrige y genera el verdadero conocimiento.

Cambio de rol de operador a evaluador

Bajo la interpretación de los hallazgos de esta investigación, emerge la teorización del cambio de rol del sujeto, que propone una nueva idea de competencia matemática, transitando de la ejecución de algoritmos, donde por la capacidad de procesamiento la tecnología detrás de la IAgén es superior, a la competencia de validación de los algoritmos ejecutados de manera propia como por parte de la IAgén, convirtiendo la verdad matemática en el aula, en un proceso de negociación entre estudiantes e IAgén, en el cual el estudiante debe levantarse como curador de la verdad, bajo la supervisión del docente y en uso de su juicio crítico.

Lo anterior genera un giro en los niveles de la taxonomía de (Bloom, 1956), se salta de las habilidades del pensamiento inferiores como recordar, comprender, aplicar, analizar a las habilidades del pensamiento de orden superior como evaluar y crear, esto se debe a que la IAgén en la integración proporciona estas habilidades inferiores al dar una respuesta, la cual ubica al estudiante en una posición de curador, con la obligación de evaluar y crear conocimiento, la verdad

pierde entonces su naturaleza de objeto y se transforma en un constructo híbrido, que se genera por la verificación y evaluación humana de una respuesta algorítmica y probabilística.

Paradoja de la contextualización y la transposición didáctica

En este segundo nudo teórico, se presenta uno de los hallazgos más relevantes para esta investigación, y es la capacidad que expresaron los informantes de la IAgén, para proveer de contexto a conceptos abstractos de las matemáticas, llevando los conceptos a escenarios más cotidianos para los estudiantes, una capacidad de alto valor pedagógico pero en su uso desmesurado puede encerrar un riesgo al proceso de aprendizaje, lo que lleva a una contradicción sistémica, ya que su uso generalizado en el proceso coarta las capacidades del estudiante para desarrollar un aprendizaje profundo.

A continuación, se examinan las tres ideas fundamentales que configuran el nudo teórico de la Paradoja de la contextualización y la transposición didáctica. Estos componentes comprenden: Transposición didáctica asistida, Ilusión de competencia y secuestro de la abstracción, Vigilancia epistemológica en la era del prompting.

Transposición didáctica asistida

En este sentido, la IAgén funge como un puente del conocimiento muy abstracto y el aprendizaje del estudiante, en donde bajo el concepto acuñado por (Chevallard,1985) de transposición didáctica, entendida como la transformación del saber sabio al saber enseñado, en la interpretación y descripción por parte de los informantes queda claro que la IAgén interviene de manera positiva en esta transposición, debido a la capacidad anteriormente mencionada de generar contextos que permitan entender conceptos a primera impresión complejos para el estudiante, conceptos como derivadas, integrales, estadística inferencial o conceptos mas cercanos a la educación secundaria pero de mayor profundidad como lo es el concepto de número como conjunto o de infinito, alguno de estos conceptos abstractos la IAgén son aterrizados en problemas o situaciones de interés al estudiantes, como lo son los videojuegos, la ingeniería e incluso las finanzas.

Esta capacidad reconocida por los informantes y el investigador en esta investigación, lleva a la democratización del sentido de la matemática mas abstracta, como lo expresaron algunos docentes el bagaje situacional de contextos en el área de matemáticas, es limitado algunas veces frente a la IAgen y la vastedad de su información actual relacionada con los conceptos enseñados. Esto conlleva a que el docente delegue la fase creativa de la transposición didáctica a la IAgen, lo cual supone una contrariedad debido a que esta capacidad priva de todo esfuerzo tanto a docentes como estudiantes de vincular el conocimiento la teoría a el mundo cotidiano o la práctica, formando así el primer componente de la paradoja y es quien realmente desarrolla la capacidad de vinculación del conocimiento.

Ilusión de competencia y secuestro de la abstracción

En el análisis hermenéutico de los instrumentos de recolección de información, el investigador en una interpretación de las voces de los informantes, concluye que, aunque hay entusiasmo por parte del docente por las capacidades de contextualización de la IAgen, es revelador el riesgo de una ilusión de competencia, ya que contrastado con la teoría de aprendizaje matemático por (Brousseau, 1997) en las situaciones didácticas o la matemática real de (Freudenthal, 2005), el estudiante debe transitar del contexto a lo abstracto de la matemática para consolidar el conocimiento, lo cual es contradictorio ya que si la IAgen proporciona el contexto y la solución al problema que encierra el concepto a enseñar, se restringe el proceso de abstracción como tal esta en riesgo la consolidación del conocimiento en el estudiante.

Lo anterior, lleva a cuestionarse y plantearse la segunda parte de la paradoja, y es la capacidad pedagógica de la IAgen al contextualizar situaciones matemáticas, ya que se esta apartando a el estudiante de la construcción del modelo matemático necesario para vincular la realidad cotidiana con los conceptos matemáticos abordados, dejando al proceso educativo en una comprensión superficial de los conceptos en sí, esto va en línea con lo expresado por los informantes como zángano cognitivo, donde el estudiante opera dentro del contexto generado por la IAgen pero sin entender ni comprender las estructuras lógicas que subyacen en los conceptos y conocimientos matemáticos, lo cual se opone a las ideas de (Chevallard,1985), pues aquí el saber no se esta transformando de saber sabio a saber enseñado, se esta modificando para ser

simplificado y consumido por el estudiante sin ningún sentido por ende dejando atrás cualquier consolidación del conocimiento.

Vigilancia epistemológica en la era del prompting

La paradoja descrita anteriormente, obliga a plantearse un método para su solución. Bajo la interpretación del investigador, este método debe ser un compendio de las teorías de Bachelard y Chevallard citadas en esta investigación, que conlleva a la necesidad de una nueva vigilancia epistemológica, donde en ciertos casos el docente puede delegar la transposición creativa del conocimiento matemático a la IAgen, siempre y cuando este intervenga para asegurar que la contextualización generada por la IAgen no oculte el concepto matemático al estudiante, ni aparte por completo al estudiante en la transición del contexto a lo abstracto de la matemática.

Esta investigación, tras el proceso hermenéutico del investigador sobre las voces de los informantes sugiere que el éxito radica en las ordenes (Prompt) que el docente o estudiante dan a la IAgen, en este sentido se halló que el éxito corresponde al diseño de prompts críticos, los cuales deben ser capaces de generar contextos sobre los conceptos, pero deben llevar inmersos el sentido crítico del estudiante y la validación del docente, que permita despojar al problema de su contexto para encontrar los conceptos matemáticos que subyacen en él, su estructura abstracta, de eso se desprende el mayor hallazgo de esta investigación y es “ en el proceso de la educación matemática que integra la IAgen, no se busca la abstracción del estudiante para resolver un problema, se busca la abstracción del estudiante para validar la consistencia matemática de los contextos generados por la IAgen para entender conceptos matemáticos y resolver problemas matemáticos”

Reivindicación de la presencialidad como anclaje ontológico

El tercer nudo teórico se desarrolla alrededor de la validación del conocimiento, conocimiento que se presenta por fuera de todo sujeto, tanto de docentes como de estudiantes, y es el conocimiento aparente que muestra la IAgen, que no es mas que un volumen masivo de información con buena relación semántica pero sin un sentido de fondo, este aparente conocimiento se presenta por parte de la IAgen como residente en la nube y estructurado a través del algoritmo, frente a ello esta investigación encuentra que existe una reacción defensiva de los docentes y de forma más global del sistema educativo completamente necesaria, y es la

reivindicación de la presencialidad, como verificación ontológica, entendiéndose como un mecanismo necesario para la efectiva integración de la IAgén en la educación matemática, alejada a toda idea luditas o tecnofobia de los actores de la educación a la integración de la IAgén.

Sucesivamente, se examinan las tres ideas fundamentales que configuran el nudo teórico de la Reivindicación de la presencialidad como anclaje ontológico. Estos componentes comprenden: Crisis de la autoría, Aula como espacio de certificación epistémica, Valor ontológico del encuentro humano.

Crisis de la autoría

La integración de la IAgén en la educación matemática no solo se pretende para hacer presencia en el aula, si no en todos los espacios del proceso educativo, uno de ellos muy importante, es el hogar de los estudiantes, crucial para el desarrollo de actividades de en casa, sin embargo, esto crea una crisis de validez, ya que es difícilmente corroborar a día de hoy la autoría sobre el producto intelectual, en la interpretación de las voces de los informantes es claro que no hay certeza sobre la originalidad de las tareas para casa cuando un estudiante entrega la solución matemática a una de ellas.

Lo anterior lleva a una ruptura entre tres de los cuatro pilares de la educación basado en (Delors,1996), el primero de ellos es el saber hacer, el segundo es el saber conocer y el tercero y último el saber ser, esto sucede cuando el estudiante entrega una solución matemática producida por la IAgén de forma directa, pues delega el hacer a la IAgén, no interioriza el conocimiento, y falla en el valor ético de la transparencia y honestidad, aquí los docentes experimentan un problema de autoría que la educación matemática tradicional no puede resolver.

En esta era disruptiva de la IAgén en la educación, se presenta desde una perspectiva fenomenológica, el aula como el único espacio donde se pueda superar la crisis de la autoría, aterrizar los conocimientos e interiorizarlos aun en uso e integración de la IAgén, ya que se puede distinguir claramente la doxa, solo información, del episteme, el conocimiento verdadero interiorizado y consolidado en el estudiante, mediado por la presencialidad, en voz de los informantes el face to face, que funge como anclaje ontológico.

Aula como espacio de certificación epistémica

Otro de los hallazgos en esta investigación referentes a la validación, en este caso la certificación epistémica, es el cambio del valor pedagógico docente, donde este pasa de ser quien explica a quién certifica, reforzando el contrato didáctico de (Brousseau, 1997), en este caso el estudiante espera que el docente le asigne el problema matemático, las pistas, sin embargo, las herramientas son mediadas por la IAgén.

Por otra parte, el docente espera, más que resolver el problema, porque a priori, con la IAgén es casi seguro que lo resuelva, el docente espera el uso de los conocimientos previos para auditar las respuestas de la IAgén, y en ese proceso demostrar la adquisición y abstracción de nuevos conocimientos matemáticos, donde, quede en evidencia que en el proceso hubo ruptura del contrato, lo que valida el verdadero aprendizaje según Brousseau. Contrato que se ve reforzado por la presencialidad a través de la defensa oral y la interacción inmediata.

Aquí los informantes destacan que la única forma de superar las barreras de autoría del conocimiento y de certificación epistémica del conocimiento, es mediante el intercambio dialógico, donde no exista la mediación de una tecnología como la IAgén, haciendo de este proceso directo entre docente y estudiante, lo cual verifica que existe una real acomodación de los esquemas mentales del estudiante, entendiendo los esquemas mentales según (Piaget, 1954).

Lo que lleva al siguiente hallazgo de esta investigación, y es que el aula evoluciona, de espacio de instrucción a espacio dialógico, donde se defiende la verdad. con una marcada interrogación socrática por parte del docente, desde la exposición de las ideas de los estudiantes, las creencias de los mismos, la exposición de las pruebas lógicas a sus ideas, las diferentes perspectivas a sus respuestas desde diferentes ángulos, la proyección de las implicaciones de sus ideas, y finalizando con la reflexión y análisis del porque existe para el estudiante el problema o la pregunta. Lo que permite según el investigador desmontar la simulación de conocimiento facilitada por la IAgén al integrarse al proceso educativo.

Valor ontológico del encuentro humano

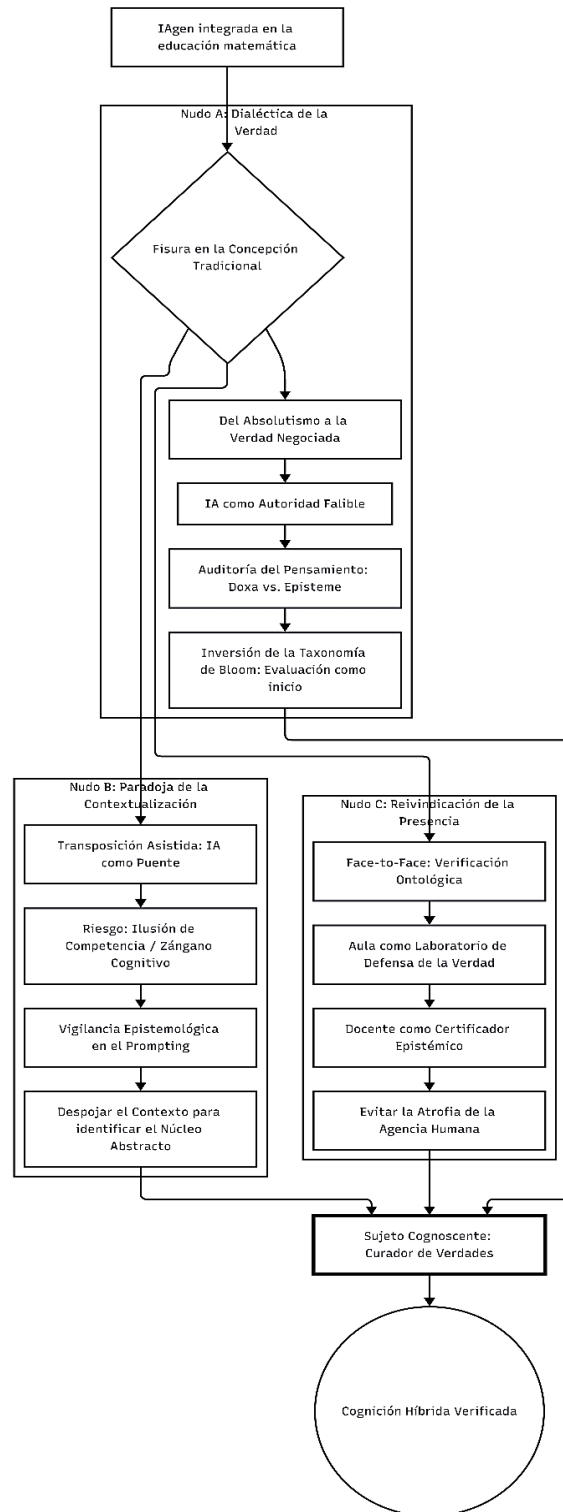
Finalmente, tras la triangulación en el nudo teórico, el investigador propone que, el aprendizaje de las matemáticas, en este modelo de integración de la IAgén, no es un acto

meramente académico de transmisión de conocimiento, sino que tiene inmerso el carácter social de la educación en sí, además de ser un acto emocional, que demuestra la necesidad del otro, aquí mientras que la IAgen puede asumir según los informantes, la capacidad para actuar como tutor personal, es evidente que carece de tacto humano y de sentido pedagógico, no es capaz de reconocer, la duda, el bloqueo en las gestualidades, en las palabras y la mayoría de acciones del estudiante.

Aún más, carece de la capacidad de detectar el insight, lo que desde la neurociencia y la psicología cognitiva se conoce como el momento de revelación, fundamental en procesos de aprendizaje, una pausa justa antes del insight por parte del docente asegura el procesamiento y la interiorización del conocimiento, una solución rápida por otra parte como las de la IAgen roban ese insight y cortan el aprendizaje verdadero y profundo.

El hallazgo de esta investigación sobre el valor de la presencialidad, confirma que no importa que tan buena o potente sea una tecnología, es necesario la presencia humana, en mayor medida cuando la tecnología es capaz de simular competencias humanas, la presencialidad, y la validación epistémica garantizan que el uso de la tecnología se convierta en una extensión de la mente y no un sustituto de ella, evitando la atrofia de la agencia del conocimiento, concluyendo que el encuentro mencionado por los informantes como el face to face, funciona como filtro de validación crítica, con lo cual queda en evidencia que sin la verificación del docente, el debate en el aula para la defensa de la verdad, el sistema que aquí se mencionó como cognición híbrida colapsa, hacia la repetición del algoritmo o la IAgen.

Figura 11
Diagrama Sistémico de los nudos teóricos



Fuente: elaboración propia

Tras la descripción de los tres nudos teóricos, emergentes de los resultados de esta investigación, se procede a realizar tres proposiciones teóricas, como producto de esta tesis, la primera de ella es el aporte mas potente a las teorías de la educación, como aporte al conocimiento se propone la teoría de la cognición distribuida de doble vía, la ruptura del contrato didáctico y el principio de falibilidad como motor didáctico en la era de la inteligencia artificial en la educación.

Teoría de la cognición híbrida de doble vía

Tras la triangulación de los hallazgos de esta investigación, se postula que la integración de la IAgén en la educación matemática, genera una interacción entre docente estudiante e IAgén, en donde hay un proceso asistencial técnico que no es lineal, sino que se acerca al concepto de cognición híbrida, evolución de los conceptos de cognición distribuida expuestos primero por (Hutchins, 1995) y luego compilados en (Salomon, 1993), donde el procesamiento de la información no solo esta en el sujeto sino en todo su entorno y la mente es un sistema completo que los agrupa.

En consecuencia el conocimiento no se construye solo en la mente del sujeto, sino que es una construcción social por el esfuerzo conjunto, esto es base para la cognición híbrida propuesta en esta investigación, en donde se conceptualiza el acoplamiento de la IAgén como extensión de los estudiantes y docentes, tomando el rol de agente activo del conocimiento, a nivel de socio cognitivo con cierto grado de autonomía, característica necesaria para sugerir de forma proactiva procesos e información al usuario.

Este proceso asistencial no es unidireccional o de una sola vía, es un proceso bifurcado, en unas trayectorias ontológicas y cognitivas contrapuestas, que conllevan a la atrofia o la potenciación del pensamiento, dependiendo de la agencia epistémica del estudiante en el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

La primera de las vías en la interacción de la IAgén y el estudiante dentro del flujo de la información concerniente al desarrollo del proceso educativo, es la vía de la atrofia cognitiva, lo que los informantes denominaron como zángano cognitivo, esta vía se activa cuando el estudiante, decide por la ley del mínimo esfuerzo, ceder el juicio sobre el conocimiento a la IAgén, perdiendo toda agencia sobre este, lo que lleva a dotar a la IAgén de un carácter de sustituto del pensamiento,

aquí el estudiante acepta por completo la Doxa, información basta de vinculación semántica por peso probabilístico, sin aplicar sobre ella ningún tipo de validación.

En consecuencia, el estudiante esta llevando a cabo una descarga cognitiva, que de manera practica está mal gestionada, pues es evidente que no se busca una mediación de la IAgén como extensión para potenciar las capacidades mentales del estudiante, sino una plena delegación de responsabilidades del proceso educativo, por consiguiente el estudiante experimenta una atrofia en el razonamiento matemático, lógico y deductivo, que lo convierte en un apéndice de la tecnología, con capacidades de dar soluciones correctas a problemas planteados, pero carente de cualquier capacidad de justificar las estructuras y procesos para dar solución y encontrar las respuestas a los problemas matemáticos propuestos, en síntesis el estudiante simula el aprendizaje, sin realmente hacerlo.

Por otra parte, está la segunda vía, y es la vía de la potenciación de las capacidades cognitivas, donde se asume un rol de pensador híbrido y complejo, apropiándose de las características mas potentes de la tecnología, proporcionándole un rol de extensión de la cognición a la IAgén. aquí el estudiante asume la agencia de su conocimiento, toma la dirección epistémica del mismo, por tanto, la IAgén no es sustituto sino complemento, que permite potenciar los andamiajes necesarios para el aprendizaje, liberándose de tareas mecánicas y repetitivas, permitiendo enfocarse en tareas de orden superior como lo es la evaluación y la reflexión crítica.

En esta vía, el estudiante usa de manera critica las capacidades de procesamiento de la información, para generar contextos que acerquen la abstracción al mundo real, también para explorar múltiples posibles opciones de solución a un problema determinado, o incluso detectar anomalías en un proceso ejecutado por el estudiante, lo relevante en esta vía es que el estudiante no acepta la respuesta ciegamente, sino que la audita y valida, en mediación con el docente.

Lo que se conceptualiza en esta investigación como la vigilancia critica, en consecuencia, el estudiante puede desarrollar el pensamiento complejo, acudiendo a lo expuesto por (Morin,1999), en los siete saberes necesarios para la educación del futuro, específicamente en el primer saber, saber sobre las cegueras del conocimiento, que alude al error y la ilusión, lo que va en línea con la ceguera de la naturaleza de la información generada por la IAgén, en donde emerge la validación critica como competencia ontológica necesaria para tomar la interacción con la IAgén como fuente de expansión del pensamiento complejo.

Para finalizar esta proposición, la teoría de la cognición híbrida en doble vía, expone que el punto clave para optar por una u otra vía, no recae en la sofisticación de la IAgén y lo eficiente que es para resolver algunos problemas, ni de la cantidad de horas o espacios donde se use, sino en la actitud meramente del estudiante y su grado de ética cognitiva, que, apoyado con el docente, puede aplicar un filtro de validación crítica.

Para decidir por la vía que lleva al crecimiento intelectual tras el aprendizaje real, o por el contrario transitar por la vía de apéndice del algoritmo, por consiguiente es revelador que la educación matemática debe enfocarse en explotar dicho filtro, usar más la interrogación socrática, enseñar a dudar, en particular, propender por la trasmutación del error artificial de la IAgén como motor de aprendizaje, ya que según (Morin,1999) es imposible eliminar el error, así mismo enfocarse en contrastar la producción algorítmica con las estructuras lógicas del estudiante.

La ruptura y renegociación del contrato didáctico

Como segunda proposición, esta investigación permite concluir que con la integración de la IAgén en la educación matemática, se presenta una ruptura estructural del contrato didáctico de (Brousseau, 1997), empezado por el cambio de la triada en el proceso educativo, compuesto por el estudiante, el docente y el saber, a un tetraedro donde se incorpora la IAgén, lo que conlleva a un cambio de expectativas, responsabilidades y comportamientos de los actores del proceso educativo, ya sea por la delegación o por el desarrollo de nuevas tareas y habilidades necesarias para la correcta integración, lejos del contrato tradicional, esta nueva realidad emerge como la renegociación de los roles dentro del escenario de la educación matemática.

Una de las primeras rupturas encontradas en esta investigación, es la responsabilidad cognitiva externa, en el contrato tradicional el estudiante mediante las actividades escolares en casa, ejecutaba cálculos, procedimientos y abordaba problemas para dar solución como método de estudio, o validación de los conceptos expuestos en clase, por otra parte, el docente en el aula era el encargado de generar las explicaciones a los conceptos matemáticos propuestos, con la integración de la IAgén estas dos responsabilidades, no son exclusivas de estos actores, es más en los hallazgos de esta investigación hay indicios que podrían delegarse en gran medida estas responsabilidades, debido que la ejecución no tiene certeza de autoría y la explicación puede en parte ser mediada por la IAgén.

Lo anterior lleva a una pérdida de sentido de ciertas actividades en casa, en un sentido más concreto, lo expuesto lleva a una pérdida de fin de las actividades en casa si están son usadas para evaluar la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes, lo cual se sustenta en esta tesis con la información de los informantes, que permite inferir claramente que el estudiante ya no se siente responsable de desarrollar procedimientos y son delegados a la IAgen, lo que genera un problema sistémico, pues ese contrato tradicional docente estudiante carece de sentido al volverse ficticio debido a la intervención de la IAgen en él, debido a que el docente estaría evaluando la producción de la tecnología directamente y no la del estudiante.

Por ende, la necesidad de la renegociación del contrato es imprescindible, y debe darse entorno al cambio de roles, las responsabilidades y las expectativas, no se puede asumir que el estudiante sea un ejecutor de procedimientos, en esta renegociación el estudiante debe ser un justificador, debe pasar de realizar ejercicios siguiendo un método y pasos dados, a realizar una explicación de los resultados correctos o incorrectos de la IAgen, bajo sus estructuras lógicas buscando la defensa de su verdad. asumiendo así el rol de auditor de procesos, en consecuencia, el docente no actúa para evaluar la capacidad de ejecución de cálculos del estudiante, si no como validador, y estima su aprendizaje por la solidez de su argumentación para defender la verdad frente a la producción de la IAgen.

En el caso del docente, esta renegociación es explícita en que el docente debe ceder el rol de fuente primaria de información. pues al integrar la IAgen en la educación matemática la fuente primaria de información puede ser asumida por la tecnología, debido a su omnipresencia actualmente, y su actuar como tutor personal 24/7, en esta renegociación el docente se transforma en un diseñador de conflictos cognitivos, que vuelven a él en voz del estudiante para su validación, en donde su responsabilidad es el de provocar el juicio por medio de la interrogación de forma deseable de tipo socrática, que permita a el estudiante detectar fallos en las respuestas de la IAgen, o defender de manera concluyente su verdad, y así certificar que la Doxa se ha convertido en Episteme, que es lo mismo que la transformación de la información al conocimiento interiorizado.

Para finalizar, este nuevo contrato debe darse bajo un principio inquebrantable, y es el principio de la transparencia, debido a que este nuevo contrato exige la aceptación del uso de la IAgen, también exige un principio ético, fundamental en la educación, ya que debe evitarse por todo medio, que en este contrato aparezca un nuevo efecto Topaze, que se traduce en el afán del

docente por ayudar al estudiante, reduciendo al mínimo los conceptos de tal manera que estos pierdan todo sentido abstracto, o en caso mas extremo aceptando la respuesta de la IAgen como si fueran producción del estudiante, lo anterior lleva a que se reconozca la IAgen en el proceso educativo, y por ende se forme el tetraedro anteriormente mencionado, dotando al estudiante de responsabilidad sobre su aprendizaje bajo la validación la defensa oral, y al docente de las capacidades para exigir al estudiante una soberanía del juicio, donde este demuestre capacidades de analizar, verificar y defender posturas de manera solida frente al saber.

Principio de falibilidad como motor didáctico

Por último, esta investigación propone como teoría emergente, el principio de falibilidad artificial como motor didáctico, en donde la alucinación y los errores del algoritmo, no son puntos a superar en la tecnología, sino que deben ser considerados, para ser tratados como características del nuevo actor del proceso educativo con implicaciones pedagógicas, debido a su naturaleza, los errores y las alucinaciones son ampliamente abordados por las teorías aquí ya expuestas como el primer principio de los saberes de (Morin, 1999), estas características se convierten por consiguiente según el análisis de los datos de esta investigación, en un motor que obliga a activar procesos cognitivos de alto nivel como lo es el evaluar.

Este principio parte de la desmitificación de las herramientas como objetos y en este caso entes infalibles, ya que las herramientas anteriores, como los computadores y programas de cómputo, se presentaban como infalibles, daban respuestas a input u ordenes de manera certera haciendo uso de procesos meramente deductivo y cálculos deterministas, este punto se rompe con la IAgen, debido a su naturaleza probabilística, y en algunos casos por el entrenamiento y validación humana, procesos claramente subjetivos.

Los hallazgos de la investigación conducen a: afirmar que la naturaleza probabilística de la IAgen la convierte en un loro estocástico, solo repite y repite por el peso probabilístico de un token (unida básica de información para procesar texto por una IA), esto produce respuestas semánticas correctas, sin embargo, no produce una respuesta validada con rigor lógico, lo que lleva al estudiante que asume la vía de la potenciación cognitiva, a abandonar toda posición pasiva, debido a que en su mente se genera una tensión cognitiva, cuando la IAgen cae en errores,

generando una disonancia cognitiva que el estudiante resuelve con la aplicación de las estructuras lógicas propias y el rigor matemático que este halla interiorizado.

Dicho lo anterior, es claro que hay un cambio de rol en el estudiante, en donde en la interacción estudiante e IAgén, el estudiante asume el rol de maestro de la IAgén falible, la IAgén que cae en alucinaciones, pues ahora este estará encargado de auditarla, sin embargo deben darse unas condiciones específicas para el éxito de esta relación, y es que el estudiante tenga unas estructuras lógicas y matemáticas mas solidas que la IAgén para poder corregirla, en un proceso de refutación necesario para el desarrollo de aprendizajes profundos, como lo expone (Lakatos,1976) en la filosofía de las matemáticas, donde esta solo avanza por la refutación a lo que el llama verdades temporales o conjeturas, visto desde esta nueva relación la IAgén genera la conjetura, camino medio entre intuición y verdad y el estudiante genera la refutación que produce el aprendizaje.

Por último, en esta teoría de principio de la falibilidad como motor didáctico, se destaca el error artificial, error proveniente de la IAgén, que debe separarse del concepto de obstáculo epistemológico propuesto por (Bachelard,1993) que es la dificultad propia del sujeto para aprender por la misma complejidad del objeto de estudio o la contra intuición generada en el sujeto, este error artificial debe verse como fuente de desafíos técnicos e intelectuales, según los resultados de esta investigación, el estudiante esta mejor dispuesto a dismantelar, corroborar, reflexionar sobre un error de la IAgén que sobre un error propio, o de uno de sus pares.

por ende el docente no está obligado a buscar la infalibilidad de la IAgén, de hecho bajo el reconocimiento de las fallas de esta, debe usar con intencionalidad estos errores sutiles, para que el estudiante desarrolle las nuevas competencias matemáticas, necesarias para detectar errores, diagnosticarlos y corregirlos, siguiendo las ideas de (Popper, 1999), sobre el falsacionismo, donde una teoría no se puede probar como verdad definitiva, pero si se puede falsear, se ajusta al conocimiento matemático, donde el estudiante no colecciona verdades absolutas, sino desarrolla un capacidad para detectar el error lógico, lo que eleva su aprendizaje a niveles superiores de metacognición, pues a dejado de depender del docente para optar por el rigor del sistema lógico matemático.

En síntesis, la falibilidad de la IAgén, provoca un movimiento de la búsqueda de la respuesta correcta a la vigilancia critica, que debe entenderse en un orden superior a la vigilancia

epistémica, pues esta, solo valida el conocimiento en procesos, métodos y resultados en relación a la verdad, la vigilancia epistémica verifica si la IAgén uso bien el teorema de Pitágoras, mientras la vigilancia crítica reflexiona sobre todo el contexto, acepta que la IAgén puede estar sesgada, cuestiona la pertinencia para entender más sobre triángulos, incluso cuestiona si es necesario la intermediación de la IAgén en el caso, esta no solo busca que es verdad, sino investiga porque es verdad y como detectar cuando no lo es.

Hacia una pedagogía de la validación

En este último apartado del capítulo V la discusión teórica lleva al investigador a estructurar como conclusión integradora de todo el capítulo que: la integración de la IAgén en la educación matemática, no se constituye como un evento aditivo, que se adapta a las teorías educativas tradicionales, si no que obliga a reformarlas desde lo mas profundo de su esencia, los nudos teóricos aquí expuestos transitaron por el concepto de verdad, la contextualización y la reivindicación de la presencialidad, en todos ellos se expuso los cambios y transformaciones necesarios tras la integración de la IAgén, que llevo a la certeza epistemológica producto de toda esta investigación, y corresponde a que la educación matemática deja de ser una educación para encontrar respuestas correctas a problemas matemáticos, y da un paso hacia la pedagogía de la validación.

La investigación demuestra que es posible el éxito, integrando la IAgén a la educación matemática, y este está alejado del poder del cálculo algorítmico de la tecnología como a priori podría pensarse, por el contrario está ligado completamente a la solidez que tenga el estudiante o docente para ejercer un filtro de validación crítica, como se expuso en la teoría de la cognición híbrida de doble vía, el éxito está en la verificación, en la intervención docente como curador de la verdad y la responsabilidad ético cognitiva del estudiante, porque de lo contrario todo el sistema va a tender a la vía de la atrofia, lo que devela que la función de la educación mediada por los docentes en las aulas, y en un sentido mas amplio en la escuela, es la de cultivar la soberanía cognitiva en los estudiantes, donde estos puedan tener agencia sobre el conocimiento, criterio y comprensión de los procesos, además de capacidad de contrariar o disentir en este caso la producción de la IAgén.

De la misma manera la investigación redefine el saber matemático bajo el nuevo contrato didáctico, el saber ya no está solo en la aprehensión de conceptos abstractos, si no en el desarrollo de la vigilancia epistémica constante como paso previo a la vigilancia crítica, aquí la falibilidad de la tecnología no supone un problema, si no una oportunidad para fungir como motor didáctico, obligando al estudiante a hacer uso de la lógica en busca de los errores y las falsaciones de lo que se presenta como verdad, además, se consolida la presencialidad como último garante de la verdad, para certificar la transformación de la doxa en episteme dentro de las estructuras cognoscitivas del estudiante.

Como cierre de este capítulo y conclusión general, esta investigación sostiene que la transformación de la educación matemática en la era de la IAgén, debe evolucionar de las prácticas tradicionales, como la didáctica de la explicación, a una didáctica de la interrogación y la curaduría, que discierne el valor entre los posibles ruidos a través de la pedagogía del juicio, el aporte medular de esta tesis investigativa al conocimiento, es la propuesta del modelo dinámico de validación epistémica, donde la IAgén no es el fin sino un reflejo de las capacidades lógicas matemáticas del estudiante, que enfrenta la falibilidad de la tecnología mientras perfecciona su propia humanidad racional.

Reflexión teórica del investigador

En conclusión, la presente teorización sostiene que la vertiente última de la validación epistémica no reside en la potencia algorítmica, sino en la interfaz humana de la praxis pedagógica, queda en evidencia por las expresiones de los informantes, y la experiencia del investigador como docente de matemáticas, quien ha integrado la IAgén en el aula, que el cambio no subyace en la tecnología, si no en los actores del aula del aula docente y estudiantes, aun cuando la IAgén funja como agente en este nuevo contrato didáctico.

Estos cambios dejan entrever que la irrupción de la tecnología en la educación matemática, no amplía el aula, de hecho, la reduce, cada vez más hacia la personalización, el docente convierte el aula en espacios de discusión y preguntas tipo socráticas, la carga sobre el ya no recae en lo mecánico, si no en las curadurías.

Bajo la experiencia propia, este investigador ya ha automatizado la generación de guía, estructura de planes curriculares, incluso tareas como la validación de respuestas y textos, bajo una mirada epistemológica de evaluación de lo correcto o incorrecto, Gemini se ha presentado como un agente muy útil para esta automatización, lo que ha permitido una curaduría y validación personalizada de 4 grados, 6 cursos y dos asignaturas como lo es matemáticas visto como aritmética y estadística, yendo desde grado octavo a undécimo.

Lo que lleva a un cierre ontológico de la investigación, resultando imperativo sentenciar que la integración de la IAgén en la educación matemática no representa una mera adición instrumental, sino una disrupción profunda que reconfigura el tejido mismo de la mediación cognitiva. En el marco del Modelo Dinámico de Validación Epistémica propuesto, la transición del triángulo clásico hacia un tetraedro didáctico en red devela que, frente a la ilusión de infalibilidad técnica y algorítmica de la máquina, se erige, inquebrantable, la irremplazabilidad de la condición humana.

Conclusión sorprendente, pues la misma IAgén que es la que bajo las premisas, y concepciones a priori de los actores, puede deshumanizar la educación, es justamente, la que según esta investigación y bajo la interpretación del investigador junto a sus experiencias, está llevando a humanizar más la educación, pues está desprendiendo de responsabilidades mecánicas al docente lo que ha permitido acercar más la educación a una práctica personalizada.

Dichas conclusiones se presentan de manera formal en la 'Pedagogía del Juicio' que demanda una vigilancia epistémica total, donde el docente, investido de una ética profesional plena, actúa como el verificador crítico del pensamiento complejo, aportando al docente la tutela de un guía que garantiza que el estudiante no sea un receptor pasivo, sino un analista capaz de filtrar la falibilidad o infalibilidad aparente de la máquina para consolidar su propia autonomía lógica y ética.

Del mismo modo, esta tesis basa su teoría en una base lógica y ética avanzada en su construcción, por ende, se enfoca en grados de educación secundaria pero correspondiente a lo que en Colombia se define como educación secundaria media, pues estos sujetos cognoscentes, si bien ya disponen de una base operativa y lógica para interactuar con la complejidad matemática, se encuentran en una etapa vital de cimentación ética y argumentativa. Para ellos, la mediación docente debe huir de la simplificación y estructurarse mediante una síntesis teórica profunda,

cimentada en un nivel de exigencia que no rebaje la complejidad del saber, sino que demande una reflexión dialógica de corte rigurosamente socrático buscando la garantía de la curaduría del docente.

Finalmente, todo este andamiaje teórico decanta en un llamado a la reestructuración de la ética profesional docente. La certificación de la verdadera adquisición del conocimiento matemático en la era de la IAgen, la reivindicación absoluta del encuentro presencial para la defensa de la verdad interiorizada por parte del estudiante.

Es el peso moral, intelectual y pedagógico del educador el único factor capaz de atestiguar la transformación de la información sin sentido Doxa en verdadera Episteme. El docente certifica no solo la exactitud del cálculo, sino la rectitud del juicio lógico, garantizando, en última instancia, que la irrupción tecnológica actúe como un amplificador de la racionalidad humana y no como el acabose de su agencia cognitiva.

SECCIÓN VI

CONSIDERACIONES FINALES

Para finalizar, este estudio se centró en la integración de la IAgén en la educación matemática, abordando las percepciones de los actores educativos, caracterizando la integración de la IAgén, definiendo las bases teóricas que respaldan la integración, categorizando las implicaciones, y teorizando sobre las nuevas bases conceptuales de esta disrupción en la educación matemática, por consiguiente, a continuación se presentan las conclusiones sobre cada uno de los objetivos específicos planteados al inicio de esta investigación, además de recomendaciones sustentadas en los hallazgos de la investigación, que sirvan como base de posibles nuevas investigaciones sobre la IAgén en la educación, con el fin de aportar conocimiento teórico pedagógico a la comunidad educativa en pro del crecimiento y la evolución de la educación.

Como conclusión al primer objetivo de esta investigación, correspondiente a las percepciones de los docentes y estudiantes sobre la IAgén, la investigación permitió develar que existe una tensión dialéctica en la percepciones de los actores del proceso educativo, por una parte los estudiantes oscilan entre la percepción de inmediatas que fascina por ese sentir del trabajo rápido bajo un mínimo esfuerzo, pero también la percepción de los estudiantes se ve marcada por la percepción sobre posible riesgo de dependencia, expresado en esta investigación y en las voces de los actores como zánganos cognitivos.

Los docentes por su parte, se alejan de estas percepciones, reconocen la existencia de la IAgén en el proceso educativo actual, y la perciben como una autoridad del conocimiento falible, ya sea por error artificial u alucinación, lo que lleva a concluir sobre este objetivo que: la percepción ha trascendido de reconocer la IAgén como una herramienta tecnológica más, a dotarla de un carácter de agente disruptor, que es capaz de influir tanto en los estudiantes que amenaza la soberanía intelectual del estudiante. Aquí la clave es la percepción sobre la IAgén que no enseña, sino que simula el conocimiento, obligando a una vigilancia crítica constante.

Sobre el segundo objetivo de esta investigación, que corresponde a la caracterización de la integración de la IAgén en la educación matemática, se caracterizó que esta integración no es lineal y tiene dos vertientes dependientes de la actitud del estudiante, donde la integración de la IAgén no afecta por igual a todos los estudiantes, debido a que en procesos de evaluación y análisis de errores esta actúa como un espejo que devuelve el nivel de rigor que el estudiante le proporcione, lo que lleva a: si el estudiante posee bases lógicas fuertes, la IAgén potencia su pensamiento complejo y crítico, por el contrario si no posee estas bases la IAgén facilita la ilusión de competencia al ofrecer solo respuestas que hacen creer se ha recibido y se tiene conocimiento.

Como conclusión a este segundo objetivo, se tiene que la característica mas efectiva en la integración de la IAgén, es el alejamiento a la búsqueda de respuestas correctas, cambiado por el acercamiento al reconocimiento de la alucinación de la IAgén, como base para generar conflictos cognitivos que obliguen al estudiante a ajustar estrategias que subsanen estos errores u alucinaciones.

Sobre el tercer y cuarto objetivo, que habla sobre las bases teóricas que sustentan la integración y la categorización de las implicaciones pedagógicas y didácticas emergentes, se concluye de manera conjunta que las teorías base para la integración de la IAgén en la educación matemática, son: la teoría de transposición didáctica de (Chevallard, 1999, p.221) y la teoría de las situaciones didácticas de (Brousseau, 1997), ambas fundamentales en el proceso de transformación del saber por medio de la IAgén con el movimiento a la validación, y la transformación del contrato didáctico respecto a las nuevas expectativas de la educación.

Por otra parte, la categorización de las implicaciones pedagógicas y didácticas se centran en la ruptura del contrato didáctico tradicional, esta investigación concluye de manera clara que la triada tradicional de estudiante docente saber no es sostenible en la era de la IAgén, el contrato debe reconocer la IAgén como un agente del conocimiento que se adhiere como un vértice más a esta relación, lo que lleva a la formación de un contrato didáctico tetraédrico con estudiante IAgén saber y docente, con una implicación fundamental en el desplazamiento de la carga cognitiva.

La conclusión anterior, demuestra que las responsabilidades de los actores del proceso educativo matemático se han movido, los estudiantes no deben tener como fin máximo la

ejecución de algoritmos y procedimientos, pues estos pueden delegarse moderadamente a la IAgén, deben responsabilizarse de validar y defender la verdad bajo sus estructuras lógicas, lo que mueve la práctica en el aula a niveles superiores de la taxonomía de Bloom se pasa de recordar, comprender y aplicar a los niveles de analizar, evaluar y crear, para el docente su implicación es la de abandonar la mera explicación por la curaduría de la verdad mediante la revaloración de la presencialidad.

Como conclusión al último de los objetivos específicos correspondiente a la teorización de las bases conceptuales, esta investigación ha logrado teorizar sobre la integración de la IAgén en la educación matemática, que esta se fundamenta en lo que el investigador llama, la cognición híbrida de doble vía, esta base conceptual postula que la inteligencia en el aula es distribuida, se basa en una ampliación de los conceptos de cognición distribuida expuestos por (Hutchins, 1995) y luego compilados en (Salomon, 1993), donde el conocimiento no reside en el sujeto ni en el objeto, tampoco en el nuevo agente que es la IAgén, sino que este reside en la relación de los tres dentro del aula, pasando de ser el aula un almacén de conocimiento a distribuir a un espacio de procesamiento, donde se cuestiona la veracidad, los sesgos y la lógica detrás de la producción de la tecnología.

La categoría emergente de esta investigación, es la validación epistémica crítica, aquí el estudiante debe auditar la producción de la IAgén, donde no basta con encontrar la veracidad de las respuestas, debe encontrar el sentido y el porqué de ellas, además de detectar los errores algorítmicos si los hay, desarrollando un pensamiento de orden superior, este concepto es medular, ya que con el se potencia el pensamiento complejo y se da vía a entender el conocimiento matemático como un constructo negociado entre los actores del proceso educativo, por otra parte sin este concepto la integración se conduce a la atrofia del pensamiento.

Como conclusión al objetivo general de esta investigación, la investigación consolida los fundamentos teóricos para la integración de la IAgén en la educación matemática, bajo el nombre del modelo dinámico de validación epistémica, que contiene los conceptos de cognición híbrida de doble vía, la falibilidad como motor didáctico y la pedagogía de la validación, este modelo en resumen propone una pedagogía del juicio frente a la educación matemática en la era de la IAgén, donde no es prohibitivo su uso, ni su uso es meramente instrumental, si no va en torno al debate y la verificación.

Dicho modelo sostiene que su integración exitosa depende del anclaje ontológico de la presencialidad, en la investigación nombrado como el *face to face*, lo que garantiza que la educación sigue siendo un acto humano de comunicación mas no de transferencia de datos procesados, asegurando que el humano tiene la ultima palabra sobre que es la verdad sobre la producción de la tecnología, finalizando se infiere que si el modelo es exitoso, se podría estar ante una expansión sin precedentes del poder cognoscitivo humano.

Las recomendaciones derivadas de este estudio se estructuran en primera medida respecto a las practicas docentes, el implementar las evaluaciones inversas y la dialéctica del error, que busque el desarrollo de habilidades criticas necesarias para auditar las respuestas de la IAgen, que verifique la coherencia entre la producción de la tecnología y el rigor lógico matemático, se recomienda realizar situaciones didácticas en torno al error artificial y las alucinaciones o inconsistencias de la IAgen.

En segunda medida, a nivel curricular se recomienda la integración de la alfabetización critica, o ingeniería de prompts, buscando desarrollar la capacidad en los estudiantes de estructurar ordenes que permitan a los sistemas computacionales como la IAgen, interpretar con exactitud los requerimientos de estos, para ello es necesario fortalecer en estudiantes el pensamiento abstracto y lógico, que permita entender que en la interacción con la IAgen hay una traducción del lenguaje natural al matemático simbólico, lo que la maquina procesa, logrando un isomorfismo entre el lenguaje natural y el lenguaje simbólico matemático, aquí ambos lenguajes funcionan con las mismas reglas, quiere decir expresan lo mismo.

En tercera medida, a nivel de política educativa, se recomienda la reivindicación del aula física como espacio de validación humana, y se invita a desvirtualizar la evaluación matemática, buscando certificar la interiorización del conocimiento por medio de la interacción humana directa y en tiempo real, por ende las instituciones deben priorizar los sistemas evaluativos sincrónicos, de manera recomendable en oralidad, donde la defensa presencial del conocimiento garantice la integridad académica.

Para finalizar, esta investigación recomienda en cuarta medida a nivel de futuras líneas de investigación, investigar el impacto de la IAgen en el desarrollo del pensamiento abstracto en las etapas tempranas del desarrollo cognitivo, buscando asegurar un marco regulatorio y pedagógico que proteja el desarrollo del pensamiento lógico matemático, antes de la integración de la IAgen

en la educación, debido a la urgencia de conocer como interfiere la IAgen en la formación de estructuras lógicas y capacidad de abstracción en estudiantes de niveles de educación primaria.

Reflexión final del investigador

Contrario a las concepciones a priori que sugieren una despersonalización, la integración de la IAgen en la educación y específicamente en la educación matemática conduce, de hecho, a una profunda humanización del proceso formativo, lejos de reemplazar al educador, la IA lo libera de cargas operativas y mecánicas; procesos como la estructuración de guías, el diseño y graduación de la complejidad de las evaluaciones, o la gestión administrativa de calificaciones.

Esta desmecanización del rol docente permite redirigir el tiempo y el esfuerzo hacia un acercamiento genuino con el estudiante, la labor del maestro transita, entonces, hacia una pedagogía de curaduría y de rigurosa verificación epistémica, al delegar lo procedimental, el docente puede enfocarse en el acompañamiento individualizado, validando la verdadera interiorización del aprendizaje. Es en este espacio liberado donde el educador puede atender dudas, identificar fallas de comprensión y presenciar esos momentos de alumbramiento cognitivo (insight) en el estudiante.

Este hallazgo desafía los temores populares, la IAgen no está en el aula para desplazar al docente, por el contrario, actúa como un facilitador que potencia la dimensión humana de la educación, siempre y cuando su implementación esté regida por una reflexión crítica y una ética profesional excelsa por parte del educador.

REFERENCIAS

- Adorno, T., & Horkheimer, M. (2007). *Dialéctica de la Ilustración*. España: Ediciones Akal.
https://www.akal.com/libro/dialectica-de-la-ilustracion_33829/
- Alvarado, L., & García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 187-202.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3070760>
- Alvesson, M., & Sköldberg, K. (2018). *Reflexive Methodology: New Vistas for Qualitative Research*. SAGE Publications. [https:// doi. Org/10.4135/9781036211523](https://doi.org/10.4135/9781036211523)
- Anderson, L., & Krathwohl, D. (2001). *Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing, A: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, Abridged*. España:: Longman.
https://www.researchgate.net/publication/235465787_A_Taxonomy_for_Learning_Teaching_and_Assessing_A_Revision_of_Bloom's_Taxonomy_of_Educational_Objectives
- Arteaga, L. A., Valdés, E. A., & Martínez, J. L. (2016). El desarrollo de la creatividad en la enseñanza de la matemática. el reto de la educación matemática en el siglo XXI. *Conrado*, 84-92. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/371>
- Ausubel, D. (1963). *La psicología del aprendizaje verbal significativo*. Nueva york: Grune & Stratton.
- Bachelard, G. (1993). *La formación del espíritu científico*. Argentina: Siglo Veintiuno Editores.
<https://share.google/NqLUgW38OUz043u0D>
- Barbour, R. (2007). *Doing focus groups*. Sage Publications. [https:// doi. Org/10.4135/9781849208956](https://doi.org/10.4135/9781849208956)
- Bearman, M., & Ajjawi, R. (2023). Learning to work with the black box: Pedagogy for a world with artificial intelligence. *British Journal of Educational Technology*, 1160-1173.
<https://doi.org/10.1111/bjet.13337>
- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big?. *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610–623.
<https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
- Berger, P. L., & Luckmann, T. (1966). *The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge*. Anchor Books.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. David McKay Company.

- Boden, M. A. (2016). *AI: Its nature and future*. Oxford University Press.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative Research for Education An Introduction to Theory and Methods*. Allyn & Bacon.
https://books.google.com.co/books/about/Qualitative_Research_for_Education.html?hl=id&id=1B4mAQAIAAJ&redir_esc=y
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Utilizando el análisis temático en psicología. *Qualitative Research in Psychology*, Vol 3.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. NEW YORK / BOSTON/ DORDRECHT / LONDON / MOSCOW: KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:115820888>
- Brousseau, G. (1998/2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas/ Introduction to study the theory of didactic situations: Didactico/ Didactic to Algebra Study*. Argentina: Libros del Zorzal.
- Bruner, J. S. (1969). *Hacia una teoría de la instrucción*. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana.
- Bruner, J. S. (1977). *The process of education*. Cambridge: MA: Harvard University Press.
- Bryant, A. (2024). *Student Perceptions of Engagement with Secondary Mathematics in a Gamified, Standards-Based Grading System: A Basic Qualitative Study [Tesis doctoral, the American College of Education]*, ProQuest Dissertations & Theses. Indianapolis.
<https://scholarworks.ace.edu/items/7fdbab1b-97c1-4832-b667-3c93c2d064b0>
- Cantoral, R., & Farfán, R. M. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución . *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 27-40.
<https://www.relime.org/index.php/relime/article/view/553>
- Chalmers, D. J. (2023). *Reality+: Virtual Worlds and the Problems of Philosophy*. WW Norton.
<https://doi.org/10.7202/1094007ar>
- Charmaz, K. (2014). *Constructing grounded theory* (2nd ed.). Sage Publications.
- Chávez, M. H. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE*.
<https://doi.org/10.1109/access.2020.2988510>
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two Decades of Artificial Intelligence in Education: Contributors, Collaborations, Research Topics, Challenges, and Future Directions. *Educational Technology & Society*, 28-47.
<https://www.scopus.com/pages/publications/85124236565>

- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica del saber sabio al saber enseñado*. Argentina: Aique. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7531155>
- Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 221-266. <https://revue-rdm.com/1999/l-analyse-des-pratiques/>
- Chiu, T. K., & Chai, C. s. (2020). Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, 55-68. <https://doi.org/10.3390/su12145568>
- Cisterna, F. C. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, vol. 14, núm. 1, 61-71. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29900107>
- Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The Extended Mind. *Análisis*, Volumen 58, Número 1, páginas 7–19. <https://doi.org/10.1093/analys/58.1.7>
- CONPES.3988. (2020). *CONPES 3988 tecnologías para aprender: política nacional para impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de las tecnologías digitales*. DNP. Colombia.
- Const.Art.27. (1991). *Constitución Política de Colombia [Const]*. Art. 27. 4 de julio de 1991. Colombia.
- Const.Art.67. (1991). *Constitución Política de Colombia [Const]*. Art. 67. 4 de julio de 1991. Colombia.
- Const.Art.70. (1991). *Constitución Política de Colombia [Const]*. Art. 70. 4 de julio de 1991. Colombia.
- Const.Art.71. (1991). *Constitución Política de Colombia [Const]*. Art. 71. 4 de julio de 1991. Colombia.
- Creswell, J., & Poth, C. (2018). *Investigación cualitativa y diseño de investigación: Elección entre cinco enfoques*. SAGE.
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Inteligencia artificial en la educación superior: el estado del campo. *Revista Internacional de Tecnología Educativa en la Educación Superior*, 20(22). Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Cruz, J. P., García, A. E., Cárdenas, J. E., & Gómez, L. M. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en la Institución Universitaria Americana en la ciudad de Barranquilla. *Ad-gnosis*, 1-22. <https://doi.org/10.21803/adgnosis.13.13.667>
- D.No.767. (2022). *Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Ministerio de tecnologías de la informacion y la comunicación:<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=186766>

- Das, A., & Malaviya, S. (2023). The Impact of AI-Driven Personalization on Learners' Performance. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 15-22. <https://ijcseonline.org/index.php/j/article/view/6498>
- Davis, B., & Simmt, E. (2006). Matemáticas para la enseñanza: una investigación en curso sobre las matemáticas que los profesores (necesitan) conocer. *Educational Studies in Mathematics*, 293-319. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-2372-4>
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro: Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI*. Santillana; Ediciones UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- Denzin, N. K. (2009). *The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.4324/9781315134543>
- Denzin, N.K (2012). *Triangulación 2.0: Un comentario*. *Investigación cualitativa*, 18(3), 329–335. <https://doi.org/10.1177/1558689812437186>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed.). Sage Publications.
- Deroncele Acosta, A. (2024). *Métodos de investigación cualitativa* (Comp.; R. Hernández Sampieri, Prólogo). Ediciones UO.
- Descartes, R. (1637). *Discurso del metodo*. Leiden: Ian Maire.
- Dewey, J. (2004). *Experiencia y educación*. Biblioteca Nueva.
- Divjak, B., Svetec, B., & Horvat, D. (2025). Generative AI in mathematics education: analysing student performance and perceptions over three academic years. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 18: 16–39. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2026.150520>
- Dugarte, B. B. (2023). *Escenarios Formativos Mediados por las Tecnologías de Información y Comunicación desde la Perspectiva Estudiantil y su Representante en Educación Básica Secundaria en pos Pandemia. [Tesis Doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador]*. Repositorio upel Tesis Doctorales. Rubio.
- Español, A. G. (2020). *Marco ético para la inteligencia artificial en Colombia. banco de desarrollo de américa latina*. Banco de desarrollo de america latina.
- Figueredo, J. M. (2023). *Enseñanza de la Matemática y Procesos Cognitivos: Realidades Significados y Experiencias, con Impacto en el Aprendizaje. [Tesis Doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador]*. Repositorio Upel tesis Doctorales. Rubio.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Flick, U. (2014). *An introduction to qualitative research*. Sage Publications.

- Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences. *Minds and Machines*, 30:681–694. doi:<https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>
- Forhad, M. (2022). Acceso a la tecnología y disparidad educativa. *Décimo Foro Pan-Commonwealth sobre Aprendizaje Abierto*. <https://doi.org/10.56059/pcf10.6153>
- Freire, P. (1967). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI. https://www.sigloxxieditores.com/libro/la-educacion-como-practica-de-la-libertad_54902/
- Freire, P. (1982). *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo Veintiuno. https://www.sigloxxieditores.com/libro/pedagogia-del-oprimido_53586/
- Freire, P., y Faundez, A. (1985). *Hacia una pedagogía de la pregunta*. La Aurora.
- Freire, P. (1992). *Pedagogía de la esperanza: un reencuentro con la pedagogía del oprimido*. Rio de Janeiro: Siglo XXI. <https://sigloxxieditores.com.ar/libro/pedagogia-de-la-esperanza/>
- Freudenthal, H. (2005). Revisitando la educación matemática: conferencias sobre China. *Springer Science & Business Media.*, (Vol. 9). <https://doi.org/10.1007/0-306-47202-3>
- Gadamer, H.-G. (2004). *Truth and Method* (2nd rev. ed., J. Weinsheimer & D. G. Marshall, Trans.). Continuum.
- Gadamer, H. G. (2007). Verdad y Metodo. T. 01: *Fundamentacion de una Hermeneutica Filosofica*. España: Sigueme.
- Gadea, W. F., Jiménez, R. C., & Chaves Montero, A. (2019). *Epistemología y Fundamentos de la Investigación Científica*. Loja: Ediloja Cía. Ltda.
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures: Selected essays*. Basic Books.
- George, A. L., & Bennett, A. (2005). *Case Studies and Theory Development in the Social Sciences*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262572224/case-studies-and-theory-development-in-the-social-sciences/>
- Gravemeijer, K., & Terwel, J. (2000). HANS FREUDENTHAL, un matemático en Didáctica y teoría curricular. *Journal of Curriculum Studies*, 777-796. <https://DOI:10.1080/00220270050167170>
- Guba, EG, y Lincoln, YS (1985). *Indagación naturalista*. Publicaciones SAGE.
- Guilar, M. E. (2009). *Las ideas de Bruner: "de la revolución cognitiva" a la "revolución cultural"*. Educere, 235-241.
- Habermas, J. (2023). *Teoría de la acción comunicativa, I. Racionalidad de la acción y racionalización social. II. Crítica de la razón funcionalista*. España: Trotta.
- Hernandez-Sampieri, R., Fernandez-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigaciónn* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

- Hernández, R. S., Fernández, C. C., & Baptista, P. L. (2016). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hernández- Sampieri, R., & Mendoza-Torres, P. (2018). *Metodología de la Investigación las Rutas Cualitativa, Cuantitativa y Mixta*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.
- Hooks, B. (2021). *Enseñar a Transgredir: La educación como práctica de la libertad*. Alemania: Capitan Swing.
- Horkheimer, M. (1974). *Teoría crítica*. Buenos aires- Madrid: Amorrortu editores.
- How, M. L., & Hung, W. (2019). *Fomentar el pensamiento basado en inteligencia artificial en la educación en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM)*. Ciencias de la educación. <https://DOI:10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1881.001.0001>
- Husserl, E. (1949). *Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Husserl, E. (2016). *La idea de la fenomenología*. Greenbooks Editore.
- Jara Holliday, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles*. Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano - CINDE.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*. Victoria, Australia: Deakin University.
- Kilpatrick, J. (2009). *El profesor de matemáticas y el cambio curricular*. Grupo de Investigación Didáctica de la Matemática: Pensamiento Numérico, 107-121. <http://hdl.handle.net/10481/3511>
- Kilpatrick, J. (2009). *The Mathematics Teacher and Curriculum Change*. PNA: Revista de investigación en didáctica de la matemática, 107-121. <http://hdl.handle.net/10481/3511>
- Kilpatrick, J., Gómez, P., & Rico, L. (1998). *Educación Matemática, Errores y dificultades de los estudiantes Resolución de problemas Evaluación Historia*. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica. <https://hdl.handle.net/1992/40582>
- Khan, S. (2024). *Brave New Words: How AI Will Revolutionize Education (and Why That's a Good Thing)*. Reino unido: Penguin Publishing Group.
- Khosravi, H., Shum, S. B., Chen, G., Conati, C., Tsai, Y. S., Kay, J., . . . & Gašević, D. (2022). *Explainable Artificial Intelligence in education: A systematic review*. Computers and Education: Artificial Intelligence, 3. doi: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>.
- Klein, F. (1996). *Matemática elemental desde un punto de vista superior*. Suma, 107-113.

- Kuhn, T. (2013). *La estructura de las revoluciones científicas*. Ciudad de México: FCE - Fondo de Cultura Económica.
- Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2015). *Focus groups: A practical guide for applied research* (5th ed.). Sage Publications.
- Lakatos, I. (1976). *Pruebas y refutaciones : La lógica del descubrimiento matemático*. Cambridge University Press.
- Ledesma Alborno, Á. (2021). *El método hermenéutico-fenomenológico de Martin Heidegger y la posibilidad de una investigación filosófica independiente*. *Studia Heideggeriana*, 10, 245-262. <https://doi.org/10.46605/sh.vol10.2021.115>
- Lewis, K. (1992). *La investigación-acción y los problemas de las minorías*. AA. VV. *La investigación-acción participativa*. Inicio y desarrollo, Biblioteca de Educación de Adultos, 13-25.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Investigación Naturalista*. Sage. <https://doi.org/10.4135/9781412961288.n262>
- Lo, C. K. (2023). *What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature*. *Education Sciences*, 13(4), 410. doi:<https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- M. Resnik. (1981). *Mathematics as a Science of Patterns: Ontology and Reference*. *Noûs*. 15 (4): 529–550. doi:10.2307/2214851. JSTOR 2214851.
- Marcuse, H. (2024). *El hombre unidimensional, Ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*. España: Editorial Ariel.
- Mayring, P. (2000). *Análisis de contenido cualitativo*. *Foro Cualitativo Sozialforschung: Investigación social cualitativa*, 1 (2). <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Colombia: Ministerio de Educación Nacional. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/men/Publicaciones/Guias/116042:Estandares-Basicos-de-Competencias-en-Lenguaje-Matematicas-Ciencias-y-Ciudadanas>
- MEN. (02 de abril de 2021). *Ministerio de educación Nacional de Colombia*. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/secciones/Glosario/79413:CURRICULO>
- Merriam, S., & Tisdell, D. (2016). *Investigación cualitativa: Guía para el diseño y la implementación*. San Francisco: Jossey Bass.
- Miguélez, M. M. (2004). *Ciencia y Arte en la Metodología cualitativa*. México: Trillas.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (1994). *Qualitative Data Analysis a Methods Sourcebook*. United States of America: Sage Publications.

- Minciencias. (06 de septiembre de 2020). Misión Internacional de Sabios. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/ebook-_colombia_hacia_una_sociedad_del_conocimiento.pdf
- Minciencias. (12 de 02 de 2024). *ministerio de ciencia tecnología e innovación*. https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-ya-cuenta-con-una-hoja-ruta-en-inteligencia-artificial: https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-ya-cuenta-con-una-hoja-ruta-en-inteligencia-artificial
- MINTIC. (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional Docente*. Colombia: Imprenta Nacional.
- MINTIC. (Mayo de 2020). *Indice de brecha digital regional*. *ministerio de las tecnologías de la información y la comunicación*: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-162387.html>
- MINTIC. (13 de 10 de 2023). *IAgen en el sector educativo herramienta valiosa para crear soluciones tecnologicas*. *Ministerio de Tecnologías de la Información y las comunicaciones*: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/281005:IA-en-el-sector-educativo-herramienta-valiosa-para-crear-soluciones-tecnologicas-que-respondan-a-los-contextos>
- MINTIC. (28 de Mayo de 2024). *Cierre de brechas y transformacion digital*. *Ministerio de las tecnologías de la información y la comunicación*: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/382538:Cierre-de-brechas-y-transformacion-digital-de-Colombia-primeros-temas-en-la-Cumbre-Mundial-sobre-la-Sociedad-de-la-Informacion>
- Mohamed, M., Hidayat, R., Nabilah, N., Sabri, N., Mahmud, M., & Baharuddin, S. (2022). *Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review*. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 17(3). <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Molenaar, I. (2022). *Towards hybrid human-AI learning technologies*. *European Journal of Education*, 57, 632-645. doi: <https://doi.org/10.1111/ejed.12527>
- Mollick, E. (2025). *Cointeligencia*. España: CONECTA.
- Mora, C. D. (2003). *Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*. *Revista de Pedagogía*, 181-272.
- Morgan, D. L. (1997). *Focus groups as qualitative research (2nd ed.)*. Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781412984287>
- Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000117740_spa

- Moustakas, C. (1994). *Phenomenological Research Methods*. Sage Publications. ISBN:9781412995658
- Mulett, A. S. (2018). *La educación matemática en Colombia: origen, avance y despegue*. Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia, 123-146. <https://fidesetratio.ulasalle.edu.bo/index.php/fidesetratio/article/view/118>
- Navarro, D. A., López, R. A., Domínguez, M. M., & Castañeda, C. D. (2018). *La brecha digital: una revisión conceptual y aportaciones metodológicas para su estudio en México*. Entreciencias: diálogos soc. conoc. vol.6, 47-62. Epub 04 de agosto de 2020. DOI:10.22201/enesl.20078064e.2018.16.62611OCDE. (2020). Making the Most of Technology for Learning and Training in Latin America. París: OCDE.
- OCDE. (2023). *Resultados PISA 2022 (Volumen I), El estado del aprendizaje y la equidad en la educación*. París: OCDE.
- ONU. (2015). *Naciones Unidas*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Otavo, N. L. (2022). *Ambientes de aprendizaje en la educación matemática: una mirada a la educación pública*. [Tesis doctoral, Universidad Santo Tomás]. repositorio tesis universidad Santo Tomás. Bogotá. <http://hdl.handle.net/11634/48317>
- Papahiu, P. C., & Robledo, M. M. (2004). *La interacción maestro-alumno y su relación con el aprendizaje*. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 47-84. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/CLA01000230489>
- Papert, S. (1980). *Minstorms Children, Computers, and powerful Ideas*. New York: Basic Book, Inc., Publishers.
- Pappas, M. A., & Drigas, A. (2016). *Incorporación de técnicas de tutoría de inteligencia artificial en matemáticas*. Int. J. Eng. Pedagog., 12-16. <https://doi.org/10.3991/ijep.v6i4.6063>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods (4th ed.)*. Sage Publications. <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/qualitative-research-evaluation-methods/book23296>
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York.
- Planeación, D. N., educación, M. d., & Comunicaciones, M. d. (2020). *CONPES 3988*. Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3988.pdf>
- Plaza, I. C., & Cippitani, R. (2023). *Consideraciones éticas y jurídicas de la IA en Educación Superior: Desafíos y Perspectivas*. Revista de educación y derecho, education and law review. <https://doi.org/10.1344/REYD2023.28.43935>
- Popper, K. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Tecnos.
- Prensky, M. (2001). *Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon*. <http://dx.doi.org/10.1108/10748120110424816>

- Ramírez, O. L. (1998). Repositorio Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20469/01235591.1998.pdf?seq>
- Rangel, A. A. (2020). *Acciones Pedagógicas con Recursos Interactivos para el Aprendizaje de la Matemática en la Básica Primaria*. Educare, 232-248. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i2.1328>
- Ricoeur, P. (1981). *Hermeneutics and the Human Sciences: Essays on Language, Action and Interpretation* (J. B. Thompson, Ed. & Trans.). Cambridge University Press <https://doi.org/10.1017/CBO9781316534984>
- Riessman, C. K. (2008). *Métodos narrativos para las ciencias humanas*. Sage Publications.
- Rojas, B. (2014). *Investigación cualitativa, fundamentos y praxis*. Caracas.
- Roth, I. (2024). *The Evolving Digital Divide: A Case Study of In-Person Technology Conditions After Pandemic Shifts to Distanced Education* [Tesis doctoral, Cabrini University] ProQuest Dissertations & Theses . <https://DOI:10.3126/paj.v5i1.45043>
- Sacks, H., Schegloff, E. A., & Jefferson, G. (1974). *A Simple Systematic for the Organisation of Turn Taking in Conversation*. Language, vol 50. <https://DOI:10.2307/412243>
- Salomon, G. (Ed.). (1993). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge University Press.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación Sexta Edición*. México: Mc Graw Hill.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Barcelona. P. 172: Debate. https://www.researchgate.net/publication/329158552_Schwab_Klaus_The_Fourth_Industrial_Revolution_Ginebra_World_Economic_Forum_2016_172_pp
- Schwandt, T. A. (2000). *Three epistemological stances for qualitative inquiry: Interpretivism, hermeneutics, and social constructionism*. En N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 189-213). Sage Publications. https://www.researchgate.net/publication/313220117_Three_epistemological_stances_for_qualitative_inquiry_Interpretivism_hermeneutics_and_social_constructivism
- Schwandt, T. A. (2015). *The SAGE dictionary of qualitative inquiry* (4th ed.). Sage Publications. <https://DOI:10.4135/9781412986281>
- Selwyn, N. (2016). *Is Technology Good for Education?* Alemania: Polity Press.
- Shrestha, S., & I, J. (2024). *Equipping Teachers with Generative AI Skills for Teaching and Learning Mathematics*. Research Conference of National Council of Teachers of Mathematics.
- Snyder, Z. J. (2024). *Deskilling or Reskilling: The Impact of Increased Digital Technology Use on Teaching as a Craft* [Tesis doctoral, State University of New York at Albany]. ProQuest Dissertations & Theses. <https://scholarsarchive.library.albany.edu/legacy-etd/3370/>

- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage Publications.
- Stewart, D. W., & Shamdasani, P. N. (2015). *Focus groups: Theory and practice* (3rd ed.). Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781412991841>
- Strauss, A., & Corbin, J. M. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Sage Publications, Inc. <https://psycnet.apa.org/record/1990-98829-000>
- Taylor, S., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación, la búsqueda de significados*. Barcelona: Paidós. 8475098169, 9788475098166
- Tolio, F. B., Viali, L., & Lahm, R. (2022). *Enseñanza y aprendizaje en la era de la tecnología*. *Revista Tiempos y Espacios en Educación*.34. <https://DOI:10.20952/revtee.v15i34.17495>
- Trisnawati, i., Putra, R. E., & Balti, L. (2023). *The Impact of Artificial Intelligent in Education toward 21st Century Skills: A Literature Review*. PPSDP International Journal of Education. 501–513. <https://doi.org/10.59175/pijed.v2i2.152>
- Turing, A. (1948). *Intelligent Machinery* . En B. J. Copeland, *The Essential Turing: Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life: plus The Secrets of Enigma* (págs. 395-432). Oxford: Oxford university press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198250791.003.0016>
- Turing, A. (1950). *Máquinas informáticas e inteligencia* . Mind Volumen LIX, Número 236, 433-460.<http://dx.doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC UNESCO*. Paris : UNESCO Impreso en FranciaCLD 1133.19.
- UNESCO. (2021). *Inteligencia artificial y educación*. Guía para las personas a cargo de formular políticas. Paris.
- UNESCO. (2024). *Guía para el uso de la IAgén generativa en educación e investigación*. París : UNESCO.
- Urueña, L. A., & Mesa, J. E. (2024). *Competencias digitales docentes: transformaciones derivadas del uso de tecnologías digitales durante el confinamiento*. Tecné, Episteme y Didaxis, 14-31.<https://doi.org/10.17227/ted.num56-20138>
- Valencia, A. F. (2023). *Mediación de Herramientas Digitales en las Creencias de los Estudiantes sobre el concepto de Probabilidad y su Incidencia en la Resolución de Problemas*. [Tesis doctoral, Universidad del valle], repositorio de tesis universidad del valle. <https://hdl.handle.net/10893/27230>
- Van Manen, M. (1990). *Researching Lived Experience: Human Science for an Action Sensitive Pedagogy*. State University of New York Press. Isbn 0791404250, 9780791404256
- Van Manen, M. (2014). *Phenomenology of Practice: Meaning-Giving Methods in Phenomenological Research and Writing*. Left Coast Press.

- Walkington, C., Pando, M., Lipsmeyer, L. L., & Theodora. (2025). *Middle school girls using generativeAI to engage in mathematical problem-posing*. Mathematical Thinking and Learning. <https://doi.org/10.1080/10986065.2025.2542724>
- Watson, J. B. (1913). *Psychology as the behaviorist views it*. Psychological Review, 20(2), 158–177. <https://doi.org/10.1037/h0074428>
- Weber, M. (1978). *Economy and society: An outline of interpretive sociology* (G. Roth & C. Wittich, Eds.). University of California Press. (Obra original publicada en 1922).
- Wood, D. B. (1976). *El papel de la tutoría en la resolución de problemas*. Journal of Child Psychology and Psychiatry, vol. 17, n.º 2, pp. 89-100. doi:10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x.
https://www.researchgate.net/publication/228039919_The_Role_of_Tutoring_in_Problem_Solving
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Sage Publications.
- Zaskis, R., & Laikin, R. (2010). *Conocimientos matemáticos avanzados en la práctica docente: percepciones de los profesores de matemáticas de secundaria*. Pensamiento y aprendizaje matemático, 263-281.
https://www.researchgate.net/publication/233086785_Advanced_Mathematical_Knowledge_in_Teaching_Practice_Perceptions_of_Secondary_Mathematics_Teachers
- Zirilli, c. (2020). *Nuevas tecnologías y aprendizaje escolar*, [Tesis doctoral, Universidad de Almería], repositorio Tesis Universidad de Almería. Almería.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=288377>

Anexos

Instrumentos de recolección de información y consentimientos informados

Consentimiento Informado para estudiantes para la Participación en la Investigación: Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas

Investigador Principal: Diego Armando Castellanos Cáceres **Participante:** Maria Alejandra Cartañeda Duran
Fecha: 20-08-25

Usted está siendo invitado a participar en una investigación cuyo objetivo principal es consolidar fundamentos teóricos para la implementación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. Esta investigación busca caracterizar cómo se está utilizando la inteligencia artificial en la enseñanza de esta disciplina, conocer las percepciones de los docentes al respecto y establecer las bases teóricas que sustentan esta integración.

Su participación en esta investigación consistirá en:

- Entrevistas: Participar en una entrevista en profundidad para explorar sus opiniones y experiencias de manera más detallada.
- Observación de clases: Permitir que el investigador observe sus clases y recolecte datos sobre la forma en que utiliza la tecnología en su práctica estudiantil y docente.
- Beneficios:
 - Contribución al conocimiento: Sus aportes ayudarán a generar conocimiento sobre una temática de gran relevancia en la educación actual.
 - Desarrollo profesional: Participar en esta investigación puede enriquecer su práctica docente y brindarle nuevas herramientas para la enseñanza de las matemáticas.
 - Mejora de la educación: Los resultados de esta investigación pueden contribuir a mejorar la calidad de la educación matemática.

La participación en esta investigación no implica riesgos significativos para usted. Sin embargo, es posible que sienta cierta incomodidad al responder a preguntas personales o al ser observado en su clase.

Toda la información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y anónima. Los datos recopilados serán utilizados únicamente para fines de investigación y no serán compartidos con terceros sin su consentimiento.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin que esto tenga repercusiones negativas.

Derechos del participante:

- Recibir información clara y completa sobre la investigación.
- Negarse a responder cualquier pregunta que le cause incomodidad.
- Retirarse de la investigación en cualquier momento.
- Consultar cualquier duda que tengas con el investigador principal.

Contacto:

Si tiene alguna pregunta o desea más información, puede comunicarse con el investigador principal, Diego Armando Castellanos Cáceres, al correo electrónico: Diegocastellanosc@gmail.com

Consentimiento:

Al firmar este documento, usted autoriza a que su hijo/a participe en esta investigación. Usted ha leído y comprendido la información proporcionada y está de acuerdo con los términos y condiciones establecidos.


Firma del Padre/Madre/Tutor Legal


Firma del Investigador Principal

Consentimiento Informado para estudiantes para la Participación en la Investigación: Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas

Investigador Principal: Diego Armando Castellanos Cáceres Participante: María de los Angeles Daza
Fecha: 20-08-25 Rosal

Usted está siendo invitado a participar en una investigación cuyo objetivo principal es consolidar fundamentos teóricos para la implementación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. Esta investigación busca caracterizar cómo se está utilizando la inteligencia artificial en la enseñanza de esta disciplina, conocer las percepciones de los docentes al respecto y establecer las bases teóricas que sustentan esta integración.

Su participación en esta investigación consistirá en:

- Entrevistas: Participar en una entrevista en profundidad para explorar sus opiniones y experiencias de manera más detallada.
- Observación de clases: Permitir que el investigador observe sus clases y recolecte datos sobre la forma en que utiliza la tecnología en su práctica estudiantil y docente.
- Beneficios:
- Contribución al conocimiento: Sus aportes ayudarán a generar conocimiento sobre una temática de gran relevancia en la educación actual.
- Desarrollo profesional: Participar en esta investigación puede enriquecer su práctica docente y brindarle nuevas herramientas para la enseñanza de las matemáticas.
- Mejora de la educación: Los resultados de esta investigación pueden contribuir a mejorar la calidad de la educación matemática.

La participación en esta investigación no implica riesgos significativos para usted. Sin embargo, es posible que sienta cierta incomodidad al responder a preguntas personales o al ser observado en su clase. Toda la información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y anónima. Los datos recopilados serán utilizados únicamente para fines de investigación y no serán compartidos con terceros sin su consentimiento.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin que esto tenga repercusiones negativas.

Derechos del participante:

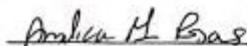
- Recibir información clara y completa sobre la investigación.
- Negarse a responder cualquier pregunta que le cause incomodidad.
- Retirarse de la investigación en cualquier momento.
- Consulta cualquier duda que tengas con el investigador principal.

Contacto:

Si tiene alguna pregunta o desea más información, puede comunicarse con el investigador principal, Diego Armando Castellanos Cáceres, al correo electrónico: Diegocastellanosca@gmail.com

Consentimiento:

Al firmar este documento, usted autoriza a que su hijo/a participe en esta investigación. Usted ha leído y comprendido la información proporcionada y está de acuerdo con los términos y condiciones establecidos.



Firma del Padre/Madre/Tutor Legal



Firma del Investigador Principal

Consentimiento Informado para estudiantes para la Participación en la Investigación: Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas

Investigador Principal: Diego Armando Castellanos Cáceres **Participante:** Daniela del Pilar Carrador Bautista
Fecha: 20-08-2015

Usted está siendo invitado a participar en una investigación cuyo objetivo principal es consolidar fundamentos teóricos para la implementación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. Esta investigación busca caracterizar cómo se está utilizando la inteligencia artificial en la enseñanza de esta disciplina, conocer las percepciones de los docentes al respecto y establecer las bases teóricas que sustentan esta integración.

Su participación en esta investigación consistirá en:

- Entrevistas: Participar en una entrevista en profundidad para explorar sus opiniones y experiencias de manera más detallada.
- Observación de clases: Permitir que el investigador observe sus clases y recolecte datos sobre la forma en que utiliza la tecnología en su práctica estudiante y docente.
- Beneficios:
- Contribución al conocimiento: Sus aportes ayudarán a generar conocimiento sobre una temática de gran relevancia en la educación actual.
- Desarrollo profesional: Participar en esta investigación puede enriquecer su práctica docente y brindarle nuevas herramientas para la enseñanza de las matemáticas.
- Mejora de la educación: Los resultados de esta investigación pueden contribuir a mejorar la calidad de la educación matemática.

La participación en esta investigación no implica riesgos significativos para usted. Sin embargo, es posible que sienta cierta incomodidad al responder a preguntas personales o al ser observado en su clase.

Toda la información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y anónima. Los datos recopilados serán utilizados únicamente para fines de investigación y no serán compartidos con terceros sin su consentimiento.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin que esto tenga repercusiones negativas.

Derechos del participante:

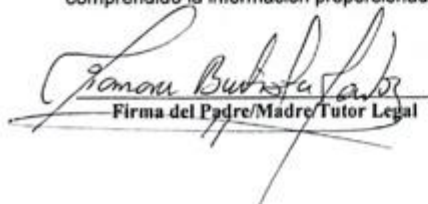
- Recibir información clara y completa sobre la investigación.
- Negarse a responder cualquier pregunta que le cause incomodidad.
- Retirarse de la investigación en cualquier momento.
- Consulta cualquier duda que tengas con el investigador principal.

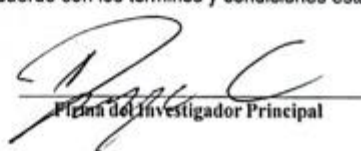
Contacto:

Si tiene alguna pregunta o desea más información, puede comunicarse con el investigador principal, Diego Armando Castellanos Cáceres, al correo electrónico: Diegocastellanosc@gmail.com

Consentimiento:

Al firmar este documento, usted autoriza a que su hijo/a participe en esta investigación. Usted ha leído y comprendido la información proporcionada y está de acuerdo con los términos y condiciones establecidos.


Firma del Padre/Madre/Tutor Legal


Firma del Investigador Principal

Consentimiento Informado para estudiantes para la Participación en la Investigación: Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas

Investigador Principal: Diego Armando Castellanos Cáceres **Participante:**
Fecha: 19 de agosto 2025

Angela Maria
Sandoval Araya

Usted está siendo invitado a participar en una investigación cuyo objetivo principal es consolidar fundamentos teóricos para la implementación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. Esta investigación busca caracterizar cómo se está utilizando la inteligencia artificial en la enseñanza de esta disciplina, conocer las percepciones de los docentes al respecto y establecer las bases teóricas que sustentan esta integración.

Su participación en esta investigación consistirá en:

- Entrevistas: Participar en una entrevista en profundidad para explorar sus opiniones y experiencias de manera más detallada.
- Observación de clases: Permitir que el investigador observe sus clases y recolecte datos sobre la forma en que utiliza la tecnología en su práctica estudiante y docente.
- Beneficios:
- Contribución al conocimiento: Sus aportes ayudarán a generar conocimiento sobre una temática de gran relevancia en la educación actual.
- Desarrollo profesional: Participar en esta investigación puede enriquecer su práctica docente y brindarle nuevas herramientas para la enseñanza de las matemáticas.
- Mejora de la educación: Los resultados de esta investigación pueden contribuir a mejorar la calidad de la educación matemática.

La participación en esta investigación no implica riesgos significativos para usted. Sin embargo, es posible que sienta cierta incomodidad al responder a preguntas personales o al ser observado en su clase.

Toda la información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y anónima. Los datos recopilados serán utilizados únicamente para fines de investigación y no serán compartidos con terceros sin su consentimiento.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin que esto tenga repercusiones negativas.

Derechos del participante:

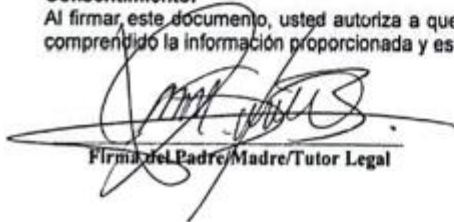
- Recibir información clara y completa sobre la investigación.
- Negarse a responder cualquier pregunta que le cause incomodidad.
- Retirarse de la investigación en cualquier momento.
- Consulta cualquier duda que tengas con el investigador principal.

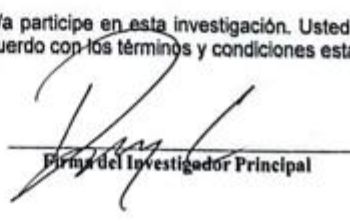
Contacto:

Si tiene alguna pregunta o desea más información, puede comunicarse con el investigador principal, Diego Armando Castellanos Cáceres, al correo electrónico: Diegocastellanos@gmail.com

Consentimiento:

Al firmar este documento, usted autoriza a que su hijo/a participe en esta investigación. Usted ha leído y comprendido la información proporcionada y está de acuerdo con los términos y condiciones establecidos.


Firma del Padre/Madre/Tutor Legal


Firma del Investigador Principal

Consentimiento Informado para estudiantes para la Participación en la Investigación: Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas

Investigador Principal: Diego Armando Castellanos Cáceres **Participante:** Eyleen Nirrell Castaño Honda
Fecha: 19 de Agosto del 2025

Usted está siendo invitado a participar en una investigación cuyo objetivo principal es consolidar fundamentos teóricos para la implementación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. Esta investigación busca caracterizar cómo se está utilizando la inteligencia artificial en la enseñanza de esta disciplina, conocer las percepciones de los docentes al respecto y establecer las bases teóricas que sustentan esta integración.

Su participación en esta investigación consistirá en:

- Entrevistas: Participar en una entrevista en profundidad para explorar sus opiniones y experiencias de manera más detallada.
- Observación de clases: Permitir que el investigador observe sus clases y recolecte datos sobre la forma en que utiliza la tecnología en su práctica docente y estudiante.
- Beneficios:
- Contribución al conocimiento: Sus aportes ayudarán a generar conocimiento sobre una temática de gran relevancia en la educación actual.
- Desarrollo profesional: Participar en esta investigación puede enriquecer su práctica docente y brindarle nuevas herramientas para la enseñanza de las matemáticas.
- Mejora de la educación: Los resultados de esta investigación pueden contribuir a mejorar la calidad de la educación matemática.

La participación en esta investigación no implica riesgos significativos para usted. Sin embargo, es posible que sienta cierta incomodidad al responder a preguntas personales o al ser observado en su clase.

Toda la información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y anónima. Los datos recopilados serán utilizados únicamente para fines de investigación y no serán compartidos con terceros sin su consentimiento.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin que esto tenga repercusiones negativas.

Derechos del participante:

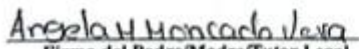
- Recibir información clara y completa sobre la investigación.
- Negarse a responder cualquier pregunta que le cause incomodidad.
- Retirarse de la investigación en cualquier momento.
- Consulta cualquier duda que tengas con el investigador principal.

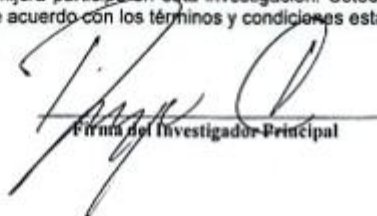
Contacto:

Si tiene alguna pregunta o desea más información, puede comunicarse con el investigador principal, Diego Armando Castellanos Cáceres, al correo electrónico: Diegocastellanos@gmail.com

Consentimiento:

Al firmar este documento, usted autoriza a que su hijo/a participe en esta investigación. Usted ha leído y comprendido la información proporcionada y está de acuerdo con los términos y condiciones establecidos.


Firma del Padre/Madre/Tutor Legal


Firma del Investigador Principal

Guion de entrevista y grupo de discusión

Instrumento: entrevista semiestructurada a estudiantes

El propósito es comprender la experiencia vivida y el significado que el estudiante le atribuye al uso y la integración de la IAgén en su proceso de aprendizaje.

Como la población objetivo de esta investigación en su apartado del instrumento de entrevista semiestructurada a estudiantes son adolescentes, como menores de edad se requiere un consentimiento informado, que se anexa a continuación.

Consentimiento Informado para e

studiantes para la Participación en la Investigación: Integración de la Inteligencia Artificial en la Enseñanza de las Matemáticas

Investigador Principal: Diego Armando Castellanos Cáceres

Participante:

Fecha:

Usted está siendo invitado a participar en una investigación cuyo objetivo principal es consolidar fundamentos teóricos para la implementación de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas. Esta investigación busca caracterizar cómo se está utilizando la inteligencia artificial en la enseñanza de esta disciplina, conocer las percepciones de los docentes al respecto y establecer las bases teóricas que sustentan esta integración.

Su participación en esta investigación consistirá en:

- Entrevistas: Participar en una entrevista en profundidad para explorar sus opiniones y experiencias de manera más detallada.
- Observación de clases: Permitir que el investigador observe sus clases y recolecte datos sobre la forma en que utiliza la tecnología en su práctica estudiante y docente.
- Beneficios:
- Contribución al conocimiento: Sus aportes ayudarán a generar conocimiento sobre una temática de gran relevancia en la educación actual.
- Desarrollo profesional: Participar en esta investigación puede enriquecer su práctica docente y brindarle nuevas herramientas para la enseñanza de las matemáticas.
- Mejora de la educación: Los resultados de esta investigación pueden contribuir a mejorar la calidad de la educación matemática.

La participación en esta investigación no implica riesgos significativos para usted. Sin embargo, es posible que sienta cierta incomodidad al responder a preguntas personales o al ser observado en su clase.

Toda la información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y anónima. Los datos recopilados serán utilizados únicamente para fines de investigación y no serán compartidos con terceros sin su consentimiento.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin que esto tenga repercusiones negativas.

Derechos del participante:

- Recibir información clara y completa sobre la investigación.
- Negarse a responder cualquier pregunta que le cause incomodidad.
- Retirarse de la investigación en cualquier momento.

• Consulta cualquier duda que tengas con el investigador principal.	
Contacto: Si tiene alguna pregunta o desea más información, puede comunicarse con el investigador principal, Diego Armando Castellanos Cáceres, al correo electrónico: Diegocastellanos@gmail.com	
Consentimiento: Al firmar este documento, usted autoriza a que su hijo/a participe en esta investigación. Usted ha leído y comprendido la información proporcionada y está de acuerdo con los términos y condiciones establecidos.	
_____ Firma del Padre/Madre/Tutor Legal Fecha: _____ Firma del Investigador Principal Fecha:	

Cuadro de Operacionalización de Categorías

Momentos	Objetivos Específicos	Categorías	Subcategorías	Ítems
Primer momento, que busca entender las ideas iniciales del estudiante sobre la Inteligencia Artificial Generativa (IAgen) y su actitud hacia su uso en el aprendizaje de las matemáticas	Develar las percepciones de los docentes y estudiantes respecto a la inteligencia artificial generativa y su integración en la educación matemática.	Percepciones sobre IAgen	Concepto de IAgen	1
			Actitud hacia IAgen	2
			Relevancia en matemáticas	3
Segundo momento, experiencias directas que ha tenido el estudiante con la IAgen en el contexto de las matemáticas, incluyendo el	Caracterizar la implementación de la Inteligencia Artificial generativa en los procesos de la educación matemática en monitoreo de la comprensión,	Uso de IAgen en la educación Matemáticas	Experiencias de uso	4
			Apoyo al aprendizaje	5
			Manejo del error	6

uso de herramientas y la forma en que se manejan los errores.	ajustes de estrategias, pensamiento crítico, análisis de errores.			
Momento final se enfoca en las reflexiones del estudiante sobre el impacto de la IAgén, cómo fomentar el pensamiento crítico, la autonomía, y cuál sería el rol del docente.	Categorizar las implicaciones pedagógicas y didácticas emergentes del uso de la Inteligencia Artificial generativa en la educación matemática.	Impacto Pedagógico Percibido	Pensamiento vs. Respuesta	8
			Autonomía y dependencia	9
			Revalorización rol docente	10
			Riesgos y oportunidades	11

Guion de Preguntas de la Entrevista Semiestructurada

dirigido a los estudiantes de educación básica secundaria

El propósito es comprender la experiencia vivida y el significado que el estudiante le atribuye al uso y la integración de la IAgén en su proceso de aprendizaje.

Nº	Ítem
Bloque I: Percepciones y Significados Iniciales	
1	Hablemos de la Inteligencia Artificial Generativa (IAgen). ¿Qué conoces sobre ella o qué ideas iniciales tienes respecto a este tipo de inteligencia artificial?"
2	¿Cuál es tu actitud general hacia el uso de la inteligencia artificial generativa como apoyo en tu aprendizaje de las matemáticas?
3	¿Cómo crees que la inteligencia artificial generativa podría ayudarte a entender los conceptos matemáticos a un nivel profundo, y no solo a conseguir las respuestas a los ejercicios?
Bloque II: Experiencias Vividas con la IAgen gen en Matemáticas	
4	Si ha utilizado alguna herramienta de inteligencia artificial generativa (IA generativa) para actividades relacionadas con las matemáticas, por favor, describa detalladamente un ejemplo específico: ¿Qué herramienta usó, para qué propósito matemático (eg, monitoreo de comprensión, resolución de problemas, análisis de errores), y cuáles fueron los pasos que siguieron y los resultados obtenidos?
5	Imagina que estás aprendiendo un tema matemático que te resulta complejo. ¿Cómo crees que una herramienta de IA generativa podría ofrecerte explicaciones, ejemplos o problemas de una manera que sea más personalizada y efectiva para ti, a diferencia de los métodos de enseñanza más tradicionales?
6	Si cometes un error en un ejercicio y una IAgen gen lo detecta, ¿cómo te gustaría que te lo explicara para que de verdad aprendieras de ese error y no solo lo corrigieras?

Bloque III: Reflexiones sobre el Impacto y el Futuro	
7	Si una IA gen puede darte la solución completa a un problema, ¿qué crees que deberías hacer tú para asegurar que estás desarrollando tu propio pensamiento crítico y no solo copiando los resultados presentados por la IA gen?
8	¿De qué manera crees que el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa podría fomentar tu autonomía para aprender y resolver problemas matemáticos por ti mismo, sin depender constantemente de un profesor o de otras fuentes?
9	Si las herramientas de inteligencia artificial generativa se vuelven comunes en tus clases de matemáticas, ¿cuál crees que debería ser el papel más importante de tu profesor o profesora para asegurar tu aprendizaje y desarrollo integral?
10	¿Cuál crees que es el mayor riesgo o el mayor peligro de integrar la inteligencia artificial generativa en la educación matemática?
11	Imagina que tienes la oportunidad de crear una herramienta de inteligencia artificial generativa específica para la enseñanza de las matemáticas. ¿Cuáles serían las tres funcionalidades claves que le incorporarías para que el aprendizaje fuera realmente innovador y efectivo?

Instrumento: entrevista grupal, guion de preguntas para el grupo de discusión docentes matemáticas

Objetivo General: Consolidar fundamentos teóricos para la integración de la inteligencia artificial generativa en la educación matemática.

Cuadro de Operacionalización de Categorías

Momentos	Objetivo Específico	Categorías	Subcategorías	Ítem
inicio para el grupo de discusión, se exploran las percepciones de los docentes sobre la IAgen, su conocimiento y el uso actual en sus clases de matemáticas.	Develar las percepciones de los docentes y estudiantes respecto a la inteligencia artificial generativa y su integración en la educación matemática.	Percepciones docentes IAgen .	Conocimiento IAgen .	1
			Uso actual IAgen .	2
Desarrollo, segundo momento, profundizando en cómo la IAgen podría ser utilizada para monitorear la comprensión, ajustar estrategias de	Caracterizar la implementación de la inteligencia artificial generativa en los procesos de la educación matemática en monitoreo de la comprensión, ajustes de estrategias,	Integración IAgen .	Monitoreo comprensión.	3
			Ajuste estrategias.	4,5
			Pensamiento crítico.	6,7
			Análisis errores.	8

enseñanza, fomentar el pensamiento crítico y analizar errores en los estudiantes.	pensamiento crítico, análisis de errores.			
Momento final está dedicado a la teorización y las implicaciones pedagógicas y didácticas, buscando establecer principios didácticos para la integración de la IAgen y cómo afrontar los desafíos de su implementación	Definir las bases teóricas que sustentan la integración de la inteligencia artificial generativa en la educación matemática.	Bases teóricas IAgen .	Fundamentación didáctica.	9
	Categorizar las implicaciones pedagógicas y didácticas emergentes del uso de la Inteligencia Artificial generativa en la educación matemática..	Implicaciones IAgen .	Impacto pedagógico.	10
			Desafíos didácticos.	11
	Teorizar las bases conceptuales y categorías emergentes para la integración de la inteligencia artificial generativa	Teorización IAgen .	Conceptos emergentes.	-

	generativa en la educación matemática.			
--	--	--	--	--

Este guion busca nuevas categorías de conocimiento y entendimientos más ricos sobre la experiencia de los docentes, profundizando en los temas que surjan a través de repreguntas

Nº	ÍTEMS
	Bloque I: Percepciones y Significados Iniciales
1	¿Está familiarizado con algunas herramientas específicas de inteligencia artificial generativa (por ejemplo, ChatGPT, Gemini, Deepseek, Copilot) y sus capacidades en relación con las matemáticas? En caso afirmativo, ¿podría mencionar qué sabe sobre ellas?
2	¿Con qué propósitos específicos ha utilizado o considera utilizar herramientas de inteligencia artificial generativa en sus clases de matemáticas?
	Bloque II: integración IAGen en Matemáticas
3	Por favor, describa un ejemplo específico de cómo utilizaría las herramientas de inteligencia artificial generativa para monitorear la comprensión de sus estudiantes sobre un tema o concepto matemático.
4	Piense en una situación en la que haya tenido que modificar sus estrategias de enseñanza de matemáticas. ¿Cómo cree que una herramienta de inteligencia artificial generativa podría haberle asistido en ese proceso de ajuste?
5	Piense en una situación pedagógica específica en sus clases de matemáticas donde una herramienta de inteligencia artificial generativa le permitiría ajustar sus estrategias de enseñanza de una forma que antes no era posible. ¿Podría describir cómo sería esa situación y el rol de la IA generativa?

6	¿Cómo creen que la IAgén generativa puede fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes al resolver problemas matemáticos?
7	¿Qué tipo de actividades o escenarios con IAgén generativa podrían diseñar para desarrollar el pensamiento crítico en sus clases?
8	¿De qué manera la IAgén generativa podría asistir en el análisis de errores comunes de los estudiantes en matemáticas y en la retroalimentación constructiva?
Bloque III: teorización	
Desde su experiencia y conocimiento pedagógico, ¿qué principios didácticos considera fundamentales para guiar la integración efectiva de la inteligencia artificial generativa en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas? (apoyarse en los fundamentos anexos para orientar la entrevista entregar antes de hacer la pregunta) ANEXO Principio de la cognición distribuida y el pensamiento híbrido: 9 La IAG no debe reemplazar el pensamiento humano, sino complementarlo. Se trata de reconocer que el conocimiento se construye en una red de interacciones entre el estudiante, el docente, el entorno y las herramientas digitales (IAG). El objetivo es desarrollar un "pensamiento híbrido" donde el estudiante aprende a colaborar con la IAG, delegando tareas rutinarias y concentrándose en la comprensión conceptual, la formulación de problemas y la validación de resultados. Principio de la mediación semiológica y la pluralidad de representaciones: La IAG tiene la capacidad de generar múltiples representaciones de un mismo concepto matemático (textos, gráficos, tablas, ecuaciones, código). Este principio	

postula que el docente debe utilizar la IAG para que los estudiantes exploren y transiten entre estas representaciones, comprendiendo la conexión entre ellas. Esto fortalece la comprensión profunda de los conceptos, más allá de la memorización de fórmulas.

Principio de la autonomía y el empoderamiento del estudiante:

La IAG puede ser una herramienta poderosa para la personalización del aprendizaje. El estudiante puede usarla para generar ejercicios adaptados a su nivel, recibir explicaciones alternativas, explorar demostraciones o incluso crear sus propios problemas. Este principio enfatiza que el estudiante debe ser el protagonista de su aprendizaje, utilizando la IAG de manera autónoma para satisfacer sus propias necesidades de conocimiento, siempre bajo la guía y supervisión del docente.

Principio del andamiaje adaptativo y la retroalimentación constructiva:

La IAG puede ofrecer un andamiaje personalizado, ajustando el nivel de dificultad y el tipo de ayuda en tiempo real. Por ejemplo, puede ofrecer pistas para resolver un problema sin dar la respuesta directamente. Además, la IAG puede proporcionar retroalimentación inmediata sobre procedimientos, errores comunes o posibles caminos de solución. El docente debe enseñar a los estudiantes a interpretar y utilizar esta retroalimentación de manera constructiva, no solo como una corrección, sino como una oportunidad de aprendizaje.

Principio de la criticidad y la alfabetización digital:

Los estudiantes deben desarrollar un pensamiento crítico frente a la información generada por la IAG. Es crucial enseñarles a verificar la exactitud de las respuestas, a identificar posibles sesgos o errores, y a comprender las limitaciones de la herramienta. Este principio promueve la "alfabetización en IA", donde los estudiantes

	aprenden a ser usuarios informados y responsables, capaces de discernir cuándo y cómo confiar en la herramienta. Principio del diseño de tareas ricas y la resolución de problemas complejos: La IAG libera tiempo al estudiante de tareas mecánicas (cálculos extensos, graficar manualmente). El docente debe aprovechar esto para diseñar tareas más complejas, ricas y abiertas. En lugar de pedir la solución de una ecuación, se puede solicitar la formulación de un problema a partir de un escenario real, utilizando la IAG para explorar diferentes modelos matemáticos. Este principio se centra en el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior. Principio del rol del docente como facilitador y curador: El papel del docente evoluciona de ser el principal transmisor de conocimientos a ser un facilitador, curador y guía. El docente debe seleccionar las herramientas de IAG adecuadas, diseñar actividades significativas, moderar las interacciones de los estudiantes con la tecnología y, sobre todo, enseñarles a hacer las preguntas correctas y a pensar críticamente sobre las respuestas obtenidas.
	Bloque III: implicaciones pedagógicas
10	¿Cuáles son las implicaciones pedagógicas y didácticas más importantes (oportunidades) que anticipan con la integración de la inteligencia artificial generativa en la educación matemática? Por favor, describan un ejemplo de cómo esto podría beneficiar el aprendizaje de los estudiantes.
11	¿Cómo asumirían o afrontarían los desafíos didácticos derivados de la implementación de la inteligencia artificial generativa en la enseñanza de las matemáticas?