



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



Doctorado en Ciencias de la Educación
Línea de investigación: Innovación, Gestión y Tecnología

**ELEMENTOS TEÓRICOS PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL
PENSAMIENTO ALEATORIO MEDIADO POR LAS TECNOLOGÍAS DEL
APRENDIZAJE Y EL CONOCIMIENTO (TAC) EN EDUCACIÓN MEDIA COLOMBIANA**

Tesis presentada como requisito parcial para optar el grado de Doctor en Ciencias de la
Educación

Autor: Melo Díaz Franco Edilberto

Tutora: Moreno Hernández Yusbelia

San Cristóbal, abril de 2026



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO DE MEJORAMIENTO PROFESIONAL DEL MAGISTERIO
EXTENSIÓN ACADÉMICA SAN CRISTÓBAL

ACTA

Reunidos el día martes, cinco de mayo de dos mil veintiséis, en la sede de la Extensión Académica San Cristóbal, del Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, los Ciudadanos Doctores: **Josefina Balbo**, **Johana Lourdes Flórez**, **Henry Dorian Castillo Sayago**, **Neyda Teresa Cardozo Sánchez** y **Yusbelia Moreno Hernández** (Tutora), Documentos de Identidad N° V.-5665769, V.-17877072, V.-10177814, V.-5668075 y V.-12972845 respectivamente, jurados designados de conformidad con el Artículo 164, del Reglamento de Estudios de Postgrado, para evaluar la Tesis Doctoral titulada: “**Elementos teóricos para el Aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en Educación Media Colombiana**”, presentado por el ciudadano: **Franco Edilberto Melo Díaz**, Pasaporte No. BA960022, como requisito parcial para optar al título de **Doctor en Ciencias de la Educación**, acuerdan de conformidad con lo estipulado en los Artículos 178 y 179 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, el siguiente veredicto **APROBADO**, por su valioso aporte a la construcción teórica del aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio, mediado por TAC, desde una comprensión pedagógica situada, crítica y transformadora en el contexto educativo colombiano, en fe de lo cual firmamos.

Josefina Balbo
Josefina Balbo
V.- 5665769

Johana Lourdes Flórez
Johana Lourdes Flórez
V.-17877072

Henry Dorian Castillo Sayago
Henry Dorian Castillo Sayago
V.-10177814



Neyda Teresa Cardozo Sánchez
Neyda Teresa Cardozo Sánchez
V.-5668075

Yusbelia Moreno Hernández
Yusbelia Moreno Hernández
V.-12972845
Tutora

DEDICATORIA

A mi Señor Jesucristo, fuente de vida, sabiduría y fortaleza, quien ha guiado cada paso de este camino académico. A Él, que vive en mí, sea toda la gloria por permitirme culminar esta meta.

A mi madre, MAURA, por su amor incondicional, su compañía permanente y sus enseñanzas, las cuales han sido fundamentales en mi formación como persona. Y a la memoria de mi amado padre, HERNANDO (Q. E. P. D.), quien, a través de su ejemplo de vida, me enseñó el valor de la rectitud y el esfuerzo.

A mi esposa, JUDITH, por su apoyo constante, su comprensión y su respaldo incondicional en cada uno de mis proyectos. Y a mis hijos, JUAN DAVID y DANNA, quienes representan la inspiración más grande para continuar superándome, alcanzar nuevas metas y dejarles como legado el valor del esfuerzo, la perseverancia, la superación personal y el amor a Dios.

RECONOCIMIENTOS

Luego de concluir esta etapa de aprendizajes invaluable, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a las instituciones y personas que fueron luz, guía y apoyo constante en este camino académico y personal.

A la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), por su prestigio y compromiso con la formación de profesionales de la educación, contribuyendo al fortalecimiento del crecimiento humano y profesional de la sociedad.

A los docentes que acompañaron este proceso de formación doctoral, gracias por su generosidad intelectual, sus enseñanzas y su calidad humana, las cuales dejaron una huella significativa en mi vida académica.

De manera especial, expreso mi más sincero reconocimiento a mi asesora de tesis, la Dra. Yusbelia Moreno Hernández, por su valioso acompañamiento, su paciencia, comprensión y constante alegría y entusiasmo. Su orientación fue fundamental para perseverar y culminar este sueño tan anhelado. Asimismo, al Dr. Modesto, por abrir las puertas a esta transformación profesional y académica.

A mis queridos estudiantes de las instituciones educativas del municipio de Samaniego, así como a sus respectivos docentes, quienes hicieron parte de este proceso investigativo con disposición, entusiasmo y colaboración permanente.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, hicieron parte de este logro; algunas presentes hoy en mi vida y otras que permanecen eternamente en mi recuerdo y en mi corazón, les expreso mi más profunda gratitud por haber contribuido a la realización de esta meta.



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



Doctorado en Ciencias de la Educación

Línea de investigación: Innovación, Gestión y Tecnología

**ELEMENTOS TEÓRICOS PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL
PENSAMIENTO ALEATORIO MEDIADO POR LAS TECNOLOGÍAS DEL
APRENDIZAJE Y EL CONOCIMIENTO (TAC) EN EDUCACIÓN MEDIA COLOMBIANA**

Tesis presentada como requisito para optar el título de Doctor en Ciencias de la Educación

Autor: Melo Díaz Franco Edilberto
Tutora: Moreno Hernández Yusbelia
Fecha: abril 2026

RESUMEN

La educación colombiana enfrenta retos estructurales en el desarrollo del pensamiento aleatorio, competencia ineludible para la toma de decisiones ciudadanas ante la incertidumbre. En el municipio de Samaniego, la persistencia de vacíos conceptuales y falta de interés estudiantil exige trascender la enseñanza algorítmica y mecánica hacia la asimilación comprensiva. El propósito ha sido generar elementos teóricos que orienten el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en la educación media. Enmarcado en el paradigma interpretativo-constructivista y el sustrato teórico de David Ausubel, se adoptó la Teoría Fundamentada sistemática de Strauss y Corbin. Con un diseño cualitativo con muestreo teórico, se aplicaron entrevistas semiestructuradas y guías de observación a 12 informantes clave (docentes y estudiantes) en cinco instituciones educativas. El riguroso proceso de microanálisis, comparación constante y codificación (abierta, axial y selectiva) permitió develar las concepciones y caracterizar las interacciones pedagógicas. La integración teórica culminó en la categoría central de la Mediación Cognitiva Ecosistémica. Los hallazgos develan que el desinterés estudiantil obedece a una barrera estructural, la cual se mitiga cuando las TAC asumen la carga procedimental y funge como organizadores previos ausubelianos. Se demostró que la contextualización en la ruralidad agropecuaria actúa como un potente subsunor para anclar el saber. Finalmente, el hallazgo transversal ratifica que la eficacia tecnológica no reside en el dispositivo, sino en la reconfiguración de la praxis del docente, el cual debe erigirse como un arquitecto cognitivo capaz de adaptar el ecosistema digital para cristalizar un auténtico aprendizaje significativo en la estructura mental del aprendiz.

Descriptores: aprendizaje significativo, educación media, pensamiento aleatorio, Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento (TAC).

TABLA DE CONTENIDO

	pp.
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	2
DEDICATORIA.....	3
RECONOCIMIENTOS.....	4
RESUMEN.....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO	15
El abordaje de la realidad.....	15
Propósitos de la investigación.....	20
<i>Propósito general</i>	<i>20</i>
<i>Propósitos específicos.....</i>	<i>20</i>
Justificación e Importancia	20
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	25
Antecedentes de la investigación	25
<i>Antecedentes internacionales.....</i>	<i>26</i>
<i>Antecedentes regionales.....</i>	<i>33</i>
Pentadimensionalidad del estudio.....	34
<i>Fundamentación Ontológica.....</i>	<i>34</i>
<i>Fundamentación Epistemológica</i>	<i>35</i>
<i>Fundamentación Axiológica.....</i>	<i>36</i>
<i>Fundamentación Teleológica.....</i>	<i>38</i>
<i>Fundamentación Pedagógica</i>	<i>38</i>
Marco Conceptual	39
<i>El Pensamiento Aleatorio.....</i>	<i>40</i>
<i>El Aprendizaje Autónomo.....</i>	<i>41</i>
<i>Procesos pedagógicos.....</i>	<i>41</i>
<i>Resolución de problemas e Integración de las TAC</i>	<i>42</i>
Teorías sustantivas de entrada.....	42

<i>Teoría del Aprendizaje Significativo como eje de la asimilación estocástica.....</i>	<i>43</i>
<i>La Teoría del Constructivismo.....</i>	<i>46</i>
<i>Aprendizaje colaborativo</i>	<i>47</i>
<i>Las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).....</i>	<i>48</i>
<i>La Educación híbrida y el Aula invertida.....</i>	<i>49</i>
<i>La Curva del Olvido de Ebbinghaus.....</i>	<i>53</i>
Marco Legal	54
CAPÍTULO III: HORIZONTE METODOLÓGICO	56
Posicionamiento paradigmático: El paradigma interpretativo-constructivista	56
El Método: Teoría Fundamentada de Corbin y Strauss	58
<i>Naturaleza y fundamentos del método.....</i>	<i>58</i>
<i>Justificación de la pertinencia del método</i>	<i>59</i>
Diseño de la investigación: cualitativo con muestreo teórico.....	60
<i>El muestreo teórico.....</i>	<i>60</i>
<i>La saturación teórica.....</i>	<i>60</i>
Sujetos informantes y Contexto	61
<i>El contexto de la investigación.....</i>	<i>61</i>
<i>Los informantes.....</i>	<i>63</i>
Instrumentos y procedimientos de recolección de información.....	64
<i>La entrevista semiestructurada</i>	<i>64</i>
<i>La observación de aula</i>	<i>65</i>
Procedimientos analíticos	66
<i>El microanálisis.....</i>	<i>66</i>
<i>La codificación abierta.....</i>	<i>66</i>
<i>La codificación axial.....</i>	<i>66</i>
Criterios de rigor científico	68
Consideraciones Éticas	69
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	71
Preámbulo metodológico	72
<i>Identificación y codificación de los sujetos informantes.....</i>	<i>72</i>
Sección de codificación abierta: Emergencia de categorías	74
<i>Categoría 1: Percepciones ontológicas del Pensamiento Aleatorio</i>	<i>74</i>
<i>Categoría 2: Contextualización sociocultural del aprendizaje</i>	<i>75</i>
<i>Categoría 3: La mediación de las TAC y la transición tecnológica.....</i>	<i>75</i>

<i>Categoría 4: Barreras cognitivas y el Vacío conceptual</i>	76
Sección de codificación axial: El paradigma de codificación.....	78
1. <i>Condiciones causales</i>	78
2. <i>Contexto y condiciones intervinientes</i>	78
3. <i>Estrategias de acción e interacción</i>	79
4. <i>Consecuencias</i>	80
Sección de codificación selectiva: La categoría central.....	81
<i>Categoría central</i>	83
<i>Construcción de la Línea de historia</i>	84
Triangulación de la Información.....	86
Análisis de los escenarios educativos	87
<i>Escenario 1: I.E. Agroecológico “El Motilón” (MOT)</i>	87
<i>Escenario 2: I.E. Simón Álvarez (SIMA)</i>	88
<i>Escenario 3: I.E. San Martín de Porres (SMP)</i>	88
<i>Escenario 4: I.E. Policarpa Salavarrieta (IPSA)</i>	88
<i>Escenario 5: I.E. Simón Bolívar (SIMB)</i>	89
<i>Interpretación de segundo orden: el Docente-Ingeniero frente a la Didáctica</i>	89
Casos negativos o discordantes.....	90
<i>Caso negativo 1: La paradoja del dominio conceptual y la dependencia tecnológica (I.E. Simón Álvarez - SIMA)</i>	90
<i>Caso negativo 2: El choque epistémico entre el “Facilismo” y la Motivación intrínseca (I.E. Policarpa Salavarrieta - IPSA)</i>	91
<i>Caso negativo 3: La TAC esporádica como disruptor cognitivo y el mito de la infraestructura (I.E. El Motilón - MOT)</i>	92
Reflexiones onto-epistemológicas sobre los Resultados	94
<i>Plano Ontológico: La realidad del aula rural</i>	94
<i>Plano Epistemológico: La construcción del saber aleatorio</i>	94
<i>Plano Axiológico: Los valores en la enseñanza de la estadística</i>	94
Derivaciones concluyentes del análisis.....	94
Saturación teórica.....	96
CAPÍTULO V: ELEMENTOS TEÓRICOS: TEORÍA SUSTANTIVA EMERGENTE	98
1. <i>Fundamentación Epistemológica y Alcance de la Teoría</i>	99
2. <i>Presentación de la Categoría Central</i>	100
3. <i>La línea de historia integradora: Argumento teórico integrador</i>	103

4. Postulados formales de la Teoría Sustantiva.....	104
5. Representación gráfica de la Teoría Sustantiva	106
6. Evaluación y Criterios de rigor de la Teoría Sustantiva	108
7. Síntesis de elementos teóricos e implicaciones para la praxis	110
CAPÍTULO VI: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
Discusiones	113
<i>Las TAC como organizadores previos: Convergencias y matices con la Literatura</i>	<i>114</i>
<i>La Contextualización radical: Confirmación y Extensión.....</i>	<i>115</i>
<i>El Docente como Arquitecto cognitivo: Una categoría emergente con alto poder explicativo</i>	<i>116</i>
<i>Los casos negativos como contribución metodológica</i>	<i>117</i>
Conclusiones	117
Recomendaciones.....	119
<i>Para los docentes de matemáticas de educación media.....</i>	<i>120</i>
<i>Para las instituciones educativas y directivos.....</i>	<i>121</i>
<i>Para los Investigadores y la Comunidad académica.....</i>	<i>121</i>
<i>Para los Entes de política educativa.....</i>	<i>122</i>
REFERENCIAS.....	123
ANEXOS	131
Anexo A-1. Resultados pruebas SABER 11 periodos 2019 – 2024 por puestos. Área de matemáticas.....	132
Anexo A-2. Formato de instrumentos y Constancias de validación	135
Anexo A-3. Matriz de Códigos Emergentes y Saturación Teórica.....	148
Anexo A-4. Memorandos analíticos clave.....	150
Anexo A-5. Ejemplo de codificación aplicada: Fracturación e Integración	152
Anexo A-6. Síntesis curricular del autor.....	154
Anexo A-7. Síntesis curricular de la Tutora	155

LISTA DE TABLAS

N°	pp.
1. Escenario de estudio: instituciones educativas ubicadas en el municipio de Samaniego, departamento Nariño, Colombia	62
2. Distribución y codificación de los informantes primarios	63
3. Instrumentos aplicados a los sujetos informantes	73
4. Percepciones ontológicas del pensamiento aleatorio	74
5. Contextualización sociocultural del aprendizaje	75
6. La mediación de las TAC y la transición tecnológica	76
7. Barreras cognitivas y el Vacío conceptual	77
8. Matriz de triangulación de hallazgos	86
9. Postulados de la Teoría Sustantiva	105
10. Síntesis de elementos teóricos, fundamentos y orientaciones para la Praxis docente	110

LISTA DE FIGURAS

Nº	pp.
1. Curva del Olvido.....	53
2. Estructura para el análisis e interpretación de los resultados desde la Teoría Fundamentada	71
3. Tríada del aprendizaje significativo en el pensamiento aleatorio	102
4. Teoría Sustantiva Emergente: “La mediación cognitiva ecosistémica de las TAC”	107

INTRODUCCIÓN

La educación matemática en Colombia, particularmente en el nivel de educación media, ha enfrentado el imperativo de superar la enseñanza algorítmica para cultivar habilidades de pensamiento de orden superior, esenciales para la ciudadanía crítica en el siglo XXI. El pensamiento aleatorio, como componente de la estadística escolar, ha sido reconocido por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006) como un eje fundamental para la formación ciudadana, dado que permite interpretar datos, evaluar riesgos y tomar decisiones en contextos de incertidumbre. Autores como Batanero y Godino (2005) han subrayado la importancia de la adquisición de competencias en esta área de estudio, pues, en un mundo cada vez más orientado hacia la toma de decisiones informadas y basadas en datos (Tapia y Sierra, 2023; Zamora *et al.*, 2022) hace que “hoy por hoy la estadística sea un conocimiento imprescindible para la participación ciudadana y la toma de decisiones, tanto en la vida privada como en el trabajo” (Ruiz, 2015, p. 104).

Desde la perspectiva de que el pensamiento aleatorio y los sistemas de datos se consolidaron como un componente fundamental, cuyo dominio se ha hecho indispensable para la interpretación crítica de la información y la toma de decisiones bajo incertidumbre, se percibió que la didáctica de su enseñanza se ha limitado a la aplicación mecánica de procedimientos, obstaculizando el aprendizaje significativo (Ausubel, 1980), entendido como la relación sustantiva y no arbitraria entre la nueva información y la estructura cognitiva preexistente del aprendiz, es decir, que este proceso ocurre cuando “el contenido de aprendizaje se relaciona de manera no arbitraria y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe” (p. 18), lo que implica que, en la enseñanza, los nuevos conceptos deben anclarse en los conocimientos previos del estudiante para evitar que el saber permanezca como un dato aislado y carente de sentido.

Simultáneamente, la integración de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) ha transformado el panorama educativo, ofreciendo herramientas con potencial para mediar procesos didácticos complejos en contenidos que requirieron enfoques innovadores (Castro *et al.*, 2024; Pinzón *et al.*, 2015). Las TAC, al facilitar la visualización y simulación de fenómenos aleatorios, pudieron actuar como catalizadores para la construcción de significados profundos en el pensamiento aleatorio. No obstante, su uso efectivo requirió una comprensión teórica profunda

de cómo estas herramientas interactúan con los procesos cognitivos y las dinámicas sociales del aprendizaje.

Este escenario dual, definido por la relevancia curricular del pensamiento aleatorio y la creciente presencia de las TAC, llevó al autor de la presente investigación a establecer el foco en la necesidad de preparación de los estudiantes, justificada por la ausencia de marcos teóricos robustos que explicaran la articulación coherente entre las TAC y el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio en la educación media colombiana. A pesar de la existencia de experiencias aisladas, que se desglosarán más adelante, se identificó un vacío conceptual sobre teorizaciones sobre la naturaleza de esta integración. La literatura se ha enfocado predominantemente en la acción (cómo implementar o fortalecer), relegando la comprensión (cómo explicar o fundamentar) de los procesos subyacentes. Esta carencia teórica ha restringido la capacidad de los educadores para diseñar prácticas pedagógicas informadas, especialmente en entornos rurales, donde la pertinencia cultural y el acceso a recursos tecnológicos son factores críticos.

Es así, como este estudio se fundamentó en la necesidad imperante de derivar un cuerpo de conocimiento que dotara de sentido a la mediación tecnológica en la didáctica de la estadística priorizando la develación de los procesos de construcción de significado que emergieron en el aula. Se argumentó que, sin un modelo teórico que articulara la triada TAC-Aprendizaje Significativo-Pensamiento Aleatorio, la adopción de tecnologías corre el riesgo de permanecer en un nivel meramente instrumental. Por lo tanto, el propósito no ha sido prescribir una práctica, sino fundamentar elementos teóricos que surgieron de la realidad empírica en instituciones educativas del municipio de Samaniego – Nariño, Colombia.

El documento se organizó en seis capítulos principales que reflejan el proceso sistemático de la Teoría Fundamentada. El Capítulo I problematiza el objeto de estudio, permitiendo el análisis de la realidad del grupo de referencia y de las características regionales, así como los propósitos de la investigación, su justificación e importancia, situando el contexto educativo y las dificultades observadas en el aprendizaje del pensamiento aleatorio. El Capítulo II fundamenta el marco referencial, el cual incluye los antecedentes, las bases epistemológicas, ontológicas, axiológicas y pedagógicas, además de la revisión de las teorías sustantivas vinculadas al aprendizaje significativo, el pensamiento aleatorio y la mediación de las TAC, junto con el entramado legal. El Capítulo III estructura el horizonte metodológico, detallando el enfoque cualitativo, la aplicación

del método, los instrumentos de recolección de información y los criterios de rigor científico. El Capítulo IV interpreta los resultados emergentes de los datos empíricos, transitando rigurosamente desde el microanálisis y la codificación abierta hasta la codificación selectiva. El Capítulo V consolida la Teoría Sustantiva Emergente. El Capítulo VI discute los hallazgos frente a la literatura, decantando en las conclusiones y recomendaciones derivadas de las implicaciones teóricas y las líneas de investigación futuras. Por último, se documentan las referencias bibliográficas y electrónicas asumidas desde el rigor y la ética que exige toda investigación, acompañadas de sus respectivos anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

El abordaje de la realidad

La educación matemática en Colombia, particularmente en el nivel de educación media, ha debido trascender la enseñanza de procedimientos algorítmicos para cultivar habilidades de pensamiento de orden superior, esenciales en la formación de ciudadanos críticos capaces de interpretar la realidad con rigor analítico. El pensamiento aleatorio, articulado históricamente con la estadística y la probabilidad, ha sido reconocido por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006) como uno de los ejes estructurantes del currículo de matemáticas, en tanto permite tomar decisiones informadas ante fenómenos de incertidumbre, azar y ambigüedad. Autores como Batanero y Godino (2005) han señalado, con fundamento empírico sólido, que el dominio de este pensamiento constituye una competencia ciudadana de primer orden en sociedades que producen y consumen datos de manera masiva e irreversible.

Los estándares establecidos por el MEN, en donde los contenidos se agruparon, en principio, en cinco pensamientos y posteriormente en tres; los cinco tipos de pensamiento matemático enunciados en los Lineamientos Curriculares eran: “en la aritmética, el pensamiento numérico; en la geometría, el pensamiento espacial y el métrico; en el álgebra y el cálculo, el pensamiento métrico y el variacional, y en la probabilidad y estadística, el pensamiento aleatorio.” (MEN, 2006, p. 58) Este último corresponde al objeto de esta investigación, el cual es definido de la siguiente manera:

El pensamiento aleatorio y los sistemas de datos. Este tipo de pensamiento, llamado también probabilístico o estocástico, ayuda a tomar decisiones en situaciones de incertidumbre, de azar, de riesgo o de ambigüedad por falta de información confiable, en las que no es posible predecir con seguridad lo que va a pasar. El pensamiento aleatorio se apoya directamente en conceptos y procedimientos de la teoría de probabilidades y de la estadística inferencial, e indirectamente en la estadística descriptiva y en la combinatoria. Ayuda a buscar soluciones razonables a problemas en los que no hay una solución clara y segura, abordándolos con un espíritu de exploración y de investigación mediante la construcción de modelos de fenómenos físicos, sociales o de juegos de azar y la utilización de estrategias como la exploración de sistemas de datos, la simulación de experimentos y la realización de conteos. (MEN, 2006, p. 64)

Posteriormente, según como se establece en el documento Evaluar para Avanzar,

para la estructura de las pruebas se reorganizaron los cinco pensamientos en tres grandes ejes de conocimientos básicos: el numérico-variacional, el geométrico-métrico y el aleatorio; la actual agrupación por categorías de contenido (Álgebra y cálculo, Geometría y Estadística) está relacionada con estos ejes”. (ICFES, 2021, p. 16)

De lo anterior se puede inferir que el pensamiento aleatorio y sistemas de datos del cual se menciona tanto en los Lineamiento Curriculares (MEN, 1998) como en los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2006) pasa a llamarse más tarde simplemente como pensamiento aleatorio, y corresponde a contenidos de estadística (Evaluar para avanzar, ICFES, 2021). Es decir, el pensamiento aleatorio hace referencia a todo el contenido de estadística el cual será evaluado en la prueba Saber 11.

En este escenario, la didáctica de la estadística ha enfrentado un rezago notable. Tal como lo señala Cogollo (2018), los medios de comunicación masiva exponen a la ciudadanía, de manera cotidiana e inescapable, a tablas, gráficos y cifras que sustentan posiciones políticas, económicas y científicas; no obstante, la formación estadística de los estudiantes colombianos resulta insuficiente para ejercer una lectura crítica de dicha información. Esta brecha entre la demanda social de razonamiento estadístico y la oferta curricular efectiva se torna especialmente aguda en el municipio de Samaniego, Nariño, donde confluyen factores de vulnerabilidad socioeconómica, limitada infraestructura tecnológica y una historia pedagógica centrada en la transmisión mecánica de fórmulas sin anclaje experiencial.

Los resultados de las pruebas Saber 11, administradas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), ofrecen evidencia cuantitativa de esta problemática. Durante los periodos 2019-2024, las cinco instituciones educativas del municipio de Samaniego (cuya distribución y resultados se presentan en el Anexo A-1) mantuvieron puntajes en matemáticas que, aun superando en algunos casos el promedio departamental, se ubican significativamente por debajo del máximo de desempeño registrado en el departamento de Nariño. Dado que el componente aleatorio representa entre el 35 y el 40 % de la prueba de matemáticas en el formato actual (ICFES, 2024), estas dificultades impactan de manera directa y estructural las oportunidades de acceso de los estudiantes a la educación superior. Ante noticias que señalan:

A propósito del día internacional de las matemáticas, en Colombia, el 71% de los estudiantes de 15 y 16 años no demuestran las competencias más básicas en matemáticas, según las pruebas PISA de 2022. Es decir, no logran representar matemáticamente una situación simple sin instrucciones directas. Este resultado es alarmante, pues estos estudiantes han estado por cerca de 10 años en el colegio, están casi a punto de graduarse de bachilleres y no han adquirido las habilidades más básicas;

una gran pérdida de tiempo y recursos invertidos. [...algunas de las razones detrás del bajo desempeño...] El 51% de los alumnos colombianos se sienten tensos y nerviosos cuando tienen que hacer tareas de matemáticas, el 74% ansiosos de no obtener la respuesta correcta, el 81% les preocupa sacar malas notas en esta área, el 52% dice sentirse impotente cuando se enfrenta a problemas matemáticos, y el 49% manifiesta que la mitad de las veces o más se sienten perdidos durante las clases de matemáticas. Estos sentimientos negativos hacia las matemáticas se presentan en mayor frecuencia en estudiantes colombianos al compararlos con lo observado en países de la OCDE y aquellos con los mejores puntajes. (Abadía, 2024, párrs. 2, 4)

El panorama descrito adquiere mayor gravedad cuando se contrasta con los resultados de las pruebas PISA 2022, según como refieren en la cita anterior un 71 % de los estudiantes colombianos de quince y dieciséis años no demuestra competencias básicas en matemáticas (OCDE, 2022). El análisis de Abadía (2024) revela que detrás de este desempeño se encuentran factores actitudinales de gran peso: más del 80 % de los estudiantes colombianos reporta preocupación por sus calificaciones en matemáticas; el 52 %, sentimientos de impotencia ante los problemas matemáticos; y el 49 %, sensación de desorientación durante las clases. Estas disposiciones afectivas no son ajenas al contexto de Samaniego, donde la estadística es percibida frecuentemente como una asignatura marginal y de escasa aplicabilidad, relegada a pocas horas semanales o abordada superficialmente al cierre del año escolar.

El reflejo del bajo desempeño de los estudiantes en esta área del conocimiento ha hecho que, inclusive la Alcaldía municipal de Samaniego (2024) en articulación con la Secretaría de Educación muestren preocupación al respecto y tomen acciones para brindar capacitación a estudiantes de las instituciones del municipio para fortalecer estas habilidades y competencias, lo que puede traducirse en mejores resultados en la prueba ICFES y una mejor preparación para la educación superior.

Desde la experiencia directa del autor de esta investigación como docente de matemáticas en instituciones educativas del municipio, ha sido posible observar que la enseñanza del pensamiento aleatorio se desarrolla, en la mayoría de los casos, bajo un enfoque expositivo y descontextualizado, en el que los contenidos estadísticos son tratados como apéndices curriculares sin conexión con las realidades productivas, sociales y culturales de los estudiantes. Esta observación coincide con los hallazgos de Batanero (2009), quien documenta que los docentes, pese a reconocer la importancia práctica de la estadística, se sienten escasamente preparados para acompañar a sus estudiantes en la superación de sus dificultades conceptuales. En dicho escenario, las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) han sido incorporadas mayormente

como instrumentos de optimización operativa (evitar cálculos a mano o agilizar presentaciones) sin que se haya desarrollado aún una comprensión teórica de su potencial como mediadoras de procesos cognitivos profundos.

Cabe destacar que el efecto de la pandemia de COVID-19 agudizó estas condiciones de manera significativa. López y Martínez (2022) documentan que:

168 millones de jóvenes en América Latina y el Caribe perdieron, en promedio, 237 días de clases por la pandemia. Hablamos de una crisis silenciosa cuyas repercusiones pueden afectar a toda una generación, pero también de una oportunidad, no para volver a la situación prepandemia, sino para diseñar los sistemas educativos y la capacitación en habilidades claves para desarrollar el capital humano que necesita la región... Como resultado de la pandemia, los estudiantes de niveles socioeconómicos más bajos sufrirán brechas de aprendizajes acumuladas de 2,5 años en comparación al rendimiento escolar de sus pares en los quintiles más altos. (p. 15)

Esto significa que 168 millones de jóvenes latinoamericanos perdieron en promedio 237 días de clases, con brechas acumuladas de aprendizaje de hasta 2.5 años para los estudiantes de niveles socioeconómicos más bajos. En el municipio de Samaniego, la mortalidad académica en el área de matemáticas se incrementó perceptiblemente durante ese periodo, lo que profundizó los vacíos conceptuales previos y redujo aún más el tiempo efectivo dedicado a los contenidos de pensamiento aleatorio.

La persistencia de la situación descrita en el contexto de esta investigación podría desencadenar impactos negativos y duraderos en el sistema educativo de Samaniego, Nariño, Colombia. La falta de intervención amenazaría con agravar las brechas educativas existentes, especialmente para los estudiantes de niveles socioeconómicos más bajos, contribuyendo a una disparidad persistente en el rendimiento académico y limitando las oportunidades futuras (Banco de la República, 2021; López y Martínez, 2022). La alta mortalidad académica en temas relacionados con las competencias matemáticas podría persistir, comprometiendo la calidad educativa y afectando la preparación de los estudiantes para desafíos más avanzados. Además, este escenario podría tener un impacto negativo en el bienestar psicosocial de los estudiantes, afectando su motivación y actitud hacia el aprendizaje (Morris, 2015). La falta de implementación de estrategias didácticas efectivas podría resultar en el desaprovechamiento del potencial de los estudiantes, limitando sus habilidades clave en un mundo cada vez más complejo. A largo plazo, las consecuencias podrían extenderse a la comunidad, afectando su desarrollo social y económico (Pérez, 2023).

La literatura especializada ha focalizado su atención, predominantemente, en la acción: cómo implementar recursos tecnológicos, cómo diseñar actividades colaborativas, cómo mejorar los resultados en pruebas estandarizadas. Lo que escasea, de manera notoria, es la comprensión: cómo explicar y fundamentar los procesos mediante los cuales la mediación tecnológica produce o no produce transformaciones en la estructura cognitiva del estudiante. Este vacío teórico constituye el punto de partida de la presente investigación doctoral, que no busca prescribir una práctica pedagógica, sino generar elementos teóricos que, emergiendo de la realidad empírica de las aulas de Samaniego, orienten la articulación coherente entre las TAC y el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio.

El reconocimiento del vacío teórico descrito conduce a la formulación de la pregunta investigativa central que orienta el proceso de indagación. Desde la perspectiva de la Teoría Fundamentada (Corbin y Strauss, 2002), la pregunta de investigación no busca verificar una hipótesis preestablecida ni evaluar la eficacia de una intervención, sino abrir un espacio de exploración sistemática a partir del cual emerja teoría desde los propios datos y de la premisa básica de Ausubel (1980) que alude que la psicología educativa se ocupa, ante todo, de la naturaleza, las condiciones, resultados y evaluación del aprendizaje que tiene lugar en el salón de clase. En consecuencia, la pregunta central que guía esta investigación es:

¿Cuáles son los elementos teóricos que emergen de la práctica pedagógica para orientar el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en estudiantes de educación media colombiana?

Esta pregunta central se desglosa en tres subpreguntas que orientan los propósitos específicos de la investigación y configuran la trayectoria del muestreo teórico:

¿Cómo experimentan estudiantes y docentes el aprendizaje del pensamiento aleatorio mediado por las TAC en las instituciones educativas de Samaniego, Nariño?

¿Qué significados emergen en los procesos de mediación pedagógica con tecnología integrada en el aula de educación media?

¿Cómo se configura conceptualmente la relación entre las TAC, el aprendizaje significativo y el pensamiento aleatorio en contextos escolares de educación media colombiana?

Así, el propósito general y los subsiguientes propósitos específicos mantienen una secuencia lógica que va desde la descripción comprensiva del fenómeno hasta su fundamentación teórica, coherente con la progresión analítica de la Teoría Fundamentada.

Propósitos de la investigación

Propósito general

Generar elementos teóricos que orienten el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en estudiantes de educación media colombiana.

Propósitos específicos

1. Develar las concepciones, experiencias y prácticas de docentes y estudiantes respecto al Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio y el uso de las TAC en la educación media de Samaniego, Nariño.

2. Caracterizar la mediación de las TAC en el desarrollo del Pensamiento Aleatorio a partir de la interacción, las estrategias y los métodos pedagógicos observados en el aula de educación media.

3. Fundamentar los elementos teóricos derivados de la práctica pedagógica con apoyo de las TAC, para orientar el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio en estudiantes de educación media colombiana.

Justificación e Importancia

La presente investigación se justifica desde cuatro dimensiones articuladas que se refuerzan mutuamente: la relevancia curricular del pensamiento aleatorio en el sistema educativo colombiano, la insuficiencia de marcos teóricos que expliquen su mediación tecnológica, la pertinencia del contexto de Samaniego como escenario de indagación, y la contribución metodológica que supone la adopción de la Teoría Fundamentada para generar conocimiento desde la práctica pedagógica local.

Desde la dimensión curricular, el pensamiento aleatorio ocupa un lugar estructurante en las políticas educativas nacionales. El MEN (2006) lo define como el eje articulador de los contenidos de probabilidad y estadística, señalando que su dominio es indispensable para “buscar soluciones razonables a problemas en los que no hay una solución clara y segura, abordándolos con un espíritu de exploración e investigación” (p. 64). Asimismo, el ICFES (2024) establece que el componente aleatorio representa entre el 35 y el 40 % de la prueba de matemáticas en el examen Saber 11, lo que convierte su aprendizaje en un determinante significativo de las posibilidades de acceso a la educación superior. No obstante, como documentan Cuétara et al. (2016), la enseñanza de la estadística en los contextos escolares latinoamericanos continúa se considera superficial y desarticulada de las necesidades reales del estudiantado.

En el ámbito nacional, en Colombia, se han llevado a cabo investigaciones y evaluaciones específicas que abordan la competencia estadística. Las pruebas Saber en Colombia, y las pruebas Evaluar para Avanzar administradas por el ICFES (ICFES, 2021), incluyen preguntas relacionadas con el pensamiento aleatorio. Estas evaluaciones han identificado dificultades en los estudiantes para comprender y aplicar conceptos estadísticos, lo que resalta la importancia de mejorar la enseñanza de la estadística en el contexto nacional. Otra experiencia para mencionar es la llevada a cabo por el Ministerio de Educación de Colombia en colaboración con universidades y entidades educativas, ha buscado la implementación de programas y proyectos que incorporan el uso de las TIC en el aula. Por ejemplo, el proyecto “Colombia Aprende” (MEN, 2023) ha desarrollado diversos recursos multimedia y herramientas digitales para apoyar la enseñanza y el aprendizaje en las instituciones educativas del país.

Estos programas han buscado aprovechar los avances tecnológicos y promover la integración de las TIC en el currículo educativo. A través de la implementación de recursos multimedia interactivos, se ha buscado mejorar la comprensión de conceptos, estimular la participación de los estudiantes y fomentar el desarrollo de habilidades digitales. Estas iniciativas nacionales son ejemplos relevantes que pueden enriquecer el marco investigativo, al explorar cómo el uso de las TIC se ha incorporado en la práctica educativa a nivel nacional y cómo ha impactado en el aprendizaje de los estudiantes.

Desde la dimensión de vacío teórico, la literatura especializada en educación estadística y tecnología educativa ha privilegiado, de manera sistemática, la dimensión prescriptiva e instrumental: qué herramientas usar, cómo implementar secuencias didácticas, con qué indicadores medir los resultados. Lo que ha permanecido insuficientemente desarrollado es la comprensión de los mecanismos cognitivos mediante los cuales la mediación tecnológica produce —o inhibe— transformaciones en la estructura cognitiva del aprendiz. Ausubel (1980) estableció hace décadas que el aprendizaje significativo ocurre cuando el nuevo material se relaciona de manera sustantiva y no arbitraria con los conocimientos previos del estudiante; sin embargo, la manera en que las TAC pueden actuar como catalizadores de este proceso de anclaje en el contexto específico de la estadística escolar permanece, hasta el momento, escasamente teorizada. Esta carencia restringe la capacidad de los educadores para diseñar prácticas informadas y evaluar críticamente el impacto de las tecnologías que incorporan en sus aulas.

Desde la dimensión contextual, el municipio de Samaniego, Nariño, ofrece un escenario de indagación de alto valor heurístico. La convivencia de instituciones urbanas y rurales, la diversidad de contextos socioeconómicos y culturales —incluyendo comunidades campesinas vinculadas a economías agropecuarias— y las limitaciones variables de infraestructura tecnológica configuran un campo complejo en el que las interacciones entre los actores educativos, las herramientas digitales disponibles y los contenidos estadísticos generan patrones de mediación únicos. Precisamente esta complejidad convierte al municipio en un laboratorio natural para la generación de teoría sustantiva: una teoría que, aunque construida desde datos locales, posee la capacidad de iluminar fenómenos similares en otros contextos escolares colombianos e iberoamericanos de condiciones análogas.

Desde la dimensión metodológica, la adopción de la Teoría Fundamentada de Corbin y Strauss (2002) como estrategia de generación de conocimiento representa, en sí misma, un aporte metodológico al campo de la educación matemática en Colombia. Como señala Vasilachis de Gialdino (2006), los enfoques cualitativos permiten acceder a los significados que los actores atribuyen a sus experiencias, dimensión que los estudios cuantitativos dominantes en educación estadística no logran capturar. La teoría que emerge de este proceso no pretende generalizarse de manera estadística, sino ofrecer comprensión teórica transferible: lineamientos conceptuales que

permitan a docentes e investigadores de contextos similares leer su propia realidad con mayor profundidad y actuar sobre ella con mayor fundamento.

En consecuencia, los resultados esperados de esta investigación trascienden el ámbito local. Si bien el trabajo empírico se circunscribe a cinco instituciones educativas del municipio de Samaniego, los elementos teóricos emergentes aspiran a convertirse en un referente conceptual para la formación docente en didáctica de la estadística, para el diseño de propuestas pedagógicas mediadas por TAC en contextos de educación media rural y urbana, y para el debate académico sobre las condiciones que determinan que la tecnología educativa actúe como organizador previo ausubeliano en lugar de limitarse a ser una herramienta instrumental de apoyo operativo, ya que como lo afirma Pinzón et al. (2015)

Lo aleatorio con todo y sus diversos sinónimos, lo eventual, lo fortuito, inesperado, etcétera, resultan un tema muy interesante a tratar en los ámbitos escolares, ya que aquellos fenómenos imprevisibles se manifiestan de manera latente en la realidad: en el mundo biológico, físico, social, político. (p. 4)

En este escenario, la presente investigación se inscribe dentro de la Línea de investigación institucional “Innovación, Gestión y Tecnología”, en tanto su propósito central trasciende la incorporación instrumental de dispositivos para adentrarse en la reconfiguración profunda de la praxis pedagógica. Desde los postulados del paradigma interpretativo-constructivista, la generación de elementos teóricos para orientar el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio exige comprender cómo los docentes gestionan entornos educativos donde las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) actúan como auténticos mediadores de la estructura cognitiva del estudiante.

En este sentido, la generación de una teoría sustantiva orientada al Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio da respuesta directa a las dimensiones problematizadoras trazadas por el Centro de Investigación Educativa Georgina Calderón (CIEGC, 2009). Al respecto, las líneas de investigación institucional establece textualmente como temáticas y preguntas fundamentales a resolver:

¿Cómo consolidar de manera efectiva el uso de los medios y recursos tecnológicos, para fortalecer los procesos de innovación en el contexto educativo? [...] ¿Cómo usar y aplicar la tecnología educativa? [...] ¿Cómo gestionar los recursos edutecnológicos, para favorecer los procesos de enseñanza? (pp. 8-9)

La presente tesis doctoral aborda y resuelve empíricamente estas interrogantes cardinales. A través del método de la Teoría Fundamentada, el estudio consolida la premisa de que el uso efectivo de la tecnología educativa no se gestiona desde la simple provisión de conectividad, sino desde la capacidad del docente para erigirse como un arquitecto cognitivo. Es mediante la adaptación didáctica y la gestión de ecosistemas TAC. De esta manera, el estudio se consolida como una innovación didáctica que, anclada en los preceptos de asimilación sustantiva de Ausubel, gestiona el conocimiento emergente del aula para transformar a los ecosistemas tecnológicos en puentes cognitivos indispensables frente a los desafíos de la educación media colombiana.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

El marco referencial constituye el soporte conceptual desde el cual se interroga la realidad educativa y se dota de sentido al proceso de generación teórica. Desde la perspectiva de la Teoría Fundamentada, este marco no precede ni condiciona los hallazgos, sino que actúa como un horizonte de sensibilidad teórica, en los términos de Corbin y Strauss (2002), que permite al investigador reconocer, en los datos, aquello que resulta analíticamente significativo. En consecuencia, las teorías aquí expuestas no operan como marcos deductivos de verificación, sino como lentes conceptuales que enriquecen la mirada interpretativa sin suplantarse la emergencia inductiva de las categorías. Hernández et al. (2014) señalan que “la revisión de la literatura permite delimitar las teorías más adecuadas para el estudio, su contexto y su análisis” (p. 60). En este sentido, la revisión de la literatura permitió delimitar los marcos teóricos más adecuados para el análisis del fenómeno en estudio, otorgando profundidad y contexto a la comprensión de los datos empíricos.

Este capítulo se organiza en cuatro grandes apartados interrelacionados: los antecedentes de investigación, que sitúan el presente estudio en el estado del arte internacional y nacional; las teorías de apoyo o fundamentaciones, que explicitan el posicionamiento filosófico de la investigación; el marco conceptual, que define los constructos centrales que emergen en la práctica pedagógica observada; y las teorías sustantivas de entrada, que constituyen los marcos teóricos consolidados, sobre aprendizaje significativo, constructivismo y TAC, desde los cuales el investigador se aproxima al campo con sensibilidad analítica. La articulación entre estos cuatro apartados garantiza coherencia epistemológica y riqueza conceptual en la comprensión del fenómeno estudiado.

Antecedentes de la investigación

La revisión de antecedentes cumple en esta investigación una doble función metodológica: por una parte, documenta el estado del conocimiento existente sobre la integración de las TAC en la enseñanza del pensamiento aleatorio y la estadística escolar; por otra, evidencia el vacío teórico

que justifica la generación de conocimiento nuevo desde un enfoque cualitativo-inductivo. Los estudios seleccionados, tanto del ámbito internacional como del nacional, fueron escogidos por su pertinencia temática, su proximidad contextual al objeto de estudio y su contribución a la comprensión de las relaciones entre tecnología educativa y aprendizaje significativo en matemáticas.

Antecedentes internacionales

En el contexto europeo, Venegas (2017) desarrolló la tesis doctoral titulada *Valoración del uso de recursos digitales como apoyo a la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria*, en la Universidad de Salamanca, España. La investigación evaluó la implementación de recursos digitales de calidad en un sexto grado de Educación Primaria mediante un enfoque descriptivo-mixto. Los hallazgos revelaron una valoración altamente positiva por parte del alumnado: los recursos digitales no solo facilitaron la comprensión de los contenidos matemáticos, sino que transformaron positivamente la actitud hacia el aprendizaje, haciéndolo más motivador y contextualizado. Lo más relevante para la presente investigación es el hallazgo de que la incorporación de herramientas digitales contribuyó a un aprendizaje más significativo cuando fomentó la participación del estudiante y el trabajo colaborativo, en línea con los principios ausubelianos de relacionalidad sustantiva entre el material nuevo y la estructura cognitiva preexistente. Esto refuerza la necesidad de repensar las prácticas pedagógicas tradicionales y de incorporar estrategias mediadas por tecnologías.

Este antecedente es pertinente porque aporta evidencia empírica sobre la eficacia de las tecnologías educativas en el aprendizaje de las matemáticas y que puede ser extrapolada a la estadística, y señala de manera implícita, la necesidad de ir más allá de la evaluación de resultados para comprender los procesos cognitivos subyacentes. Precisamente en ese espacio de comprensión, y no de prescripción, se sitúa la presente investigación doctoral.

En el ámbito latinoamericano, Zuñiga (2021) realizó en Lima, Perú, la tesis doctoral titulada *Programa Mathapps en el análisis de funciones de varias variables en estudiantes de ingeniería ambiental de una universidad pública*, en la Universidad César Vallejo. Mediante un diseño preexperimental con una muestra de 60 estudiantes, se implementó un programa compuesto por cuatro aplicaciones móviles de geometría y cálculo (GeoGebra 3D, Desmos Calculator, Symbolab

y Wolfram Alpha). Los resultados, validados mediante la prueba estadística de Mann-Whitney, demostraron un impacto significativo en el desarrollo de competencias matemáticas relacionadas con el análisis de funciones. La investigación subraya la efectividad de las herramientas TAC en la enseñanza de conceptos abstractos complejos, reforzando la hipótesis de que la visualización dinámica puede actuar como un puente cognitivo entre la representación abstracta y la comprensión intuitiva del estudiante.

Este antecedente constituye un referente analítico de gran valor para la presente investigación, ya que aporta evidencia empírica sólida sobre la eficacia de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en la transposición didáctica de saberes matemáticos de alta complejidad. Aunque el estudio de Zuñiga (2021) se sitúa en el nivel de educación superior y adopta un diseño cuantitativo, su principal hallazgo respecto a que la visualización dinámica actúa como un puente cognitivo dialoga intrínsecamente con el sustento epistemológico de la presente tesis que justifica la necesidad de implementar ecosistemas TAC no como meros artefactos instrumentales, sino como mediadores visuales que facilitan el anclaje de la nueva información. Asimismo, delimita de manera precisa el vacío investigativo que este estudio doctoral pretende cubrir: mientras investigaciones previas demuestran estadísticamente que las herramientas tecnológicas mejoran el rendimiento, la presente indagación cualitativa se enfocará en develar y teorizar cómo ocurren esas interacciones en la práctica pedagógica para cristalizar un auténtico Aprendizaje Significativo.

Desde el contexto ecuatoriano, Cañarte (2021) analizó en su tesis doctoral *Tecnologías de Información (TIC) como factor de éxito en la calidad de la docencia universitaria ecuatoriana*, presentada en la Universitat Jaume I, el impacto de las tecnologías en tres universidades públicas ecuatorianas. Los resultados identificaron que el manejo adecuado y reflexivo de las TIC por parte de los docentes es condición necesaria para su impacto positivo en la calidad educativa, al tiempo que documentaron resistencias docentes a confiar plenamente en estas herramientas. Este hallazgo resulta teóricamente relevante para la presente investigación, pues anticipa uno de los patrones que emergen con fuerza en los datos de campo: la mediación tecnológica efectiva depende, de manera crítica, de la disposición y la competencia pedagógica del docente, no de la disponibilidad de la herramienta en sí misma.

Este antecedente resulta teóricamente vinculante para la presente investigación, ya que confirma que la mera provisión de recursos digitales no garantiza la calidad educativa. A la luz de los hallazgos de Cañarte (2021) se respalda la premisa de que las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) requieren ineludiblemente de la competencia pedagógica del docente para transformarse en verdaderos organizadores previos. En consecuencia, este estudio justifica la pertinencia del abordaje metodológico adoptado, pues evidencia la necesidad de teorizar cómo el maestro reconfigura su praxis y supera sus propias resistencias instrumentales para lograr que la tecnología medie de manera sustantiva en la estructura cognitiva del estudiante frente a la abstracción del pensamiento aleatorio.

En el ámbito europeo, Proença (2019) desarrolló su tesis doctoral denominada *La tecnología en la enseñanza de la estadística en Portugal: ¿una realidad o un camino en construcción?*, Universidad de Extremadura, Portugal. El objetivo fue analizar el grado de integración de herramientas tecnológicas en la enseñanza de la estadística en educación secundaria portuguesa. Aplicó cuestionarios a 182 docentes y realizó entrevistas semiestructuradas a 15 profesores de matemáticas. concluyó que el 78% de los docentes reconoce el potencial didáctico de las TAC en el aula de clases. Proença determinó que la integración tecnológica en Portugal es aún un camino en construcción de los recursos tecnológicos en áreas curriculares complejas como la estadística.

Este antecedente se sustenta epistemológicamente a esta investigación ya que aporta evidencia sobre los factores que condicionan el uso de recursos multimedia interactivos para la enseñanza de conceptos estadísticos, aspecto central en este estudio.

Antecedentes nacionales

En el ámbito nacional, Tarazona (2025) desarrolló la investigación doctoral titulada *El uso de objetos virtuales de aprendizaje como herramienta pedagógica para la enseñanza en el nivel de básica secundaria*, avalada por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Enmarcado en el paradigma interpretativo y aplicando el rigor del método de la Teoría Fundamentada, el estudio tuvo como escenario empírico de campo a la institución educativa ITA Juan Frío, en el departamento de Norte de Santander, Colombia. A través de la aplicación de entrevistas en profundidad a docentes y estudiantes, y su posterior codificación teórica, el autor generó un constructo enfocado en la mediación didáctica de los entornos digitales. Los hallazgos y

la teorización emergente revelaron que los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), lejos de ser meros recursos técnicos instrumentales, se configuran como auténticos mediadores sociocognitivos y artefactos culturales que transforman las prácticas pedagógicas. La investigación demostró que estas herramientas facilitan andamiajes instruccionales que permiten la comprensión de conceptos complejos, exigiendo simultáneamente que el docente abandone la transmisión mecánica para asumir un rol de diseñador y mediador de experiencias de aprendizaje.

Este antecedente guarda una profunda y directa vinculación metodológica y epistemológica con la presente investigación, al validar el uso de la Teoría Fundamentada en contextos de educación media colombiana para develar el impacto de la tecnología en el aula. A la luz de la perspectiva teórica de Ausubel, los *andamiajes didácticos* identificados por Tarazona (2025) cumplen exactamente la función de los *organizadores previos*, los cuales son indispensables para tender puentes entre la estructura cognitiva del aprendiz y los nuevos saberes. De igual forma, el antecedente justifica la pertinencia del vacío investigativo que este estudio aborda: si bien Tarazona teoriza sobre los ecosistemas digitales a nivel general, la presente investigación avanza hacia la especificidad didáctica, fundamentando cómo la mediación de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) logra reconfigurar la praxis del maestro para mitigar el choque abstracto que produce el Pensamiento Aleatorio, promoviendo así la asimilación sustantiva y el aprendizaje no arbitrario.

En el ámbito nacional, Villamizar (2023) desarrolló la investigación doctoral titulada *Fundamentos teóricos para un aprendizaje significativo de las matemáticas desde la resolución de problemas en la educación básica colombiana*, avalada por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Enmarcada en el paradigma interpretativo y sustentada en el rigor analítico de la Teoría Fundamentada, la investigadora tuvo como escenario empírico a la Institución Educativa Alonso Carvajal, ubicada en el departamento de Norte de Santander, Colombia. A través de la aplicación de entrevistas a informantes clave (seis docentes del área de matemáticas) y el posterior proceso de microanálisis y codificación teórica según los lineamientos de Strauss y Corbin, el estudio develó las concepciones y la praxis pedagógica subyacente a la enseñanza. Los resultados y la teoría sustantiva emergente demostraron que la resolución de problemas, lejos de reducirse a un ejercicio procedimental y mecánico, exige una profunda reconfiguración de la acción docente para erigirse como una herramienta que interconecta los

conceptos abstractos con situaciones cotidianas, propiciando así una genuina construcción del conocimiento.

Este antecedente resulta metodológica y epistemológicamente vinculante para la presente investigación, puesto que legitima de manera directa la pertinencia de la Teoría Fundamentada para estudiar las dinámicas de la educación matemática en el contexto colombiano, cumpliendo con los estándares de la UPEL. A la luz de los postulados de David Ausubel (referente central en ambas investigaciones), el estudio de Villamizar (2023) corrobora que, para lograr el Aprendizaje Significativo, es ineludible anclar la nueva información de forma sustantiva y no arbitraria en la estructura cognitiva del estudiante. De este modo, el antecedente justifica el vacío teórico que aborda la presente tesis doctoral: si Villamizar fundamentó a la “resolución de problemas” como el puente cognitivo general en la educación básica, esta indagación avanza hacia la especificidad didáctica del pensamiento aleatorio en la educación media, teorizando cómo los ecosistemas TAC asumen el rol de auténticos *organizadores previos* dinámicos. En definitiva, este estudio ratifica que la falta de interés y el aprendizaje mecánico por parte de los estudiantes solo se superan cuando el educador transforma su praxis pedagógica, pilar fundamental de la categoría central que guiará el presente análisis.

Contreras (2024), en su tesis doctoral presentada en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), titulada Constructos didácticos emergentes para el aprendizaje mediado por dispositivos digitales en educación media técnica, desarrolló una investigación desde el paradigma interpretativo y el método fenomenológico, con el propósito de generar constructos didácticos emergentes relacionados con el aprendizaje mediado por dispositivos digitales en estudiantes de educación media técnica del municipio de Los Patios, Norte de Santander. El estudio se desarrolló con docentes y estudiantes de la Institución Educativa Ana Vitiello y utilizó entrevistas semiestructuradas para comprender las experiencias y significados construidos alrededor de la incorporación pedagógica de dispositivos digitales en el aula.

Entre los principales hallazgos, el autor identificó que el aprendizaje mediado por dispositivos digitales depende directamente de la manera en que el docente articula estrategias didácticas, procesos de interacción y mediaciones pedagógicas dentro del contexto educativo. Asimismo, se evidenció que la incorporación de tecnologías digitales favorece ambientes de aprendizaje más dinámicos, participativos y contextualizados; sin embargo, también se reconoció

la necesidad de fortalecer la formación docente para evitar usos meramente instrumentales de la tecnología. Los resultados condujeron a la construcción de constructos didácticos emergentes orientados a dinamizar el aprendizaje en educación media técnica mediante dispositivos digitales.

La afinidad de este antecedente con la presente investigación es significativa tanto en el plano metodológico como temático. Metodológicamente, ambas investigaciones se desarrollan desde enfoques cualitativos e interpretativos orientados a construir teoría desde las experiencias de docentes y estudiantes en contextos educativos colombianos. Temáticamente, el estudio de Contreras coincide con esta investigación en reconocer que las tecnologías digitales y las TAC no garantizan por sí solas, procesos de aprendizaje significativo, sino que requieren mediaciones pedagógicas contextualizadas y prácticas docentes reflexivas. De igual manera, este antecedente fortalece la comprensión de la Mediación Cognitiva Ecosistémica propuesta en esta tesis, al destacar la necesidad de articular tecnología, didáctica, contexto y praxis docente para dinamizar el aprendizaje en educación media.

Solano (2022), en su tesis doctoral presentada en la Universidad Nacional de La Plata — Las prácticas pedagógicas de los docentes en torno a las Tecnologías de la Información y la Comunicación como mediación para el aprendizaje en la Educación Secundaria en Colombia se centra en las prácticas pedagógicas de docentes de educación secundaria en torno a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como mediación para el aprendizaje en instituciones educativas de Bogotá, constituye un antecedente relevante para la presente investigación.

El estudio se desarrolló desde un enfoque cualitativo-hermenéutico con orientación interpretativa y tuvo como propósito analizar las prácticas pedagógicas de docentes de grado noveno en relación con la integración de las TIC en el aula. Para ello, empleó instrumentos como encuestas, entrevistas, observaciones y notas de campo, desarrollando además un proceso de análisis desde la Teoría Fundamentada mediante comparación constante y construcción de categorías emergentes. Entre los principales hallazgos, la investigación evidenció una desarticulación entre el discurso de las políticas públicas TIC y las prácticas pedagógicas reales desarrolladas en las instituciones educativas. Aunque los docentes reconocen el potencial de las TIC para mejorar el aprendizaje y dinamizar la mediación pedagógica, persisten esquemas tradicionales de enseñanza y una limitada apropiación didáctica de las tecnologías dentro de las secuencias de aprendizaje. Asimismo, se identificaron dificultades relacionadas con infraestructura

tecnológica, conectividad y procesos de formación docente; sin embargo, también emergieron estrategias creativas construidas por los maestros para integrar recursos tecnológicos en contextos con limitaciones materiales.

La afinidad de este antecedente con la presente investigación es amplia tanto en el plano metodológico como temático. Metodológicamente, ambas investigaciones se desarrollan desde enfoques cualitativos e interpretativos apoyados en la Teoría Fundamentada como estrategia para construir teoría desde los datos y desde las experiencias de los actores educativos. Temáticamente, coincide con esta tesis en reconocer que las tecnologías no garantizan por sí solas procesos de aprendizaje significativo, sino que requieren mediaciones pedagógicas reflexivas, contextualizadas y coherentes con las necesidades cognitivas y socioculturales de los estudiantes. Además, el estudio fortalece la comprensión de la Mediación Cognitiva Ecosistémica propuesta en esta investigación, al evidenciar que la efectividad de las TIC depende de la articulación entre práctica docente, contexto, interacción y apropiación pedagógica de la tecnología.

Díaz (2023), en su tesis doctoral presentada en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), titulada La enseñanza de la matemática en la educación básica secundaria a la luz de las competencias digitales del docente, desarrolló una investigación orientada a comprender la relación entre las competencias digitales docentes y los procesos de enseñanza de las matemáticas en educación básica secundaria. El estudio enfatiza que la incorporación de herramientas tecnológicas en el aula requiere no solamente dominio técnico, sino también competencias pedagógicas y didácticas que permitan articular las tecnologías con procesos de aprendizaje significativos. Asimismo, la investigación resalta la necesidad de fortalecer la mediación docente y la apropiación crítica de las TIC para evitar prácticas tradicionales reproducidas mediante recursos digitales.

La afinidad de este antecedente con la presente investigación es altamente significativa tanto en el plano temático como teórico. Temáticamente, ambas investigaciones abordan la enseñanza de las matemáticas mediada por tecnologías digitales en contextos educativos colombianos, reconociendo la importancia de la mediación pedagógica en los procesos de aprendizaje. Desde el punto de vista teórico, el estudio de Díaz Torres fortalece la comprensión de las TAC como mediadoras cognitivas y pedagógicas, aspecto que dialoga directamente con la propuesta de Mediación Cognitiva Ecosistémica construida en esta tesis. De igual manera, coincide

con la presente investigación en afirmar que la efectividad de las tecnologías depende más de la capacidad reflexiva y didáctica del docente que del simple acceso a recursos digitales.

Antecedentes regionales

Para el abordaje del contexto local, y asumiendo que la pertinencia de un antecedente radica en su aporte explicativo frente a fenómenos con características similares (Arias, 2012), se determinó la necesidad de integrar investigaciones desarrolladas en escenarios socioeducativos homólogos y que además, pertenece a un programa de Doctorado en Ciencias de la Educación. En este sentido, frente a la especificidad rural del municipio de Samaniego, se asume como referente de proximidad contextual el estudio de Pinzón (2017).

En este ámbito de la educación rural colombiana, Pinzón (2017) desarrolló la investigación *Objetos Virtuales de Aprendizaje: una estrategia didáctica para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en zonas rurales*, auspiciada por la UMECIT, Panamá. El estudio demostró que, incluso en contextos marginados con baja o nula conectividad, es posible implementar soluciones tecnológicas creativas, como la configuración de redes locales tipo intranet, para aprovechar los recursos digitales disponibles en las instituciones. Los hallazgos confirmaron que la carencia de internet no es un impedimento absoluto, sino un desafío que el educador puede sortear mediante una gestión pedagógica reflexiva y adaptativa, logrando así dinamizar la transposición didáctica a través de ecosistemas digitales cerrados.

Este hallazgo reviste una particular relevancia metodológica y teórica para el contexto de Samaniego, donde las limitaciones de infraestructura tecnológica emergen reiteradamente en los datos de campo como una condición causal que moldea las decisiones didácticas de los docentes. A la luz de la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, este antecedente sustenta que la mediación tecnológica no depende de la conectividad global, sino de la capacidad del maestro para diseñar e implementar organizadores previos (Ausubel) a través de las TAC disponibles, tales como las redes intranet, que faciliten el anclaje del conocimiento. Asimismo, legitima la pertinencia de la Teoría Fundamentada en la presente investigación, pues anticipa una de las categorías centrales que emergen de la realidad empírica: las barreras de infraestructura en la educación media colombiana no impiden la asimilación del Pensamiento Aleatorio cuando el docente reconfigura su

praxis pedagógica, transformando la tecnología básica en un auténtico puente cognitivo frente a la abstracción matemática.

La síntesis de estos antecedentes permite identificar un patrón convergente en la literatura: la eficacia de las TAC en el aprendizaje de las matemáticas no reside en las herramientas en sí mismas, sino en la calidad de la mediación pedagógica que las acompaña. Ninguno de los estudios revisados, sin embargo, aborda de manera específica y teóricamente fundada la articulación entre las TAC, el aprendizaje significativo ausubeliano y el pensamiento aleatorio en el nivel de educación media colombiana. Es precisamente en este espacio de vacío teórico donde se sitúa y justifica la presente investigación.

Pentadimensionalidad del estudio

Fundamentación Ontológica

La ontología de esta investigación se construye sobre una concepción de la realidad educativa como construcción intersubjetiva, compleja y situada. El aprendizaje del pensamiento aleatorio no se comprende aquí como la apropiación de un objeto de conocimiento estático y universal, sino como un proceso de construcción de significado que ocurre en contextos específicos, condicionados por historias pedagógicas, recursos disponibles, relaciones afectivas y marcos culturales particulares. En línea con la perspectiva constructivista social (Vygotsky, 1979), el conocimiento estadístico que los estudiantes construyen en las aulas de Samaniego es, en parte, producto de las interacciones que establecen con sus docentes, con las herramientas tecnológicas de su entorno y con los problemas de su realidad cotidiana agropecuaria y social.

Esta concepción ontológica tiene consecuencias directas para la comprensión del fenómeno estudiado. Si la realidad del aprendizaje estadístico es una construcción intersubjetiva, entonces no es posible comprenderla desde afuera, aplicando categorías teóricas predefinidas: es necesario adentrarse en ella, observar cómo los actores la viven y la significan, y dejar que la teoría emerja inductivamente desde esa realidad vivida. Esto es, precisamente, lo que propone la Teoría Fundamentada de Corbin y Strauss (2002) como estrategia metodológica. La ontología constructivista y la epistemología inductiva de este estudio se implican mutuamente y se articulan de manera coherente.

La naturaleza misma del pensamiento aleatorio enriquece esta fundamentación ontológica. Este tipo de pensamiento, definido por el MEN (2006) como la capacidad de tomar decisiones razonadas en situaciones de azar, incertidumbre o ambigüedad, no se desarrolla en el vacío abstracto de los libros de texto, sino en contacto con fenómenos reales que los estudiantes ya reconocen como inciertos: las variaciones climáticas que afectan las cosechas de sus familias, los precios fluctuantes de los productos agrícolas en el mercado local, los resultados impredecibles de los partidos deportivos. En este sentido, la ontología de la investigación reconoce que el saber estadístico y el mundo cotidiano del estudiante no son dominios separados, sino realidades que se interpenetran y que, cuando son puestas en diálogo mediante una mediación pedagógica pertinente, generan condiciones favorables para el aprendizaje significativo.

Desde esta perspectiva ontológica, las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento no se conciben como instrumentos neutros de transmisión de información, sino como artefactos culturales con potencial para mediar la construcción de significados. Jonassen (2000) caracterizó las tecnologías digitales como herramientas cognitivas (en inglés, *Mindtools*) capaces de ampliar las capacidades de pensamiento del estudiante cuando se integran de manera pedagógicamente intencional. En el contexto de esta investigación, las herramientas tecnológicas observadas en el campo (simuladores, hojas de cálculo, plataformas de visualización) son comprendidas como parte del entorno ontológico del aula: condicionan lo que es posible pensar, lo que es posible representar y, en última instancia, lo que es posible aprender.

De este modo, la ontología de esta investigación se construye sobre la premisa de que el pensamiento aleatorio y el aprendizaje significativo son elementos interrelacionados, fundamentales para el desarrollo cognitivo en la educación estadística. Estas realidades, cuando son potenciadas por las TAC, no solo facilitan un entendimiento más profundo y aplicable de los conceptos estadísticos, sino que también responden a los desafíos educativos actuales al promover una educación más interactiva, motivadora y relevante.

Fundamentación Epistemológica

La postura epistemológica de esta investigación se inscribe en el paradigma interpretativo-constructivista, que reconoce el conocimiento como una construcción interactiva entre el sujeto cognoscente y los objetos, fenómenos y actores de su entorno. Esta postura contrasta con el

paradigma positivista, que concibe el conocimiento como un reflejo objetivo de la realidad exterior, independiente del observador. En el ámbito de la investigación educativa, el enfoque interpretativo ha demostrado ser particularmente fértil para comprender la complejidad de los fenómenos pedagógicos, que no se prestan a ser reducidos a relaciones causales simples medibles mediante instrumentos estandarizados (Vasilachis de Gialdino, 2006).

En esta investigación, el conocimiento que se genera sobre la mediación de las TAC en el aprendizaje del pensamiento aleatorio no se obtiene mediante la verificación de hipótesis estadísticas, sino mediante la interpretación sistemática de los significados que docentes y estudiantes construyen en su práctica cotidiana. La mediación tecnológica, desde esta perspectiva epistemológica, no es un fenómeno cuantificable en términos de rendimiento académico, sino un proceso de construcción de sentido que se manifiesta en los discursos, las actitudes, las interacciones y las decisiones pedagógicas de los actores educativos. Capturar esta riqueza requiere de una metodología que privilegie la profundidad sobre la amplitud y la comprensión sobre la predicción.

La integración de las TAC en la enseñanza del pensamiento aleatorio, desde una perspectiva epistemológica constructivista, implica reconocer que el estudiante no es un receptor pasivo de información tecnológicamente mediada, sino un constructor activo de significados que utiliza las herramientas digitales como instrumentos de pensamiento. Brunner (2000) señala que la incorporación de nuevas tecnologías en la educación puede transformar significativamente el ambiente escolar al reorientar el enfoque pedagógico hacia un modelo más interactivo y personalizado. Esta transformación, sin embargo, no ocurre de manera automática ni uniforme: depende de las condiciones contextuales, de la formación y disposición del docente, y de los significados que los estudiantes atribuyen a las herramientas con las que interactúan. Comprender estas condiciones y estos significados es el propósito epistemológico central de la presente investigación.

Fundamentación Axiológica

Los valores que orientan esta investigación se articulan alrededor de tres principios éticos fundamentales: la justicia educativa, la dignidad del estudiante como sujeto activo de su aprendizaje, y el compromiso con la producción de conocimiento socialmente pertinente. Desde el

principio de justicia educativa, esta investigación reconoce que las brechas en el aprendizaje de la estadística no son resultado exclusivo de capacidades individuales, sino de condiciones estructurales de inequidad que condicionan diferenciadamente el acceso al conocimiento. López y Martínez (2022) documentan que la pandemia de COVID-19 amplió significativamente la brecha de aprendizaje entre los estudiantes de distintos niveles socioeconómicos en América Latina, y que los jóvenes de zonas rurales con menor conectividad fueron quienes sufrieron las consecuencias más severas. En este contexto, el desarrollo de propuestas pedagógicas mediadas por TAC que sean pertinentes y accesibles en entornos de baja infraestructura tecnológica constituye un acto de justicia educativa.

Desde el principio de dignidad del estudiante, esta investigación se niega a concebir a los docentes y alumnos de Samaniego como objetos de estudio o como usuarios pasivos de tecnologías diseñadas en otros contextos. Son, por el contrario, sujetos con conocimientos, experiencias y perspectivas propias que enriquecen el proceso de generación teórica. La metodología de la Teoría Fundamentada es, en este sentido, coherente con este valor: no impone categorías externas sobre los datos, sino que permite que los actores educativos hablen por sí mismos, y que sus voces, en sus propias palabras, sean las que constituyan los conceptos y las categorías de la teoría emergente.

Desde el principio de pertinencia social, esta investigación aspira a que la teoría sustantiva que emerja de sus datos no quede confinada al ámbito académico, sino que oriente prácticas pedagógicas reales en las instituciones educativas de Samaniego y en contextos similares. El conocimiento que aquí se genera tiene, en última instancia, una vocación práctica: contribuir a que más estudiantes de educación media colombiana, especialmente aquellos que habitan territorios rurales o periféricos, puedan desarrollar el pensamiento aleatorio con la profundidad y la significatividad que demanda su formación ciudadana y profesional.

En este sentido, la investigación se alinea con un valor fundamental de justicia social, busca que todos los estudiantes, independientemente de su contexto, puedan acceder a herramientas de aprendizaje que les permitan desarrollar su pensamiento aleatorio y, por ende, mejorar su capacidad de análisis y toma de decisiones en situaciones de incertidumbre. La utilización de las TAC se presenta como un medio para democratizar el acceso al conocimiento y superar las barreras impuestas por la falta de recursos.

Fundamentación Teleológica

El propósito final de esta investigación es la generación de elementos teóricos que orienten el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las TAC en la educación media colombiana. Este propósito trasciende la descripción de prácticas o la evaluación de resultados: aspira a construir conocimiento teórico desde la realidad empírica, capaz de dotar de sentido a las experiencias de docentes y estudiantes, y de ofrecer lineamientos conceptuales para la transformación pedagógica.

En términos teleológicos, la investigación no busca producir un modelo de intervención prescriptivo, sino fundamentar una comprensión profunda de los procesos cognitivos y pedagógicos que articulan la triada TAC-aprendizaje significativo-pensamiento aleatorio. Esta comprensión, una vez formalizada en una teoría sustantiva emergente, podrá ser utilizada por docentes, directivos institucionales, diseñadores curriculares e investigadores para tomar decisiones pedagógicas informadas, adaptar los recursos tecnológicos disponibles a los contextos específicos de sus aulas, y evaluar críticamente el impacto de las mediaciones tecnológicas que implementan.

Fundamentación Pedagógica

La fundamentación pedagógica de esta investigación integra múltiples enfoques que se articulan de manera complementaria para comprender la complejidad del aprendizaje estadístico mediado por tecnología. El enfoque constructivista, sustentado en las aportaciones de Piaget y Vygotsky, concibe el aprendizaje como un proceso activo de construcción de conocimiento en el que el estudiante no recibe información pasivamente, sino que la transforma, la relaciona con sus experiencias previas y la integra en estructuras cognitivas cada vez más complejas (Flórez, 1999; Tigse, 2019). En el contexto de la enseñanza del pensamiento aleatorio, este enfoque implica que el estudiante debe ser el protagonista de los procesos de exploración estadística: debe formular preguntas, recolectar datos, analizarlos e interpretar los resultados, en lugar de memorizar definiciones y aplicar fórmulas de manera mecánica.

El enfoque basado en la resolución de problemas, consolidado en la tradición de Polya (1965) y Schoenfeld (1985) y adoptado por los Lineamientos Curriculares de Matemáticas del MEN (1998), complementa el constructivismo al señalar que el aprendizaje significativo de la

estadística se potencia cuando los estudiantes enfrentan situaciones problemáticas auténticas que demandan el uso del razonamiento probabilístico. Las TAC, en este marco, no son simplemente recursos de visualización o cálculo, sino entornos de exploración que permiten al estudiante simular fenómenos aleatorios, generar hipótesis, contrastarlas con datos reales y desarrollar la intuición estadística que ningún algoritmo puede reemplazar.

El aprendizaje colaborativo (Johnson y Johnson, 1999; Roselli, 2016) aporta una dimensión social a esta fundamentación pedagógica. Los datos de campo de la presente investigación revelan con reiteración que los estudiantes consolidan su comprensión del pensamiento aleatorio cuando trabajan con otros: discuten interpretaciones, cuestionan procedimientos, comparten estrategias. Esta dimensión social del aprendizaje estadístico es mediada y potenciada por las TAC, que ofrecen entornos compartidos de trabajo y comunicación. Asimismo, la evaluación formativa, desarrollada por Scriven (1967) y ampliada por Bloom (1968) emerge en los datos como un componente pedagógico central: la retroalimentación inmediata que ofrecen las herramientas interactivas permite a los estudiantes identificar sus errores en el momento en que se producen, facilitando correcciones y consolidaciones que no son posibles en el modelo evaluativo tradicional.

Finalmente, la curva del olvido de Ebbinghaus (1885) ofrece una perspectiva cognitiva sobre la necesidad del repaso espaciado en el aprendizaje de contenidos complejos. La estadística, por la densidad de sus conceptos y la abstracción de sus procedimientos, es especialmente vulnerable al olvido si no se refuerza de manera sistemática. Las TAC, en este contexto, ofrecen la posibilidad de programar actividades de revisión interactiva que contrarresten esta tendencia natural, consolidando el aprendizaje en la memoria a largo plazo y favoreciendo la disponibilidad de los conceptos estadísticos en situaciones de aplicación real.

Marco Conceptual

El marco conceptual articula los constructos nucleares que emergen de la intersección entre el problema de estudio, los antecedentes revisados y las teorías sustantivas de entrada. Su función no es prescribir las categorías del análisis, ya que es una tarea que corresponde al proceso de codificación inductiva de la Teoría Fundamentada, sino que dota al investigador de una sensibilidad conceptual que le permita reconocer y nombrar los fenómenos que observa en el campo. En este

sentido, los conceptos que se desarrollan a continuación no son definiciones cerradas, sino marcos de comprensión abiertos que se enriquecerán con los hallazgos empíricos del Capítulo IV.

El Pensamiento Aleatorio

El pensamiento aleatorio, también denominado probabilístico o estocástico en la literatura especializada, ha sido definido por el MEN (2006) como el eje articulador de los contenidos de probabilidad y estadística en la educación matemática colombiana. Su especificidad cognitiva radica en que permite abordar situaciones de incertidumbre, azar y ambigüedad sin la pretensión de eliminarlas, sino de cuantificarlas, modelarlas y utilizarlas como insumos para la toma de decisiones razonadas. Esta característica lo distingue radicalmente del pensamiento determinístico que domina buena parte del currículo matemático escolar: mientras que en álgebra o geometría existe, en principio, una respuesta correcta unívoca, en estadística la respuesta siempre está mediada por la variabilidad, la incertidumbre y el error de estimación.

El MEN (2006) establece que el pensamiento aleatorio

se apoya directamente en conceptos y procedimientos de la teoría de probabilidades y de la estadística inferencial, e indirectamente en la estadística descriptiva y en la combinatoria. [...] Aborda los problemas con un espíritu de exploración y de investigación, mediante la construcción de modelos de fenómenos físicos, sociales o de juegos de azar, y la utilización de estrategias como la exploración de sistemas de datos, la simulación de experimentos y la realización de conteos. (MEN, 2006, p. 64)

Su desarrollo implica que el estudiante aprenda a construir modelos de fenómenos físicos, sociales y de azar; a explorar sistemas de datos; a realizar simulaciones de experimentos y a llevar a cabo conteos organizados. La reorganización curricular del ICFES (2021), con respecto a ICFES (2017), que agrupa los contenidos de este pensamiento bajo la categoría estadística en las pruebas Saber 11, refleja la consolidación de este eje como uno de los tres pilares del conocimiento matemático escolar evaluado a nivel nacional, junto con el componente numérico-variacional y el geométrico-métrico.

Desde la perspectiva de Batanero y Godino (2005), el pensamiento aleatorio no es solo un conjunto de contenidos curriculares, sino una forma de razonar que debe permear la formación ciudadana integral. En una sociedad donde las decisiones políticas, económicas y sanitarias se toman con base en datos estadísticos, muchas veces presentados de manera sesgada o incompleta en los medios de comunicación, el ciudadano que carece de pensamiento estadístico es

cognitivamente vulnerable. Esta dimensión ciudadana del pensamiento aleatorio le otorga una urgencia que trasciende el ámbito escolar y convierte su enseñanza en una responsabilidad social de primer orden.

El Aprendizaje Autónomo

El aprendizaje autónomo, entendido como la capacidad del estudiante para asumir la responsabilidad de su propio proceso formativo mediante la autorregulación, la autodirección y la metacognición, constituye una de las consecuencias pedagógicas más valoradas de la integración de las TAC en la enseñanza. Sanz (1998) señala que el aprendizaje autónomo exige una integración coherente entre los factores cognitivos y los aspectos afectivo-motivacionales: el estudiante no solo debe ser capaz de comprender los contenidos, sino de mantenerse motivado para superar los obstáculos que el aprendizaje implica. Las TAC, al ofrecer entornos de aprendizaje accesibles, interactivos y con retroalimentación inmediata, crean condiciones favorables para el desarrollo de esta autonomía, en tanto permiten al estudiante avanzar a su propio ritmo, revisar los contenidos tantas veces como sea necesario y acceder a recursos complementarios sin depender exclusivamente de la mediación presencial del docente.

En el contexto de la enseñanza del pensamiento aleatorio, el aprendizaje autónomo se manifiesta cuando el estudiante es capaz de explorar fenómenos probabilísticos sin la guía directa del docente: realizar simulaciones, interpretar gráficas, contrastar hipótesis con datos reales. Los datos de campo de esta investigación revelan que, en los contextos donde las TAC son integradas de manera ecosistémica y pedagógicamente intencional, los estudiantes desarrollan iniciativas autónomas de aprendizaje estadístico: buscan videos explicativos, consultan herramientas de inteligencia artificial para aclarar dudas conceptuales y aplican los conceptos aprendidos a problemas de su entorno inmediato.

Procesos pedagógicos

Los procesos pedagógicos son comprendidos en esta investigación como las secuencias de interacción sistemática que articulan docente, estudiante y contenido en la construcción del aprendizaje (Vento, 2019). Estos procesos no son estáticos ni uniformes: se adaptan continuamente a las necesidades emergentes de los estudiantes, a los recursos disponibles en el entorno y a las

condiciones contextuales del aula. En el marco de la enseñanza del pensamiento aleatorio mediada por TAC, los procesos pedagógicos adoptan configuraciones específicas que son objeto de observación y análisis en el Capítulo IV de esta investigación: secuencias de introducción conceptual, exploración tecnológica, discusión colaborativa, retroalimentación formativa y sistematización del aprendizaje.

Resolución de problemas e Integración de las TAC

La resolución de problemas constituye, según los Lineamientos Curriculares de Matemáticas del MEN (1998), el eje metodológico que debe permear toda la enseñanza matemática. En el área del pensamiento aleatorio, este enfoque implica que los estudiantes aprendan estadística mediante el enfrentamiento a situaciones problemáticas auténticas que demanden la recolección, organización, análisis e interpretación de datos. Las TAC potencian este enfoque al ofrecer entornos interactivos en los que los estudiantes pueden simular experimentos aleatorios, visualizar distribuciones de probabilidad y obtener retroalimentación inmediata sobre sus hipótesis. Herramientas como CODAP (*Common Online Data Analysis Platform*), Microsoft Excel o simuladores estadísticos en línea permiten que la resolución de problemas estadísticos trascienda el nivel procedimental para alcanzar el nivel comprensivo e interpretativo que caracteriza el pensamiento de orden superior. Gutiérrez et al. (2020) señalan que el uso de programas informáticos en este contexto facilita la reflexión sobre los errores y mejora los procesos cognitivos relacionados con la resolución de problemas matemáticos.

Teorías sustantivas de entrada

Las teorías que se presentan en este apartado constituyen los marcos teóricos consolidados desde los cuales el investigador se aproxima al campo con sensibilidad analítica. Su función, en el contexto de la Teoría Fundamentada, no es la de marcos deductivos que se verifican mediante los datos, sino la de lentes conceptuales que orientan la mirada sin predeterminar los hallazgos. Corbin y Strauss (2002) denominan a este bagaje conceptual previo literatura relevante al área de estudio, y señalan que lejos de contaminar el proceso inductivo, enriquece la capacidad del investigador para reconocer lo que es teóricamente significativo en los datos.

Teoría del Aprendizaje Significativo como eje de la asimilación estocástica

La teoría del aprendizaje significativo, formulada por David Ausubel y desarrollada con las contribuciones de Novak y Hanesian, constituye el referente pedagógico central de esta investigación. Ausubel (1980) establece que el aprendizaje significativo ocurre cuando el nuevo material de estudio se relaciona de manera sustantiva, no arbitraria, con los conocimientos previos que el estudiante ya posee en su estructura cognitiva. A diferencia del aprendizaje memorístico o mecánico, que establece asociaciones arbitrarias entre conceptos sin generar comprensión real, el aprendizaje significativo integra el nuevo conocimiento en las redes conceptuales existentes del aprendiz, transformando tanto el nuevo material como la estructura cognitiva preexistente. Esta integración produce un conocimiento más duradero, más transferible y aplicable a situaciones nuevas. La condición fundamental del aprendizaje significativo es la existencia de subsunsores o conceptos de anclaje en la estructura cognitiva del estudiante: conocimientos previos relevantes a los que el nuevo material puede conectarse de manera sustantiva.

Para evitar esta memorización mecánica, es indispensable que ocurra una asimilación sustantiva y no arbitraria. Es aquí donde emerge el concepto central de la estructura cognitiva: los subsunsores (*subsumer*, término original en inglés acuñado por Ausubel) pero que en la traducción oficial al español de la editorial Trillas (1983) y que ha sido considerada como fuente primaria oficial, los traductores decidieron no usar la palabra “subsunsores”. En su lugar, el libro de 1983 se refiere a este concepto utilizando los términos “ideas de afianzamiento”, “ideas pertinentes” o “clasificadores”. En todo caso, el sustrato teórico establece que:

El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información se conecta con un concepto relevante (*subsunsores*) pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de anclaje a las primeras. (p. 1)

De esta manera, no se trata de una simple asociación, sino que produce nuevos conocimientos desde una interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones. En caso de no haber subsunsores, el aprendizaje deja de ser significativo y pasa a ser algo contrario, aprendizaje mecánico porque no se interactúa con conocimientos preexistentes.

En el contexto de la educación matemática, y específicamente frente a la alta abstracción del pensamiento aleatorio, la carencia de vínculos entre la nueva información y la estructura mental del alumno conduce inevitablemente al aprendizaje mecánico. En este, el estudiante internaliza las fórmulas o reglas estadísticas de manera literal, discreta y arbitraria, lo que genera una retención a muy corto plazo y una incapacidad para transferir el conocimiento a la resolución de problemas de su cotidianidad.

Ausubel et al. (1983) distinguen además dos dimensiones del aprendizaje significativo que resultan especialmente pertinentes para comprender el papel de las TAC: la *diferenciación progresiva* y la *reconciliación integradora*. La primera describe el proceso mediante el cual los conceptos estadísticos se van volviendo progresivamente más específicos y detallados a medida que el estudiante profundiza en el área: de la noción general de azar hacia la comprensión de la probabilidad condicional. La segunda describe el proceso inverso: la reorganización de la estructura cognitiva para integrar conceptos aparentemente contradictorios en un marco conceptual más amplio y coherente. Las TAC pueden potenciar ambos procesos al ofrecer representaciones dinámicas y visuales que hacen perceptibles las relaciones entre conceptos abstractos.

Dinámica evolutiva de la estructura cognitiva: Diferenciación y Reconciliación.

Una vez superado el aprendizaje mecánico mediante la activación de subsunsores, la asimilación estocástica exige comprender la naturaleza dinámica de la estructura cognitiva del aprendiz. La teoría postula dos procesos estrechamente relacionados que ocurren a medida que se consolida el aprendizaje significativo: la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.

La diferenciación progresiva describe el proceso mediante el cual las ideas previas existentes se modifican adquiriendo nuevos significados, lo cual produce una elaboración adicional jerárquica de los conceptos o proposiciones. En la enseñanza del pensamiento aleatorio mediada por las TAC, este proceso es evidente cuando el estudiante transita de una noción general o intuitiva del azar (como la variabilidad en los fenómenos naturales del entorno agropecuario o los juegos cotidianos) hacia la comprensión específica y detallada de la probabilidad condicional.

Por su parte, si durante la asimilación las ideas ya establecidas son reconocidas y relacionadas en el curso de un nuevo aprendizaje posibilitando una nueva organización y la atribución de un significado nuevo, ocurre la reconciliación integradora. Las Tecnologías del

Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) potencian ambos procesos de manera extraordinaria, al ofrecer representaciones visuales y dinámicas que hacen perceptibles y manipulables las relaciones entre conceptos abstractos que, de otro modo, parecerían contradictorios o aislados para el estudiante.

En este sentido, “el aprendizaje significativo demanda actividad constructiva y colaborativa entre los miembros del colectivo educativo” (Rodríguez, 1999, p. 486), ya que la interacción entre docentes, estudiantes y recursos tecnológicos facilita la construcción de significados compartidos y fortalece la apropiación del conocimiento (Onrubia, 2007). La investigación busca explorar cómo los entornos de aprendizaje mediado por TAC pueden facilitar esta relacionalidad, asegurando que los estudiantes no solo memoricen información, sino que la comprendan profundamente y la apliquen de manera efectiva en contextos nuevos y diversos.

Cabe destacar que, de acuerdo con Ausubel *et al.* (1983):

en el pasado se generó mucha confusión al considerar axiomáticamente a todo el aprendizaje por recepción (es decir, basado en la enseñanza explicativa) como repetición, y a todo el aprendizaje por descubrimiento como significativo. En realidad, los dos tipos de aprendizaje pueden ser significativos, 1. si el estudiante emplea una actitud de aprendizaje significativo (una disposición para relacionar de manera significativa el nuevo material de aprendizaje con su estructura existente de conocimiento), y 2. si la tarea de aprendizaje en sí es potencialmente significativa (si consiste en sí de un material razonable o sensible y si puede relacionarse de manera sustancial y no arbitraria con la estructura cognoscitiva del estudiante particular). (p. 17)

En línea con este planteamiento, Ausubel *et al.* (1983) también destacan el papel de los auxilios didácticos en la enseñanza significativa. Al respecto, señalan que:

Los auxilios didácticos, como los modelos, las diapositivas, las películas y la televisión, pueden ser de utilidad cuando sirven para dilucidar conceptos o principios al ampliar la variedad de ejemplos, o cuando debe demostrarse alguna destreza o ejecución que implique movimiento. Sin embargo, su valor radica principalmente en que pueden complementar a un programa de enseñanza bien planeado, incluyendo muchos materiales impresos, en lugar de representar medios primordiales de instrucción. (p. 308)

Este planteamiento es especialmente relevante para la presente investigación, ya que refuerza la idea de que la combinación de materiales digitales con recursos impresos, como las cartillas, puede potenciar el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio. Las cartillas impresas cumplen un papel clave en la consolidación del conocimiento, funcionando como un recurso estructurado que permite la revisión, el refuerzo y la conexión con los OVA. Al mismo tiempo, herramientas como Microsoft Excel y CODAP ofrecen una interacción dinámica y

retroalimentación inmediata, alineándose con el principio de corrección de errores en el momento en que ocurren, mencionado en la cita.

La Teoría del Constructivismo

El constructivismo, en sus distintas vertientes, sostiene que el conocimiento no es una copia de la realidad exterior que se deposita en la mente del estudiante, sino una construcción interna que el sujeto elabora activamente mediante su interacción con el entorno físico y social. Flórez (1999) señala que el constructivismo establece como meta educativa que cada individuo acceda progresiva y secuencialmente a etapas superiores de desarrollo intelectual, de acuerdo con sus necesidades y condiciones particulares. Esta concepción implica que el docente abandona el rol de transmisor de información para convertirse en mediador y facilitador del proceso de construcción del conocimiento por parte del estudiante.

La vertiente socioconstructivista, asociada a la obra de Lev Vygotsky en 1979, aporta el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), definida como la distancia entre lo que el estudiante puede lograr de manera independiente y lo que puede alcanzar con el apoyo de un mediador más experto. Este concepto tiene implicaciones directas para la comprensión del papel de las TAC en el aprendizaje del pensamiento aleatorio: las herramientas tecnológicas pueden actuar como mediadores que amplían la ZDP del estudiante, permitiéndole explorar conceptos estadísticos complejos que, sin ese andamiaje tecnológico, estarían fuera de su alcance cognitivo. La visualización dinámica de distribuciones de probabilidad, por ejemplo, puede permitir a un estudiante con vacíos en operaciones básicas acceder a una comprensión conceptual de la aleatoriedad que el cálculo manual no le habría posibilitado.

La teoría constructivista de Jean Piaget, por su parte, aporta la noción de equilibración cognitiva: el proceso mediante el cual el estudiante, al enfrentarse a situaciones que no puede explicar con sus esquemas previos, experimenta un desequilibrio cognitivo que lo impulsa a reorganizar sus estructuras de conocimiento para integrar la nueva información. Tigse (2019) señala que esta corriente promueve en los estudiantes el desarrollo de habilidades metacognitivas, cognitivas y socioafectivas, alcanzando autonomía que los prepara para abordar desafíos globales a través de la indagación, la acción y la reflexión. En el contexto de la enseñanza del pensamiento aleatorio, las situaciones de desequilibrio cognitivo son frecuentes: la aleatoriedad desafía las

intuiciones determinísticas naturales de los estudiantes y los obliga a reorganizar sus esquemas sobre causalidad y predicción.

Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo constituye una dimensión teórica de creciente interés en el ámbito educativo contemporáneo (Roselli, 2016). Su premisa central, sustentada en el socioconstructivismo vigotskiano, es que el conocimiento se construye de manera más profunda y duradera cuando se produce en el seno de interacciones sociales estructuradas, en las que los participantes comparten perspectivas, cuestionan mutuamente sus razonamientos y elaboran conjuntamente significados. Johnson y Johnson (1999) argumentan que la cooperación entre estudiantes fortalece habilidades esenciales como la resolución de problemas, la toma de decisiones, la planificación y la comunicación efectiva: exactamente el conjunto de habilidades que demanda el pensamiento aleatorio en sus niveles más altos de complejidad.

En el contexto de la enseñanza del pensamiento aleatorio mediado por TAC, el aprendizaje colaborativo se manifiesta cuando los estudiantes trabajan juntos en la interpretación de gráficos estadísticos, en la discusión sobre la representatividad de una muestra, o en la elaboración conjunta de argumentos probabilísticos para defender sus predicciones. Collazos et al. (2014) señalan que los recientes desarrollos en tecnologías interactivas y multimedia están facilitando el aprendizaje colaborativo y que este no se opone al trabajo individual, sino que lo complementa fortaleciendo el desarrollo global del aprendiz pues con

(...) tecnologías interactivas y multimedia están facilitando el aprendizaje individualizado y colaborativo y son una de las líneas más prometedoras de investigación y desarrollo. El aprendizaje colaborativo se refiere a la formación en grupos o equipos de trabajo atendiendo ciertos objetivos educativos. Los estudiantes trabajan colaborando. Este tipo de aprendizaje no se opone al trabajo individual ya que puede observarse como una estrategia de aprendizaje complementaria que fortalece el desarrollo global del alumno. (p. 9)

Por todo lo anterior, puede afirmarse que el aprendizaje colaborativo desempeña un papel crucial en la dinamización del proceso pedagógico. Los datos de campo de esta investigación revelan, en efecto, que las situaciones de aprendizaje colaborativo mediadas por TAC generan algunos de los momentos de mayor activación cognitiva y motivación intrínseca en las aulas observadas.

Las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC)

Las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) constituyen una categoría conceptual que va más allá de la simple disponibilidad de dispositivos o plataformas digitales en el aula. Moya (2013) las define como aquellas tecnologías orientadas específicamente hacia usos formativos y pedagógicos: no se trata de aprender a usar las TIC, sino de explorar las herramientas tecnológicas al servicio del aprendizaje y de la adquisición de conocimiento. Esta distinción es fundamental: mientras las TIC designan la dimensión tecnológica e instrumental, las TAC designan la dimensión pedagógica de su integración educativa. Velasco (2017) precisa que las TAC tratan de reconducir las TIC hacia un uso más formativo, superando la lógica del acceso a la información para situarse en la lógica de la construcción del conocimiento.

Desde la perspectiva de Varguillas y Bravo (2020), las TAC actúan en los entornos educativos no solo como herramientas de apoyo instrumental, sino como agentes motivadores que fomentan la participación, la colaboración, la comunicación y la autonomía en el aprendizaje. Estas funciones son especialmente relevantes en el contexto de la enseñanza del pensamiento aleatorio, donde la motivación intrínseca, la disposición del estudiante para comprometerse con problemas estadísticos complejos y persistir ante las dificultades, es una condición pedagógica de primer orden. Garcés-Pretzel et al. (2014) señalan, sin embargo, que las TAC por sí solas no garantizan aprendizajes significativos: su potencial pedagógico solo se actualiza cuando son integradas dentro de un modelo pedagógico reflexivo que las articule con intencionalidades educativas claras y con el contexto específico del grupo de aprendizaje.

Las herramientas TAC observadas en las instituciones educativas de Samaniego durante el trabajo de campo de esta investigación incluyen hojas de cálculo (Microsoft Excel), plataformas de análisis de datos (CODAP), presentaciones digitales interactivas, herramientas de inteligencia artificial (ChatGPT), canales de video educativo (YouTube) y formularios de evaluación interactiva (Google Forms) y Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA). Cada una de estas herramientas cumple funciones pedagógicas específicas en el ecosistema de mediación tecnológica del aula, y su eficacia depende, como se mostrará con amplitud en el Capítulo IV, de la manera en que son integradas por el docente en el proceso de enseñanza del pensamiento aleatorio.

La legitimidad epistemológica de la mediación tecnológica

Bajo esta lente teórica, la interacción entre el nuevo material que será aprendido y la estructura cognoscitiva existente origina una reorganización de los nuevos y antiguos significados. En este proceso, el uso de ecosistemas tecnológicos (como los OVA, simuladores o gráficos dinámicos) actúa como un poderoso mediador que extrae y moviliza los conceptos de afianzamiento pertinentes en el estudiante. Es imperativo destacar que la pertinencia de integrar ecosistemas digitales en la praxis pedagógica es un postulado congruente con las bases originarias de esta teoría. Respecto a los auxilios didácticos, los teóricos fundacionales anticiparon el potencial pedagógico de lo que hoy se denomina TAC, al señalar que la Enseñanza Asistida por Computadora (EAC):

[...] promete ser de utilidad allí donde el alumno desempeña una función esencial en la determinación de la tasa del nuevo aprendizaje. Los errores son corregidos cuando ocurren, y los vínculos entre los conceptos subordinados se hacen explícitos con conceptos o tareas inclusivos más generales. (Ausubel et al., 1983, pp. 308-309).

Este planteamiento valida teóricamente la presente investigación. Confirma que la reconfiguración de la praxis pedagógica orientada a integrar las TAC no solo optimiza el tiempo, sino que interviene de forma directa en la estructura mental. Al corregir errores en tiempo real y explicitar visualmente los vínculos entre las ideas subordinadas y supraordinadas, la mediación tecnológica se erige como el catalizador definitivo para que el pensamiento aleatorio se transforme en un conocimiento duradero, transferible y profundamente significativo.

La Educación híbrida y el Aula invertida

La *educación híbrida*, una estrategia educativa en auge, se define como la combinación de clases presenciales con actividades en línea, donde los recursos digitales desempeñan un papel crucial. Estos recursos no solo facilitan las interacciones entre maestros y estudiantes, sino que también ofrecen diversas herramientas para la adquisición de conocimientos, como videos, imágenes, hipertextos y multimedia, así como la participación sincrónica. Este enfoque educativo, que fusiona lo mejor del aprendizaje en línea y en persona, se apoya en tecnologías educativas conectadas a internet, permitiendo una enseñanza flexible que puede adaptarse a distintos contextos y necesidades de los estudiantes. Aunque la educación híbrida no es una novedad, ha ganado

prominencia en el actual debate sobre la enseñanza, especialmente en el contexto de la pandemia que ha transformado la educación en todo el mundo (Viñas, 2021).

La educación híbrida, entendida entonces como la combinación de modalidades presenciales y virtuales de enseñanza, ha cobrado especial relevancia en el contexto pospandemia. Arias et al. (2021) señalan que los modelos híbridos permiten aumentar la capacidad del sistema educativo para ofrecer aprendizajes personalizados, al tiempo que actúan como catalizadores de la transformación digital educativa. En el contexto de Samaniego, donde los docentes han debido adaptar sus prácticas pedagógicas a las condiciones variables de conectividad e infraestructura, la educación híbrida se manifiesta de manera informal y adaptativa: docentes que complementan sus clases presenciales con materiales digitales enviados por WhatsApp, que registran sus explicaciones en video para que los estudiantes las revisen en casa, o que asignan exploraciones estadísticas en plataformas digitales como tareas autónomas fuera del horario escolar.

Ventajas de la educación híbrida.

Los modelos híbridos, por ejemplo, permiten aumentar la capacidad del sistema para que los estudiantes puedan aprender a su propio ritmo, y facilitar experiencias de aprendizaje autodirigido, habilidades clave para estimular los aprendizajes. Asimismo, constituyen un catalizador para acelerar los procesos de transformación digital educativa, ya que ofrecen la oportunidad de transformar las maneras de aprender y enseñar, impulsando modelos más flexibles, inclusivos y enfocados en el desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI, esenciales para los trabajos del futuro (Arias *et al.*, 2020).

Con el fin de lograr esto, la educación híbrida no debe limitarse simplemente a intercalar la enseñanza presencial con la educación a distancia facilitada por la tecnología. Más bien, debe fomentar una utilización más eficaz en el entorno educativo de las oportunidades de aprendizaje proporcionadas por las herramientas digitales. Esto implica un mayor aprovechamiento de la tecnología para diseñar experiencias educativas centradas en el alumno, que sean personalizadas, pertinentes y atractivas, según lo señalado por Arias *et al.* (2020).

La formación en línea proporciona flexibilidad, conciliación, ahorro de costos y acceso a prestigiosos educadores. Por otro lado, la formación presencial ofrece cercanía con el profesor, un ambiente propicio para el aprendizaje y relaciones sociales en el aula. La combinación de ambas, promete un enfoque prometedor que integra lo mejor de ambos mundos.

Educación híbrida: desafíos, perspectivas y oportunidades.

La brecha digital es uno de los principales desafíos. La Unión Europea destaca la importancia de competencias digitales para todos los estudiantes. Además, el personal docente debe poseer habilidades para impartir formación en línea, incluyendo la comprensión del entorno digital, el dominio de metodologías ágiles y el conocimiento de software específico.

En el actual contexto, la educación híbrida emerge como una continuidad al trabajo en línea originado por el cierre de instituciones educativas debido a la pandemia de COVID-19. Proporciona una formación más personalizada y flexible que el sistema tradicional, lo que se traduce en estudiantes más motivados y, por ende, mejores resultados académicos. Según Arias *et al.* (2021) señalan:

es necesario ampliar la mirada hacia el mediano y largo plazo, concibiendo los modelos de educación híbrida, más allá de la pandemia, como oportunidad para mejorar la calidad y equidad de los aprendizajes, acelerar los procesos de transformación digital educativa, e impulsar una educación 4.0, con un abordaje innovador, enfocado en habilidades, y adaptado a las necesidades y contextos de cada sistema educativo. (p. 16)

En conclusión, la educación híbrida se erige como un enfoque integral y prometedor para el futuro de la enseñanza, superando los límites de la educación a distancia de emergencia. Al integrar lo mejor de la formación en línea y presencial, se vislumbra como un catalizador para una educación más adaptativa, personalizada y efectiva en la era digital. La educación híbrida no solo responde al presente desafiante, sino que también sienta las bases para una enseñanza más eficiente y motivadora en el futuro.

Aula invertida

Los avances tecnológicos y la amplia accesibilidad a ellos han transformado la dinámica de diversas actividades humanas, incluyendo el ámbito educativo, donde el aula, tradicionalmente el epicentro de la enseñanza formal, no ha escapado a este cambio. En este contexto, surge la innovadora propuesta de la clase o aula invertida, también conocida en inglés, como *flipped classroom*. Este enfoque busca abordar necesidades específicas tanto de docentes como de alumnos en el entorno escolar, haciendo hincapié en el desarrollo de competencias digitales (*e-skills*) para un uso creativo, eficiente y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Como señala Álvarez *et al.* (2016), el término *flipped classroom* fue acuñado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams, quienes, al grabar y distribuir videos de sus lecciones, no solo facilitaron

el aprendizaje de sus alumnos ausentes, sino que también descubrieron la oportunidad de dedicar más tiempo a las necesidades educativas individuales de cada estudiante.

Según un informe de la Unesco (2023) “en China, las grabaciones de clases de alta calidad proporcionadas a 100 millones de estudiantes de zonas rurales mejoraron sus resultados un 32% y redujeron la brecha de ingresos entre dichas zonas y las urbanas un 38%” (p. 7).

Es así como el modelo de aula invertida, propuesto por Bergmann y Sams y documentado por Hernández y Tecpan (2017), radicaliza esta lógica al trasladar al espacio doméstico los momentos de exposición conceptual, mediante videos y materiales digitales, y reservar el tiempo de clase para la resolución colaborativa de problemas, la discusión y la profundización comprensiva. En el contexto de la enseñanza del pensamiento aleatorio, este modelo tiene un potencial particular: libera el tiempo de clase de la transmisión mecánica de procedimientos y lo destina a la construcción activa de significados estadísticos, que es donde la mediación docente es más valiosa e irremplazable.

La clase invertida, según Hernández y Tecpan (2017) sostienen que el modelo implica trasladar al aula aquellas actividades que antes se realizaban en casa, lo que permite que las tareas en clase sean más interactivas y promuevan un aprendizaje significativo. A través de herramientas multimedia, los estudiantes pueden acceder a la información y participar en actividades prácticas dentro del salón de clases, utilizando métodos interactivos como debates, ejercicios prácticos y resolución de problemas, convirtiéndose en participantes activos en su proceso de aprendizaje.

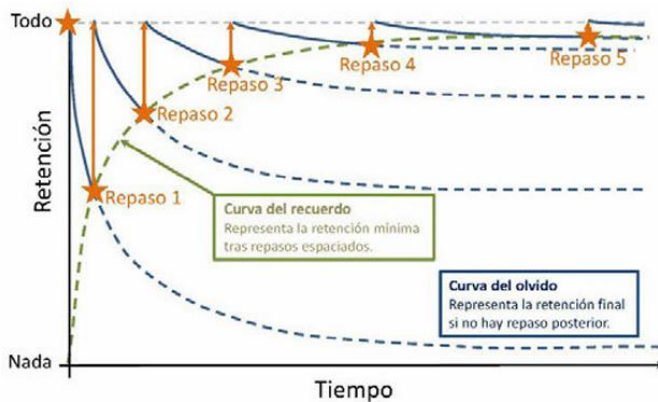
El modelo de aula invertida se basa en cuatro (4) elementos clave: *ambientes flexibles*, donde los docentes ajustan los espacios según las necesidades de los estudiantes, permitiéndoles aprender en cualquier momento y lugar; una *cultura del aprendizaje*, que pone al estudiante en el centro y guía la clase según sus preguntas e inquietudes; *contenido intencional*, en el que los docentes constantemente buscan maneras de hacer el método accesible para los estudiantes; y el *educador profesional*, que adopta una actitud de observación continua, brindando retroalimentación para evaluar el progreso de los estudiantes (Tenezaca, 2021).

Finalmente, la consolidación del aprendizaje y la evaluación, incluyendo coevaluación, autoevaluación y evaluación sumativa, tienen lugar en el aula. Aquí, los alumnos pueden exponer dudas concretas y bien estructuradas, lo que permite una profundización en los conceptos clave y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.

La Curva del Olvido de Ebbinghaus

La curva del olvido, propuesta por Hermann Ebbinghaus en 1885, muestra cómo la información recién aprendida se pierde rápidamente si no se repasa (ver Figura 1).

Figura 1.
Curva del Olvido



Fuente: Gráfica tomada de Bailera *et al.* (2022, p. 175), muestra los resultados del método de repetición espaciada aplicado en el ámbito de la ingeniería.

Según esta teoría, después de solo un día, se puede olvidar hasta el 60% del contenido si no se refuerza. Por eso, el repaso espaciado y la práctica continua son clave para consolidar el aprendizaje en la memoria a largo plazo. En este contexto, el uso de TAC permite programar actividades interactivas y revisiones periódicas que contrarrestan el olvido natural y fortalecen la retención del conocimiento.

El segundo tipo de test se aplica conforme se avanza en cada tema, con el objetivo de consolidar los nuevos conocimientos y permitir al docente monitorear el progreso de los estudiantes. Cada test tiene un tiempo límite de 10 minutos, durante el cual algunos estudiantes logran resolver hasta tres pruebas. Una vez concluida cada temática, se procede a la aplicación de una evaluación sumativa para medir el aprendizaje alcanzado y verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Marco Legal

La presente investigación se inscribe en un marco normativo que reconoce tanto el derecho a la educación de calidad como la necesidad de integrar el pensamiento estadístico y las tecnologías en los procesos formativos. En el nivel constitucional, el Artículo 67 de la Constitución Política de Colombia establece que

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 [...]. Corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos (Congreso de la República de Colombia, 1991, Art. 67).

evidenciando a la educación como un derecho fundamental y un servicio público con función social, responsabilidad cuyo cumplimiento corresponde al Estado garantizar en términos de calidad y pertinencia. Este mandato constitucional es el horizonte normativo desde el cual se comprende la urgencia de investigar las condiciones que favorecen un aprendizaje de calidad en el área de matemáticas.

La Ley 115 de 1994, conocida como la Ley General de Educación, desarrolla ese mandato constitucional y establece en su Artículo 5, numeral 5, que uno de los fines de la educación colombiana es la adquisición y generación de conocimientos científicos y técnicos mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber desde ámbitos “humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber” (Congreso de la República de Colombia, 1994). En su Artículo 23, declara las matemáticas como área obligatoria y fundamental en todos los niveles de la educación básica y media, mientras que en el Artículo 30, literal h, define como objetivo de la educación media ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y de la vida cotidiana. Este último objetivo es particularmente relevante para la presente investigación, en la medida en que el pensamiento aleatorio constituye, precisamente, la herramienta intelectual que permite al estudiante abordar situaciones de incertidumbre con rigor analítico.

En el plano curricular, los Lineamientos Curriculares de Matemáticas (MEN, 1998) y los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2006) consolidan el pensamiento aleatorio como uno de los cinco ejes del pensamiento matemático escolar, articularmente vinculado al análisis de datos,

la estimación de probabilidades y la toma de decisiones bajo incertidumbre. Complementariamente, los Derechos Básicos de Aprendizaje de matemáticas para los grados décimo y undécimo (MEN, 2016) establecen con precisión las competencias que los estudiantes deben alcanzar en el área de estadística y probabilidad: desde la selección de muestras aleatorias y la inferencia estadística, hasta la comprensión de la probabilidad condicional y el análisis de asociaciones entre variables. Estos DBA configuran el marco de referencia de los contenidos que son objeto de indagación en la presente investigación, y explícitamente indica:

GRADO 10

DBA 8: Selecciona muestras aleatorias en poblaciones grandes para inferir el comportamiento de las variables en estudio. Interpreta, valora y analiza críticamente los resultados y las inferencias presentadas en estudios estadísticos.

DBA 9. Comprende y explica el carácter relativo de las medidas de tendencias central y de dispersión, junto con algunas de sus propiedades, y la necesidad de complementar una medida con otra para obtener mejores lecturas de los datos.

DBA 10. Propone y realiza experimentos aleatorios en contextos de las ciencias naturales o sociales y predice la ocurrencia de eventos, en casos para los cuales el espacio muestral es indeterminado. (pp. 78-79)

GRADO 11

DBA 9. Plantea y resuelve situaciones problemáticas del contexto real y/o matemático que implican la exploración de posibles asociaciones o correlaciones entre las variables estudiadas.

DBA 10. Plantea y resuelve problemas en los que se reconoce cuando dos eventos son o no independientes y usa la probabilidad condicional para comprobarlo. (p. 86)

En consecuencia, estos DBA estuvieron integrados en los instrumentos para impregnar tanto el conocimiento conceptual como la aplicación práctica y la reflexión crítica sobre el pensamiento aleatorio, asegurando que las entrevistas y la observación aplicada contemplen explícitamente estos aprendizajes fundamentales para grados 10 y 11.

CAPÍTULO III

HORIZONTE METODOLÓGICO

El horizonte metodológico de una investigación doctoral constituye la columna vertebral que articula el posicionamiento filosófico del investigador con las decisiones técnicas que orientan el proceso de generación de conocimiento. En este capítulo se explicita, de manera sistemática y fundamentada, el conjunto de opciones metodológicas que han estructurado la presente investigación: el paradigma epistemológico adoptado, el método seleccionado y su justificación, el diseño del trabajo de campo, los criterios de selección de los informantes, los instrumentos y procedimientos de recolección de información, el proceso analítico, y los criterios de rigor científico que avalan la calidad de los hallazgos. La coherencia interna de estas decisiones constituye, en palabras de Vasilachis de Gialdino (2006), la condición fundamental para que los resultados de una investigación cualitativa puedan ser evaluados como válidos, transferibles y éticamente responsables.

Cabe señalar que las decisiones metodológicas que se presentan a continuación no fueron adoptadas de manera previa e independiente al proceso investigativo, sino que emergieron y se fueron precisando en diálogo continuo con el fenómeno estudiado. Esta característica conocida como reflexividad metodológica ha sido una de las marcas distintivas de esta investigación cualitativa. Corbin y Strauss (2002) subrayan que el investigador de Teoría Fundamentada es un artesano intelectual que toma decisiones analíticas de manera flexible y sensible al contexto, sin abandonar por ello el rigor que exige la producción de conocimiento científico. Es desde esta perspectiva que deben leerse las opciones metodológicas que se desarrollan en las secciones siguientes.

Posicionamiento paradigmático: El paradigma interpretativo-constructivista

La presente investigación se inscribe en el paradigma interpretativo-constructivista, también denominado naturalista o hermenéutico en distintas tradiciones académicas. Este paradigma, consolidado en las ciencias sociales y humanas a partir de los desarrollos de Dilthey,

Weber y Husserl en el siglo XIX, y sistematizado en la investigación educativa contemporánea por autores como Guba y Lincoln (2002) y Martínez Miguélez (2004), parte de una premisa ontológica fundamental: la realidad social y educativa no es una entidad objetiva externa que puede ser descubierta y medida con independencia del observador, sino una construcción intersubjetiva que adquiere sentido en el seno de las interacciones, los significados y las interpretaciones que los actores sociales elaboran sobre su propia experiencia.

Desde la perspectiva del paradigma interpretativo, el propósito de la investigación ha sido la comprensión profunda de fenómenos particulares en sus contextos específicos y no la generalización estadística desde leyes universales a partir de muestras representativas. Guba y Lincoln (2002) establecen que este paradigma concibe el conocimiento como una construcción mutua entre el investigador y los participantes, mediada por el lenguaje, los valores y la historia compartida. Esta concepción tiene consecuencias directas para el diseño de esta investigación: exigió que el investigador se posicionara como un intérprete sensible, capaz de adentrarse en el mundo vivido de los actores educativos y de dar cuenta de los significados que estos construyen sobre su experiencia con el pensamiento aleatorio y las TAC.

La adopción de este paradigma es plenamente coherente con los propósitos de la investigación. Si el propósito planteado ha sido generar elementos teóricos que orienten el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las TAC, la tarea no puede cumplirse simplemente midiendo resultados académicos o contabilizando frecuencias de uso tecnológico. Requiere comprender cómo docentes y estudiantes experimentan la integración de las TAC, qué significados le atribuyen, qué condiciones facilitan o dificultan la mediación cognitiva efectiva, y cómo se configura conceptualmente la relación entre tecnología, contexto y aprendizaje. Este tipo de preguntas, por su naturaleza, demandó una estrategia metodológica cualitativa, anclada en el paradigma interpretativo-constructivista. Martínez Miguélez (2004) señala, en este sentido, que el paradigma interpretativo permite acceder a la “lógica interna” de los fenómenos sociales y educativos, que no es reducible a relaciones causales lineales, ni a variables cuantificables.

Desde la dimensión epistemológica, este paradigma reconoce que el investigador no es un observador neutro externo al fenómeno, sino un participante reflexivo cuya presencia, historia y perspectiva inevitablemente inciden en el proceso de producción de conocimiento. Esta característica no constituye una debilidad científica, sino un punto de partida para la reflexividad

metodológica: el investigador de la presente tesis es docente de matemáticas en el municipio de Samaniego, lo que le otorga una comprensión de primera mano del fenómeno estudiado y, al mismo tiempo, le exige un ejercicio sistemático de reflexividad metodológica para no imponer sus interpretaciones sobre los datos que emergen del campo.

El Método: Teoría Fundamentada de Corbin y Strauss

Naturaleza y fundamentos del método

La Teoría Fundamentada (TF), denominada *Grounded Theory* en su formulación original en lengua inglesa, fue desarrollada por Barney Glaser y Anselm Strauss a partir de su trabajo conjunto publicado en 1967 bajo el título *The Discovery of Grounded Theory*. Su propósito central revolucionario en el contexto de las ciencias sociales de la época fue demostrar que la investigación cualitativa podía generar teoría científica válida, rigurosa y sistemática, sin necesidad de adoptar los procedimientos hipotético-deductivos propios de las ciencias naturales. La obra seminal de estos autores propuso un método inductivo en el que la teoría no se verifica a partir de hipótesis previas, sino que emerge (de manera progresiva y fundamentada) desde los propios datos empíricos recogidos en el campo.

La versión de la TF adoptada en esta investigación corresponde a la reformulación sistemática desarrollada por Anselm Strauss y Juliet Corbin, sintetizada en su obra *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada* (2002). Esta versión, conocida también como la corriente straussiana de la TF, se distingue por su énfasis en la sistematización y la explicitación de los procedimientos analíticos, lo que la hace particularmente adecuada para investigaciones doctorales que deben dar cuenta pública y transparente de sus decisiones metodológicas. Corbin y Strauss (2002) definen la TF como:

Una teoría derivada de datos recopilados de manera sistemática y analizados por medio de un proceso de investigación. En este método, la recolección de datos, el análisis y la teoría que surgirá de ellos guardan estrecha relación entre sí. Un investigador no inicia un proyecto con una teoría preconcebida (a menos que su propósito sea elaborar y ampliar una teoría existente). Más bien, comienza con un área de estudio y permite que la teoría emerja a partir de los datos. (p. 14)

Esta definición captura con precisión el propósito metodológico de la presente investigación: no se busca verificar si las TAC son eficaces según algún parámetro predefinido, sino comprender cómo emerge la mediación cognitiva entre la tecnología y el aprendizaje del

pensamiento aleatorio, y qué elementos teóricos pueden fundamentarse a partir de esa comprensión.

Justificación de la pertinencia del método

La elección de la Teoría Fundamentada como método de esta investigación responde a criterios de pertinencia epistemológica, temática y contextual que se articulan de manera coherente. Desde la perspectiva epistemológica, la TF es la estrategia metodológica que mejor se corresponde con el propósito de generar elementos teóricos nuevos sobre un fenómeno insuficientemente teorizado: la mediación de las TAC en el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio. Como señalan Corbin y Strauss (2002), la TF es especialmente apropiada cuando se busca comprender procesos que ocurren en contextos específicos y cuando la literatura existente no ofrece marcos teóricos suficientes para explicar el fenómeno en su complejidad.

Desde la perspectiva temática, la naturaleza del fenómeno estudiado como lo son, los procesos cognitivos y pedagógicos que median entre la tecnología y el aprendizaje estadístico, no es reductible a variables cuantificables. Los significados que docentes y estudiantes atribuyen a sus experiencias con las TAC, las condiciones que facilitan o inhiben la mediación cognitiva efectiva, y los patrones de interacción que emergen en el aula son fenómenos que requieren ser comprendidos en su riqueza cualitativa, no simplificados en índices numéricos. La TF, con su énfasis en la comprensión profunda de los procesos y la generación inductiva de categorías, es el instrumento metodológico adecuado para abordar esta complejidad.

Desde la perspectiva contextual, el municipio de Samaniego ofrece un escenario empírico en el que los fenómenos de mediación tecnológica en la enseñanza de la estadística se producen de manera situada, condicionada por factores locales que ningún marco teórico importado de otros contextos puede capturar en su totalidad. La TF, al generar teoría desde los propios datos locales, produce conocimiento que es, por definición, ecológicamente válido: emerge de la misma realidad que pretende explicar, lo que garantiza su pertinencia y su capacidad para orientar prácticas pedagógicas reales en contextos similares.

Diseño de la investigación: cualitativo con muestreo teórico

El muestreo teórico

El muestreo en la Teoría Fundamentada difiere sustancialmente del muestreo estadístico que alude a la representatividad numérica ni la aleatoriedad distribucional utilizado en las investigaciones cuantitativas; persigue, en cambio, la riqueza conceptual y la densidad teórica. Corbin y Strauss (2002) denominan a este procedimiento “muestreo teórico” y lo definen como la recolección de datos guiada por los conceptos que van emergiendo del análisis, con el propósito de elaborar las categorías en términos de sus propiedades y dimensiones, y de identificar las variaciones entre ellas. En otras palabras, el investigador de TF no selecciona a sus informantes antes de comenzar el análisis; los va seleccionando progresivamente, en función de las necesidades analíticas que el proceso de codificación va revelando.

En la práctica, el muestreo teórico de esta investigación se desarrolló en tres momentos articulados. En un primer momento, coincidente con la codificación abierta donde se seleccionaron informantes que ofrecieran una visión general y diversa del fenómeno: docentes y estudiantes de las cinco instituciones educativas del municipio, con distintos niveles de experiencia y distintas disposiciones hacia las TAC. En un segundo momento, durante la codificación axial, se buscaron intencionalmente casos que permitieran profundizar en las dimensiones de las categorías emergentes: docentes con alta integración tecnológica, docentes con resistencia al cambio, estudiantes con desempeño destacado y estudiantes con dificultades persistentes. En un tercer momento, durante la codificación selectiva, se recurrió a informantes adicionales para saturar conceptualmente las categorías centrales y verificar los patrones emergentes mediante el método de comparación constante.

La saturación teórica

El criterio que determina el tamaño final de la muestra en la TF no es estadístico sino analítico: es la saturación teórica. Corbin y Strauss (2002) definen la saturación teórica como el punto en el proceso de recolección de datos en el que no emergen nuevas propiedades, dimensiones o relaciones de una categoría. La saturación no significa que todos los posibles datos hayan sido recolectados, sino que el investigador ha alcanzado suficiente comprensión de una categoría como

para poder formular afirmaciones teóricas fundadas sobre ella. En la presente investigación, la saturación teórica se alcanzó de manera progresiva y diferenciada por categoría: algunas dimensiones de la mediación TAC se saturaron tempranamente, mientras que otras, especialmente las relacionadas con los casos negativos, requirieron iteraciones adicionales del muestreo para ser completamente comprendidas.

En términos cuantitativos orientativos y sin que esto constituya un criterio de validez en sí mismo, la investigación trabajó con doce informantes primarios: seis docentes de matemáticas y seis estudiantes de grados décimo y undécimo, distribuidos en las cinco instituciones educativas del municipio de Samaniego.

Sujetos informantes y Contexto

El contexto de la investigación

La investigación se desarrolló en el municipio de Samaniego, ubicado en el departamento de Nariño, al suroccidente de Colombia a 117 km al occidente de la ciudad de San Juan de Pasto. Con una población aproximada de 62.659 habitantes, el municipio combina una cabecera urbana con una extensa zona rural compuesta por comunidades campesinas vinculadas principalmente a economías agropecuarias. Esta diversidad socioeconómica y cultural se refleja en las características de las instituciones educativas: algunas de ellas cuentan con infraestructura tecnológica relativamente actualizada, mientras que otras operan con recursos limitados y conectividad intermitente. Esta variabilidad contextual, lejos de ser un obstáculo para la investigación, constituyó una fuente de riqueza analítica: permitió observar el fenómeno de la mediación TAC en condiciones diversas y comparar los patrones de aprendizaje emergentes en distintos contextos institucionales.

Las cinco instituciones educativas que conforman el campo de la investigación ha sido: la Institución Educativa Técnico Agroecológico “El Motilón” (MOT), la Institución Educativa Simón Bolívar (SIMB), la Institución Educativa Simón Álvarez (SIMA), la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta (IPSA) y la Institución Educativa San Martín de Porres (SMP). En conjunto, estas instituciones atienden a la mayoría de la población estudiantil de educación media del municipio, como se presenta en la Tabla 1, lo que garantiza que los hallazgos de la investigación

sean representativos de la diversidad de condiciones pedagógicas y tecnológicas presentes en el contexto local.

Tabla 1

Escenario de estudio: instituciones educativas ubicadas en el municipio de Samaniego, departamento Nariño, Colombia

Instituciones Educativas en Samaniego	Zona Urbana/ Rural	Grado 10 y Grado 11		
		Rector	Cantidad Estudiantes	Cantidad Docentes
Institución Educativa Policarpa Salavarrieta	Urbana	1	205	2
Institución Educativa Simón Bolívar	Urbana	1	176	2
Institución Educativa Simón Álvarez	Rural	1	34	1
Institución Educativa Técnico Agroecológico “El Motilón”	Rural	1	27	1
Institución Educativa San Martín de Porres	Rural	1	26	1
TOTALES:		5	468	7

Nota. Elaboración propia a partir de datos tomados de la Secretaría de Educación de Nariño.
<https://co.institucioneducativa.info/narino/>

La selección de los informantes se realizó de manera intencional, considerando su nivel de implicación en el proceso educativo y su experiencia directa con el uso de las TAC en el aula. Se eligieron docentes de matemática de los grados 10 y 11 de las instituciones educativas participantes, quienes tienen contacto diario con los estudiantes y están directamente involucrados en la enseñanza del pensamiento aleatorio. En total se seleccionaron seis (6) docentes.

Por su parte, los estudiantes seleccionados pertenecen a los mismos grados, ya que están en una etapa clave de su formación académica, donde la apropiación de conceptos abstractos como el pensamiento aleatorio es crucial para su desarrollo cognitivo. Además, la diversidad de contextos urbanos y rurales garantizó que las percepciones y experiencias recolectadas representaran las diversas realidades educativas del municipio de Samaniego. En total se seleccionaron seis (6) estudiantes. Todo este proceso de selección obedeció al método y se explica a continuación.

Los informantes

Los informantes de esta investigación fueron seleccionados mediante muestreo teórico progresivo, atendiendo a criterios de diversidad, pertinencia y disposición a participar en el proceso investigativo. La Tabla 2 presenta la distribución y codificación de los doce informantes primarios.

Tabla 2.
Distribución y codificación de los informantes primarios

Código	Rol	Institución	Grado / Área	Criterio de selección inicial
DOC_1_MOT	Docente	IE Agroecológico “El Motilón” (MOT)	Mat. / Grados 10°-11°	Adaptación creativa con recursos mínimos; contextualización agropecuaria intensa
DOC_2_SIMA	Docente	IE Simón Álvarez (SIMA)	Mat. / Grados 10°-11°	Caso negativo: dominio técnico sin transposición didáctica
DOC_3_SMP	Docente	IE San Martín de Porres (SMP)	Mat. / Grados 10°-11°	Integración tecnológica media, enfoque colaborativo
DOC_4_IPSA	Docente	IE Policarpa S. (IPSA)	Mat. / Grados 10°-11°	Caso negativo: TAC esporádica, resistencia al cambio
DOC_5_SIMB	Docente	IE Simón Bolívar (SIMB)	Mat. / Grado 11°	Ecosistema TAC estructurado; modelo de transposición didáctica reflexiva
DOC_6_SIMB	Docente	IE Simón Bolívar (SIMB)	Mat. / Grado 10°	Experiencia en estadística inferencial; uso de IA en aula
EST_1_MOT	Estudiante	IE Agroecológico “El Motilón” (MOT)	Grado 11°	Alto desempeño; discurso analítico sobre TAC y estadística
EST_2_SIMA	Estudiante	IE Simón Álvarez (SIMA)	Grado 10°	Dominio conceptual sin apoyo tecnológico; caso negativo
EST_3_SMP	Estudiante	IE San Martín de Porres (SMP)	Grado 11°	Contextualización agropecuaria espontánea; aprendizaje situado
EST_4_IPSA	Estudiante	IE Policarpa S. (IPSA)	Grado 10°	Alta motivación, capacidad analítica y reflexión crítica.
EST_5_SIMB	Estudiante	IE Simón Bolívar (SIMB)	Grado 11°	Anclaje visual-teórico explícito; discurso rico sobre videos y comprensión
EST_6_SIMB	Estudiante	IE Simón Bolívar (SIMB)	Grado 10°	La falta de interés inicial transformada en motivación; caso paradigmático

Nota. Codificación adoptada: DOC = docente; EST = estudiante; número ordinal = orden de entrevista; siglas = institución educativa de procedencia.

En términos cuantitativos orientativos, sin que esto constituya un criterio de validez en sí mismo, dado que el criterio definitorio en la TF es la saturación teórica y no el número de participantes, se puede visualizar que la investigación trabajó con doce informantes primarios: seis

docentes de matemáticas y seis estudiantes de grados décimo y undécimo, distribuidos en las cinco instituciones educativas del municipio de Samaniego y no hubo informantes complementarios.

Esta selección no fue simultánea ni predeterminada: el muestreo teórico operó de manera progresiva, incorporando nuevos informantes en función de las necesidades analíticas que el proceso de codificación revelaba. En un primer momento, se seleccionaron informantes que ofrecieran una visión diversa y general del fenómeno. En un segundo momento, una vez identificadas las categorías emergentes preliminares, el muestreo se orientó intencionalmente hacia casos que permitieran profundizar en las dimensiones menos saturadas: docentes con alta resistencia a la integración tecnológica, estudiantes con desempeño bajo persistente, y escenarios donde las TAC se utilizaban de manera esporádica o sin andamiaje pedagógico. Este proceso iterativo es coherente con la definición de muestreo teórico de Corbin y Strauss (2002), quienes señalan que el investigador recoge datos, analiza y decide qué datos recoger después y dónde encontrarlos, en función de lo que el análisis va revelando. Es así como la Tabla 2 presentó esa distribución y codificación de los doce informantes primarios con sus criterios de selección.

Instrumentos y procedimientos de recolección de información

La entrevista semiestructurada

La entrevista semiestructurada constituyó el instrumento principal de recolección de información en esta investigación. Su elección respondió a criterios de coherencia metodológica con la TF ya que este tipo de entrevista, a diferencia de la entrevista estructurada, no limita al informante a responder preguntas predeterminadas, sino que le permite elaborar sus respuestas con la profundidad y la dirección que considere pertinente. Al mismo tiempo, a diferencia de la entrevista no estructurada, mantiene un hilo conductor temático que orienta la conversación hacia el fenómeno de interés sin constreñirla. Varguillas y Bravo (2020) señalan que la entrevista semiestructurada permite obtener información profunda, significativa y contextualizada sobre las experiencias, percepciones y significados de los participantes respecto al fenómeno investigado.

Las guías de entrevista (que se incluyen como Anexo A-2 de esta tesis) fueron diseñadas de manera diferenciada para docentes y estudiantes. Para los *docentes*, las preguntas abordaron cinco dimensiones: (a) sus concepciones sobre el aprendizaje del pensamiento aleatorio; (b) sus estrategias pedagógicas habituales en la enseñanza de la estadística; (c) el uso que hacen de las

TAC en el aula y las razones que lo orientan; (d) sus percepciones sobre el impacto de las TAC en el aprendizaje de los estudiantes; y (e) las condiciones institucionales y personales que facilitan o dificultan la integración tecnológica. Para los *estudiantes*, las preguntas exploraron: (a) sus percepciones sobre la estadística y el pensamiento aleatorio; (b) sus experiencias con las TAC en las clases de matemáticas; (c) los significados que atribuyen al aprendizaje mediado por tecnología; y (d) las diferencias que perciben entre aprender estadística con y sin apoyo tecnológico.

Las entrevistas fueron realizadas en las instalaciones de las propias instituciones educativas, en un ambiente de privacidad y confianza, con previa autorización de los participantes mediante consentimiento informado. Cada sesión tuvo una duración promedio de cuarenta y cinco minutos para los docentes y treinta minutos para los estudiantes. Todas las entrevistas fueron grabadas en audio, con el consentimiento explícito de los participantes, y posteriormente transcritas de manera íntegra para su análisis. Durante el proceso de transcripción se conservaron las expresiones en código in vivo, es decir, las palabras exactas de los informantes, lo que constituyó la base empírica más directa de la codificación abierta.

La observación de aula

La observación de aula constituyó otro instrumento de recolección de información, complementario a las entrevistas realizadas a docentes y estudiantes (ver Anexo A-2). A diferencia del instrumento anterior (las entrevistas que capturan lo que los actores dicen sobre su experiencia) la observación capturó lo que los actores hacen en su contexto natural, permitiendo identificar patrones de comportamiento, interacciones y decisiones pedagógicas que los participantes pueden no verbalizar en las entrevistas. Valles (2003) señala que la observación cualitativa permite al investigador acceder a la textura de la vida social en sus escenarios naturales: los matices, las contradicciones, los silencios y las dinámicas que no aparecen en los discursos formalizados.

Se realizaron observaciones en todas las instituciones participantes, con una duración de entre dos y cuatro sesiones de clase por institución, en momentos en los que los docentes abordaban específicamente contenidos de pensamiento aleatorio con o sin apoyo de TAC. Las observaciones fueron registradas en notas de campo sistemáticas, elaboradas inmediatamente después de cada sesión, que documentaban no solo los hechos observados sino también las primeras reflexiones

analíticas del investigador sobre los patrones emergentes. Estas notas de campo han constituído, junto con las transcripciones de las entrevistas, la base empírica del proceso de codificación abierta.

Procedimientos analíticos

El microanálisis

El proceso analítico en la Teoría Fundamentada se inicia con el microanálisis: el examen minucioso, línea a línea o frase a frase, de los datos en bruto. Corbin y Strauss (2002) definen el microanálisis como el análisis detallado y minucioso necesario al comienzo de un estudio para generar categorías iniciales, con sus propiedades y dimensiones, y para sugerir las relaciones entre categorías. En la práctica, el microanálisis de esta investigación implicó leer cada transcripción con extrema atención, interrogando cada fragmento con preguntas analíticas: ¿qué está diciendo el informante aquí? ¿a qué proceso o fenómeno hace referencia? ¿qué categoría conceptual podría nombrar lo que está describiendo? ¿con qué otros fragmentos similares o contrastantes podría compararse este dato?

La codificación abierta

La codificación abierta ha sido el proceso mediante el cual los datos han sido conceptualizados y clasificados en categorías provisionales. Corbin y Strauss (2002) la definen como el proceso analítico por medio del cual se identifican los conceptos y se descubren en los datos sus propiedades y dimensiones. En esta investigación, la codificación abierta permitió identificar, desde el microanálisis de las transcripciones de entrevistas y notas de campo, cuatro grandes categorías iniciales: Percepciones Ontológicas del Pensamiento Aleatorio; Contextualización Sociocultural del Aprendizaje; Mediación TAC y Transición Tecnológica en el Aula; y Barreras Cognitivas y Vacío Conceptual en la Enseñanza de la Estadística. El desarrollo pormenorizado de estas categorías, sus propiedades y dimensiones se presenta en el Capítulo IV.

La codificación axial

La codificación axial ha sido el proceso mediante el cual las categorías identificadas en la codificación abierta fueron relacionadas entre sí mediante el paradigma de codificación: un conjunto de relaciones que vincula condiciones causales, fenómeno central, contexto, condiciones

intervinientes, estrategias de acción e interacción, y consecuencias. Corbin y Strauss (2002) señalan que este proceso permite al investigador pasar del nivel descriptivo al nivel relacional, identificando no solo qué categorías existen en los datos, sino cómo se articulan y condicionan mutuamente. En la presente investigación, la codificación axial reveló la centralidad de la mediación pedagógica del docente como condición que determina si las TAC actúan como puentes cognitivos que facilitan el aprendizaje significativo o como herramientas instrumentales que no transforman la estructura cognitiva del estudiante.

La codificación selectiva y la categoría central

La codificación selectiva ha sido el proceso de integración y refinamiento de la teoría alrededor de una categoría central. Corbin y Strauss (2002) la definen como el proceso de seleccionar la categoría central, relacionarla sistemáticamente con otras categorías, validar esas relaciones y refinar las categorías que necesitan mayor desarrollo. La categoría central de esta investigación, identificada mediante el análisis comparativo de todas las categorías emergentes y el contraste entre casos positivos y negativos, integra los patrones de mediación cognitiva, contextualización pedagógica y ecosistemas TAC en un constructo teórico que se desarrolla plenamente en el Capítulo V. Su formulación final responde a la pregunta: ¿cuál es el proceso central que explica la variación en los resultados del aprendizaje del pensamiento aleatorio mediado por TAC en las aulas de Samaniego?

El método de comparación constante (MCC) y los Memorandos analíticos

El método de comparación constante, propuesto originalmente por Glaser y Strauss (1967) y sistematizado por Corbin y Strauss (2002), consiste en comparar de manera continua los datos entre sí y con las categorías emergentes a lo largo de todo el proceso analítico. Esta comparación tiene lugar en múltiples niveles: incidente con incidente, incidente con categoría, categoría con categoría, y caso con caso. En la presente investigación, la comparación constante fue el procedimiento que permitió identificar los casos negativos, y hace referencia a aquellos en los que las TAC no generaron los resultados esperados de aprendizaje y han permitido comprender cómo estas variaciones enriquecen y delimitan la teoría emergente.

Los memorandos analíticos constituyeron el registro escrito del pensamiento del investigador durante el proceso analítico. Corbin y Strauss (2002) los consideran un componente

indispensable de la TF: son el lugar en el que el investigador documenta sus decisiones teóricas, sus reflexiones sobre las categorías emergentes, sus hipótesis provisionales y sus hallazgos de saturación. En el Anexo A-4 de esta tesis se presentan tres memorandos analíticos representativos del proceso de generación de la teoría sustantiva: un memo teórico sobre el rol de las TAC como puentes cognitivos; un memo metodológico sobre las decisiones de muestreo teórico focalizado; y un memo integrador sobre la configuración de la categoría central.

Criterios de rigor científico

La validez científica de una investigación cualitativa no se evalúa mediante los mismos criterios aplicados tradicionalmente en la investigación cuantitativa, tales como la reproducibilidad, la generalización estadística o la objetividad instrumental, enfoques con los cuales el investigador posee mayor familiaridad debido a su formación y experiencia como docente del área de matemáticas. Por el contrario, la investigación cualitativa requiere criterios epistemológicamente coherentes con el paradigma interpretativo y con las exigencias metodológicas de la Teoría Fundamentada.

En este sentido, Corbin y Strauss (2002), al finalizar su obra, proponen una serie de interrogantes orientados a valorar la consistencia y calidad de la teoría emergente. Asimismo, la presente investigación adoptó los criterios de rigor científico propuestos por Guba y Lincoln (1985): credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad.

La credibilidad, entendida como equivalente cualitativo de la validez interna, se garantizó mediante la triangulación de fuentes e instrumentos, integrando entrevistas a docentes y estudiantes, observaciones de aula y notas de campo. Del mismo modo, se fortaleció mediante la persistencia de la observación, el análisis comparativo constante y el uso de memorandos analíticos como mecanismo de seguimiento y reflexión del proceso investigativo.

La transferibilidad, equivalente cualitativo de la validez externa, se favoreció a través de una descripción densa y detallada del contexto educativo, las características institucionales, los participantes y las dinámicas pedagógicas observadas. Esto permite que investigadores o lectores de contextos similares valoren la posible aplicabilidad de los hallazgos en otras realidades educativas.

La dependencia se garantizó mediante el registro sistemático y secuencial de las decisiones metodológicas adoptadas durante el proceso investigativo, así como a través de la trazabilidad del proceso de codificación abierta, axial y selectiva desarrollado conforme a los principios de la Teoría Fundamentada. Esto permitió mantener coherencia y consistencia entre los datos recolectados, el análisis realizado y la teoría emergente construida.

Finalmente, la confirmabilidad se aseguró mediante la contrastación constante de los hallazgos con los datos empíricos, el uso de códigos en vivo extraídos directamente del discurso de los participantes y el ejercicio permanente de reflexividad del investigador. Lo anterior permitió disminuir sesgos interpretativos y garantizar que las construcciones teóricas emergieran principalmente desde los datos y no desde presupuestos previos del investigador.

Consideraciones Éticas

La investigación con seres humanos en el ámbito educativo implica responsabilidades éticas que van más allá del cumplimiento formal de protocolos institucionales. Desde la perspectiva de Vasilachis de Gialdino (2006), la ética en la investigación cualitativa es una práctica continua que permea todas las decisiones del investigador: desde el diseño del estudio hasta la publicación de los resultados, pasando por la recolección, el análisis y la interpretación de los datos. En la presente investigación, las consideraciones éticas se articularon alrededor de dos principios fundamentales.

El principio de autonomía se concretó en la obtención del consentimiento informado de todos los participantes. Previo al inicio de las entrevistas y las observaciones, cada docente firmó un documento de consentimiento en el que se describía con claridad el propósito de la investigación, el uso que se daría a la información recolectada, el carácter voluntario de la participación y el derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin consecuencias negativas. Para los estudiantes menores de edad, el consentimiento fue complementado con el asentimiento del propio estudiante y la autorización escrita de sus padres o acudientes.

El principio de confidencialidad se operacionalizó mediante la anonimización sistemática de todos los datos de campo. Los informantes son identificados exclusivamente mediante los códigos alfanuméricos presentados en la Tabla 2, y cualquier información que pudiera revelar su identidad como nombres propios, nombres de otros docentes o directivos, referencias a situaciones particulares identificables, que fue omitida de las transcripciones y de los fragmentos citados en el

Capítulo IV. Los archivos de audio originales y las transcripciones íntegras se almacenan en soporte digital al que solo el investigador principal tiene acceso.

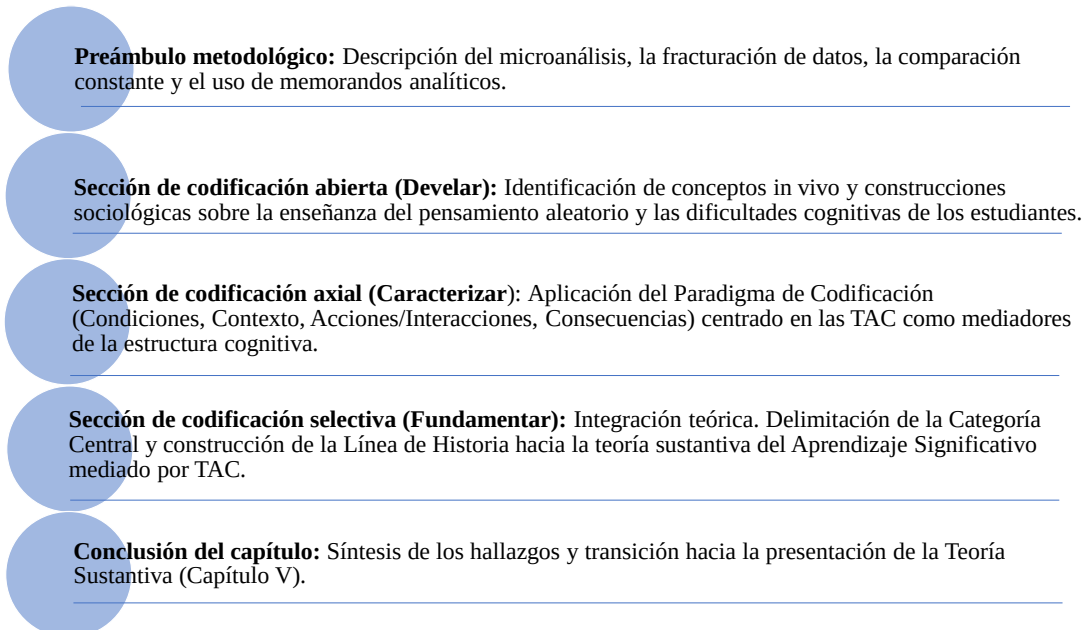
CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El análisis de los datos recolectados constituye la fase medular de la investigación cualitativa, donde la realidad observada en las instituciones educativas de nivel de media se somete a un proceso de descomposición y reconstrucción interpretativa. Por ello, este capítulo desarrolla el procesamiento e interpretación de la información obtenida (ver Figura 4) a través de dieciséis instrumentos aplicados en cinco escenarios educativos colombianos. El andamiaje metodológico se fundamenta en la Teoría Fundamentada de Strauss y Corbin (2002), empleando un análisis dinámico y no lineal que permite la emergencia de categorías a partir de la comparación constante de los incidentes registrados en las entrevistas y observaciones.

Figura 2.

Estructura para el análisis e interpretación de los resultados desde la Teoría Fundamentada



Fuente: Elaboración propia

Preámbulo metodológico

Desde la mirada del paradigma interpretativo-constructivista y teniendo como propósito general generar elementos teóricos que orienten el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en estudiantes de educación media colombiana se requiere presentar el tratamiento a los datos que dan respuesta a la interrogante de investigación sobre cuáles son los elementos teóricos que emergen de la práctica pedagógica que adoptó la Teoría Fundamentada (*Grounded Theory*) bajo el enfoque sistemático de Strauss y Corbin (2002). Esta elección metodológica se justifica porque permite que la teoría emerja inductivamente de los datos anclados en la realidad escolar, facilitando la comprensión de las interacciones y los procesos cognitivos subyacentes.

El corpus empírico que sustenta este capítulo proviene de 16 instrumentos (12 entrevistas semiestructuradas y 4 guías de observación de aula) aplicados a 6 docentes y 6 estudiantes distribuidos en cinco instituciones educativas (I.E. Motilón, SIMA, SMP, IPSA, SIMB) que se presenta en la Tabla 3.

Identificación y codificación de los sujetos informantes

Para garantizar el rigor ético y la validez científica que exige la investigación doctoral en el paradigma interpretativo, se procedió a la anonimización de los participantes. Este paso técnico es esencial para proteger la identidad de los docentes y estudiantes, permitiendo al mismo tiempo una trazabilidad precisa de los hallazgos a lo largo de los memorandos analíticos y diagramas de conceptos. La asignación de códigos alfanuméricos responde a una lógica de clasificación por rol (DOC para docentes, EST para estudiantes) y por la sigla de la Institución Educativa (I.E.) de procedencia.

En la Tabla 3, se detalla el sistema de codificación que estructura el análisis de los dieciséis instrumentos aplicados, los cuales incluyen entrevistas semiestructuradas y guías de observación de aula diseñadas para capturar la mediación de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en el pensamiento aleatorio. De esta manera, por ejemplo, se pudo ir contrastando lo dicho por DOC_1_MOT y DOC_2_SIMA de forma minuciosa, asignando estos códigos a los incidentes que posteriormente se integrarán y densificarán en categorías teóricas, asegurando un análisis riguroso anclado en los datos y no en preconcepciones del investigador.

Tabla 3.*Instrumentos aplicados a los sujetos informantes*

INSTITUCIÓN EDUCATIVA (I.E.)	SUJETOS INFORMANTES	CÓDIGO ASIGNADO	CANT. DE INSTRUM.	INSTRUMENTOS APLICADOS
I.E. Agroecológico “El Motilón” (MOT)	1 Docente 1 Estudiante	DOC_1_MOT / EST_1_MOT	3	- Entrevista semiestructurada a docente. - Entrevista a estudiante. - Guía de observación de aula.
I.E. Simón Álvarez (Bolívar) (SIMA)	1 Docente 1 Estudiante	DOC_2_SIMA / EST_2_SIMA	3	- Entrevista a docente. - Entrevista a estudiante. - Guía de observación de aula.
I.E. San Martín de Porres (Chuguldí) (SMP)	1 Docente 1 Estudiante	DOC_3_SMP / EST_3_SMP	3	- Entrevista a docente. - Entrevista a estudiante. - Guía de observación de aula.
I.E. Policarpa Salavarrieta (IPSA)	1 Docente 1 Estudiante	DOC_4_IPSA / EST_4_IPSA	2	- Entrevista a docente. - Entrevista a estudiante.
I.E. Simón Bolívar (SIMB)	2 Docentes 2 Estudiantes	DOC_5_SIMB, DOC_6_SIMB / EST_5_SIMB, EST_6_SIMB	5	- 2 Entrevistas a docentes. - 2 Entrevistas a estudiantes. - Guía de observación de aula.
TOTAL	6 Docentes y 6 Estudiantes		16	6 Entrevistas docentes, 6 Entrevistas estudiantes, 4 Observaciones

Fuente: Elaboración propia a partir del proceso de investigación

El tratamiento de los datos inició con un riguroso *microanálisis*, entendido como el proceso “detallado de análisis, línea por línea, necesario al comienzo de un estudio para generar categorías iniciales” (Corbin y Strauss, 2002, p. 63) que se ejecutó como procedimiento dinámico donde las transcripciones y notas de campo (ver Anexo A-5) fueron fracturadas línea por línea para sacar a la luz los pensamientos y significados de los actores. A través del *método de comparación constante*, se contrastaron incidentes para identificar similitudes y diferencias, documentando las reflexiones teóricas mediante el uso continuo de *memorandos analíticos*, los cuales garantizaron la distancia crítica necesaria y sentaron las bases para la abstracción teórica.

Con este análisis que se desarrolló a través de las tres fases estipuladas por Strauss y Corbin (2002): (a) la codificación abierta, orientada a develar y etiquetar conceptos preliminares; (b) la codificación axial, enfocada en caracterizar y relacionar las categorías en torno a un eje mediante el paradigma de codificación; y (c) la codificación selectiva, destinada a fundamentar la categoría central y trazar la línea de historia que integra la teoría sustantiva, ha sido todo un proceso guiado por el referente teórico del Aprendizaje Significativo de David Ausubel, permitiendo develar cómo las TAC trascienden su carácter instrumental para convertirse en auténticos mediadores de la estructura cognitiva del estudiante.

Sección de codificación abierta: Emergencia de categorías

La codificación abierta se inició con la lectura exhaustiva de las transcripciones de las entrevistas y las notas de campo de las observaciones. A través de este examen línea por línea, se identificaron conceptos que describen las propiedades y dimensiones del aprendizaje del pensamiento aleatorio mediado por las TAC. El análisis permitió agrupar los códigos sustantivos en categorías analíticas que reflejan la complejidad de la práctica pedagógica en contextos rurales y técnicos.

Categoría 1: Percepciones ontológicas del Pensamiento Aleatorio

Esta categoría explora la naturaleza del concepto de “pensamiento aleatorio” desde la visión de los actores. Los docentes lo definen como una habilidad matemática para estudiar fenómenos de incertidumbre y probabilidad. Existe una tendencia a vincular este pensamiento con la cotidianidad, aunque en algunos casos se observó un desconocimiento inicial de la terminología técnica, como ocurrió con el docente DOC_2_SIMA, quien inicialmente confundió el término con el pensamiento computacional debido a la influencia de capacitaciones recientes en inteligencia artificial.

Tabla 4.
Percepciones ontológicas del pensamiento aleatorio

SUBCATEGORÍA	PROPIEDADES	DIMENSIONES (RANGO)
Definición del Concepto	Claridad terminológica	Desde la confusión conceptual (Computacional vs. Aleatorio) hasta la definición formal de azar
Vinculación con la Incertidumbre	Percepción de aplicabilidad	Desde eventos de juego (lotería, dados) hasta procesos de toma de decisiones
Conexión Curricular	Alineación con planes de área	Relación con contenidos de estadística y probabilidad

Fuente: Elaboración propia a partir del proceso de codificación abierta

Para el docente de la I.E. El Motilón, el pensamiento aleatorio es la rama que permite estudiar la probabilidad de ocurrencia en fenómenos cotidianos como la lotería o lanzar una moneda. Por su parte, los estudiantes asocian este pensamiento con la capacidad de analizar propuestas para resolver preguntas en clase o con ideas que surgen de repente, lo que indica una comprensión más pragmática y menos formal del concepto.

Categoría 2: Contextualización sociocultural del aprendizaje

Uno de los hallazgos más potentes es la profunda conexión entre el pensamiento aleatorio y el entorno agropecuario de los estudiantes. El aprendizaje significativo, se evidencia cuando el objeto de estudio cobra sentido en la realidad histórica y social del sujeto.

En la I.E. El Motilón, el estudiante EST_1_MOT utiliza la estadística para resolver problemas en las fincas cafeteras de su familia, calculando promedios de kilos recolectados por trabajador. De manera similar, en la I.E. San Martín de Porres, el docente DOC_3_SMP integra ejemplos del contexto agropecuario, como el cálculo de promedios de producción y probabilidades en las cosechas. Esta vinculación no es meramente técnica, sino que actúa como un motor de motivación intrínseca; el estudiante EST_2_SIMA menciona el uso de probabilidades incluso en las apuestas de fútbol y el análisis de precios en el supermercado.

Tabla 5.

Contextualización sociocultural del aprendizaje

INDICADOR DE CONTEXTO	APLICACIÓN PRÁCTICA IDENTIFICADA	IMPACTO EN EL APRENDIZAJE
Indicador de Contexto	Aplicación práctica identificada	Impacto en el Aprendizaje
Sector Agropecuario	Análisis de probabilidades en cosechas	Comprensión de la variabilidad climática y productiva
Conexión Curricular	Alineación con planes de área	Relación con contenidos de estadística y probabilidad
Vida Cotidiana	Análisis de recibos de energía y consumo	Identificación de patrones de consumo familiar
Deportes y Azar	Probabilidades de éxito en fútbol y rifas	Interés por la estadística descriptiva y frecuencial

Fuente: Elaboración propia a partir del proceso de codificación abierta

Esta contextualización presentada en la Tabla 5, permite que la estadística deje de ser un campo ideal en un libro para convertirse en una herramienta de comprensión del entorno. La observación de aula en la I.E. San Martín de Porres confirma que el uso del contexto local mantiene a los estudiantes activos y dispuestos a participar, generando un clima de diálogo y respeto fundamentado en la utilidad del saber.

Categoría 3: La mediación de las TAC y la transición tecnológica

La mediación tecnológica en las instituciones estudiadas presenta una dicotomía entre el potencial de las herramientas y las limitaciones de infraestructura. Se observa un tránsito desde las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) hacia las TAC (Tecnologías del aprendizaje

y del Conocimiento), donde el foco no es el dispositivo, sino el aprendizaje que este facilita, como se ilustra en la Tabla 6.

En la I.E. El Motilón, ante la ausencia de recursos digitales como proyectores o salas STEAM, el docente DOC_1_MOT ha desarrollado una estrategia de “tecnología adaptada”: utiliza el computador y la impresora para diseñar guías de trabajo a color que optimizan el tiempo de clase y presentan la información de manera “más seria y palpable” para el estudiante. El uso de guías impresas, aunque parezca un recurso analógico, es el resultado de un proceso de síntesis e investigación digital por parte del docente, lo que constituye una forma de mediación TAC en contextos de baja conectividad.

Por otro lado, en instituciones con mayor acceso a recursos, como la I.E. Simón Álvarez, se integra el uso de Excel y ChatGPT. El docente DOC_2_SIMA utiliza la inteligencia artificial para consultar fórmulas y preparar ejercicios, mientras que los estudiantes emplean ChatGPT para obtener explicaciones paso a paso de problemas que no logran comprender inicialmente. Sin embargo, surge una advertencia por parte de los informantes: el uso de la tecnología puede volverse mecánico. El estudiante EST_1_MOT prefiere el cálculo a mano porque siente que la tecnología a veces lo confunde con sus diversas fórmulas de Excel, lo que sugiere que la mediación tecnológica debe ser equilibrada para no atrofiar el razonamiento lógico.

Tabla 6.
La mediación de las TAC y la transición tecnológica

HERRAMIENTA TAC	FUNCIÓN PEDAGÓGICA	PERCEPCIÓN DE LOS SUJETOS
Guías impresas (Diseño digital)	Optimización del tiempo y síntesis de información	Valoración del esfuerzo docente y mayor seriedad en el trabajo
Excel	Manejo de grandes volúmenes de datos y automatización	Facilita el cálculo, pero puede generar confusión si no se domina la lógica
Video Beam / Diapositivas	Apoyo visual y visualización de procesos	Mayor motivación, atención y retención de información
Inteligencia artificial (ChatGPT)	Consulta rápida y resolución paso a paso	Herramienta de apoyo para aclarar dudas, pero con riesgo de dependencia
Guías impresas (Diseño Digital)	Optimización del tiempo y síntesis de información	Valoración del esfuerzo docente y mayor seriedad en el trabajo

Fuente: Elaboración propia a partir del proceso de codificación abierta

Categoría 4: Barreras cognitivas y el Vacío conceptual

A pesar de la mediación de las TAC, el análisis revela dificultades persistentes en el aprendizaje del pensamiento aleatorio. La principal barrera identificada es la deficiencia en la operatoria básica y la fundamentación matemática previa. El docente DOC_2_SIMA señala que

los estudiantes de grado décimo presentan dificultades para calcular promedios simples, realizar sumatorias o despejar variables de una fórmula, lo que impide el avance hacia conceptos estadísticos más complejos.

Esta dificultad se ve agravada por la baja frecuencia horaria dedicada a la estadística. En instituciones técnicas y agropecuarias, la carga académica prioriza otras áreas, dejando la estadística como un contenido que se aborda superficialmente al final del año escolar, como se aprecia en la Tabla 7.

Tabla 7.

Barreras cognitivas y el Vacío conceptual

DIFICULTAD IDENTIFICADA	MANIFESTACIÓN EN EL AULA	ORIGEN SUGERIDO POR INFORMANTES
Operatoria básica	Errores en sumatorias, promedios y raíces	Falta de continuidad docente en años anteriores
Confusión de conceptos	Mezcla de frecuencia absoluta vs. Acumulada	Semejanza terminológica y falta de práctica
Interpretación de textos	Dificultad para entender qué pide el problema	Escasa capacidad de lectura crítica y analítica
Dependencia de calculadoras	Incapacidad para resolver cálculos simples mentalmente	Uso excesivo de tecnología sin razonamiento previo

Fuente: Elaboración propia a partir del proceso de codificación abierta

El docente DOC_2_SIMA menciona que “uno se vuelve mal docente cuando se le olvida lo que es no saber nada”, reconociendo que los vacíos conceptuales de los estudiantes son profundos y requieren una labor de “traducción” constante del lenguaje algebraico al lenguaje cotidiano.

Para lograr todo este resultado base, se siguió en todo momento la sugerencia de los autores Corbin y Strauss (2002) haciendo un proceso de “leer y releer” para “abrir” los textos y así descubrir en ellos los pensamientos, ideas y significados que contienen. A medida que se lee, se fue haciendo preguntas como ¿qué está sucediendo aquí? o ¿qué significado tiene este suceso? de manera que se lograra asignar etiquetas o códigos a esos incidentes, acciones o interacciones que se fue identificando, resaltando códigos en vivo, es decir, esas palabras exactas de tanto docentes como estudiantes expresaron durante la entrevista y poder hacer construcciones sociológicas desde la mirada de docente investigador. Comparar los códigos entre sí y agrupar aquellos que compartieron características o significados similares es lo que hizo que agruparlos en categorías más abstractas fuese posible y en donde se pudiesen ir identificando sus propiedades (características) y dimensiones (variación de esa característica) en un rango.

Sección de codificación axial: El paradigma de codificación

La codificación axial consistió en reagrupar los datos fracturados durante la codificación abierta, estableciendo conexiones lógicas entre las categorías y sus subcategorías. Para lograr una comprensión profunda de la dinámica pedagógica, se aplicó el Paradigma de la Codificación propuesto por Strauss y Corbin (2002), el cual relaciona la estructura (condiciones y consecuencias) con el proceso (acciones e interacciones).

En esta etapa, las categorías emergentes se relacionan entre sí a través del mencionado paradigma, se identificó las condiciones causales, el contexto, las estrategias de acción/interacción y las consecuencias del fenómeno. Este análisis permitió dar densidad teórica al hallazgo, respondiendo al cómo y por qué de las interacciones observadas. El fenómeno se asume como: *El aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio*. La articulación de los datos sugiere que el fenómeno central es la construcción de un saber estadístico resiliente, mediado por la adaptación creativa de las TAC frente a las limitaciones contextuales y las brechas cognitivas de los estudiantes.

1. Condiciones causales

Las condiciones causales representan las situaciones o problemas que motivan a los actores a interactuar de determinada manera. Los datos revelan que la principal barrera en el aprendizaje del pensamiento aleatorio es la abstracción del lenguaje matemático y los vacíos en la operatoria básica. Al respecto, DOC_2_SIMA manifiesta que: “...esa barrera matemática en la fundamentación de las operaciones básicas y de los conceptos básicos de matemáticas se le vuelve una barrera a la hora de abordar temas estadísticos”.

La necesidad de gestionar datos en un entorno productivo (fincas, negocios locales) y la exigencia de las pruebas de Estado (ICFES) impulsan el interés por la estadística. Sin embargo, la falta de infraestructura tecnológica adecuada actúa como una condición limitante que obliga al docente a innovar con recursos alternativos.

2. Contexto y condiciones intervinientes

A esta precitada barrera cognitiva se suma un contexto institucional heterogéneo. Mientras en contextos urbanos o con mejor dotación se utilizan herramientas interactivas complejas, en

contextos rurales las condiciones materiales imponen adaptaciones. Como señala DOC_1_MOT: “...yo trabajo en una institución rural, en esta institución no tenemos recursos digitales... entonces digamos que la tecnología que utilizaría yo, pues, sería el computador, la impresora, y llevo pues el material impreso...”. Sin embargo, independientemente de la sofisticación del hardware, la condición latente es la necesidad de anclar conceptos abstractos (probabilidad, frecuencias, varianza) en ideas familiares.

Adicionalmente, el contexto rural colombiano define los tiempos y los temas de interés. Las horas limitadas de clase y el “olvido rápido” de los conceptos por parte de los estudiantes (debido a interrupciones en el calendario escolar) son condiciones que el docente debe mitigar mediante estrategias de repetición y reforzamiento. Estos datos revelan una condición interviniente crítica: la discontinuidad del calendario escolar en el municipio de Samaniego. Esta fragmentación del tiempo pedagógico acelera el olvido de los conceptos de pensamiento aleatorio que, desde una perspectiva teórica, este fenómeno se alinea con la curva del olvido de Ebbinghaus (1885), la cual postula que la pérdida de información retenida es exponencial si no se presentan procesos de recuperación activa, en otras palabras, esboza cómo olvidamos los recuerdos.

Esto representa un problema, que el informante DOC_3_SMP expone diciendo: “Las horas son limitadas y, entre paros o fiestas regionales, el estudiante regresa habiendo olvidado la lógica de la probabilidad. Me toca volver a empezar casi de cero”. El análisis permite inferir que estas interrupciones constantes actúan como un factor que sitúa al estudiante en el tramo más pronunciado de la curva de Ebbinghaus, donde la falta de uso del conocimiento previo (anclaje ausubeliano) impide que la información pase a la memoria de largo plazo y se vuelve en otra condición causal.

3. Estrategias de acción e interacción

Las interacciones reflejan cómo los docentes y estudiantes responden estratégicamente a las condiciones descritas. La evidencia demuestra que el uso de las TAC no es meramente procedimental; actúa como un puente integrador (organizador previo ausubeliano) entre los conceptos estadísticos y la estructura cognitiva del aprendiz. Los informantes interactúan con plataformas como Excel, GeoGebra, videos, simuladores y, de forma rudimentaria, guías mediadas por el diseño digital del docente.

El estudiante EST_4_IPSA describe este proceso de anclaje cognitivo visual: “...me parece que al momento de mirar un video y ponerle atención, es como estar mirando al profesor y uno va uniendo ideas... analizamos las diferencias que hay entre la explicación del profesor... con un video de YouTube entonces según eso miramos cómo se puede relacionar eso... e incluso aprendemos más, profundizamos más en nuestro conocimiento...”. Aquí, las TAC actúan interactuando con las preconcepciones del estudiante, facilitando la acomodación de nueva información.

Asimismo, DOC_6_SIMB ratifica esta acción mediadora de las TAC (Desmos, GeoGebra) al afirmar que permiten “...simular situaciones reales en aplicaciones. Los estudiantes pueden ver reflejado lo aprendido en clase y conectarlo con la vida cotidiana...”. de esta manera, los docentes aplican procesos inversos (de la práctica a la fórmula), diseñan guías personalizadas que conectan con intereses juveniles (como videojuegos) y utilizan recursos visuales (diapositivas) para captar la atención. La interacción se basa en la retroalimentación inmediata y el uso del error como herramienta pedagógica, transformando la clase magistral en un espacio de construcción colaborativa.

También se apreció en la práctica observada de “repetición y reforzamiento” por parte de los docentes, la cual no debe entenderse aquí como un acto memorístico tradicional, sino como un intento empírico de aplicar repasos espaciados. Según Ebbinghaus (1885), cada vez que se refuerza el concepto, la curva del olvido se vuelve más plana, que aplicado a esta investigación permitiría que el aprendizaje del pensamiento aleatorio gane estabilidad teórica en la estructura cognitiva del estudiante.

4. Consecuencias

Las consecuencias son los resultados emanados de la acción/interacción. El análisis de los instrumentos evidencia que, cuando las TAC se emplean con intencionalidad pedagógica (mediación), el resultado es un Aprendizaje Significativo. Se observa una marcada optimización del tiempo, una mayor motivación intrínseca y la transición de un aprendizaje memorístico a uno comprensivo.

El EST_5_SIMB lo corrobora expresando cómo la tecnología interactiva modifica su procesamiento cognitivo: “...el cerebro como que se activa cuando juega o también cuando hay como esa competitividad... eso también hizo que practiquemos varias veces y agilicemos...

considero que esos como tipo de juegos, también son una forma muy efectiva de aprender”. Teóricamente, esto demuestra que las TAC operan modificando la disposición del estudiante para aprender sustancialmente y no al pie de la letra (condición *sine qua non* de Ausubel), superando la frustración inicial y logrando la asimilación profunda de los modelos aleatorios.

La consecuencia de estas estrategias es una mejora en la motivación y una comprensión operativa de la estadística. Los estudiantes perciben que la materia es “útil” para su vida futura, aunque persisten debilidades en la abstracción matemática. La mediación de las TAC logra optimizar el tiempo, pero la saturación teórica se ve amenazada por la brevedad de los encuentros semanales. Aquí es donde las TAC cobran relevancia. Al ser mediadores, los recursos tecnológicos pueden ofrecer simulaciones y visualizaciones que actúan como repetición y refuerzo cognitivos para el estudiante, permitiendo que, a pesar de las interrupciones del contexto rural, los significados se mantengan latentes y sean más fáciles de recuperar.

Como puede apreciarse, luego de haber pasado por la codificación abierta y se tuvo las categorías iniciales identificadas, en esta segunda etapa del método de comparación constante a través de la teoría fundamentada, el objetivo logrado fue relacionar con sus subcategorías para darles mayor densidad y fuerza explicativa, lo que conllevó a relacionar la estructura con el proceso. En tanto, por cada categoría eje, se identificó las condiciones (causas o contexto donde ocurre el fenómeno), las acciones/interacciones (cómo responden los actores, por ejemplo, cómo actúan los docentes frente a las dificultades de los alumnos), y las consecuencias de dichas acciones para responder a preguntas clave desde los datos: *cuándo, dónde, por qué, cómo y con qué consecuencias* ocurre el fenómeno identificado.

Sección de codificación selectiva: La categoría central

La codificación selectiva representa el proceso de integración de todas las categorías en torno a una idea eje. En congruencia con los postulados del paradigma interpretativo-constructivista y el diseño metodológico de Strauss y Corbin (2002), esta tercera etapa de codificación selectiva constituye así, una abstracción teórica del presente análisis. El propósito fundamental de esta fase radica en integrar y refinar la totalidad de las categorías analíticas en torno a una categoría central que posea el mayor poder explicativo del fenómeno estudiado. Para lograr dicha integración y evitar que los hallazgos queden reducidos a una mera descripción aislada de temas, se recurrió a la

técnica de la “línea de historia” (*storyline*). Esta herramienta analítica exige al investigador tomar distancia de los detalles minuciosos fracturados en la codificación abierta, y elaborar un relato conceptual que vincule orgánicamente las condiciones, interacciones y consecuencias subyacentes en la praxis educativa, garantizando así la consistencia interna y la lógica de la teoría sustantiva emergente, para no correr el riesgo de “que el analista [se quede] atrapado en la descripción de detalles [...] Para lograr hacer la integración se recomienda escribir la historia haciendo uso de diagramas, revisando y clasificando los memos” (Calva, 2000, p. 214).

Escribir el argumento de la historia, es para Corbin y Strauss (2002):

Cuando el investigador comienza a pensar sobre la integración, ya ha estado inmerso en los datos durante algún tiempo y por lo general tiene una sensación “visceral” acerca de lo que tratará la investigación, aunque pueda tener dificultades en articular cuál sea ésta. Una manera para superar este impase es sentarse a escribir unas pocas frases descriptivas sobre “lo que aparentemente ocurre aquí”. Puede empezar dos, tres o hasta más veces antes de ser capaz de articular los pensamientos de una manera concisa. Pero tarde o temprano emerge una historia. A menudo, volver a los datos crudos y releer varias entrevistas u observaciones ayuda a estimular el pensamiento. Esto tiende a funcionar si uno los lee, no buscando un sentido detallado sino general, deteniéndose y haciéndose las siguientes preguntas: ¿Cuál es el asunto o problema principal con el que parecen estar luchando estas personas? ¿Qué resuena una y otra vez? ¿Qué es lo que se percibe aunque no se esté diciendo de manera directa? (pp. 162-163)

La cita sugiere que, se debe regresar a analizar los 16 instrumentos (entrevistas y observaciones), no en la búsqueda de códigos nuevos, sino en la búsqueda del “sentido general” para poder narrar qué está pasando con el pensamiento aleatorio en Samaniego sin usar términos técnicos al principio. El proceder técnico invitó a reflexionar y escribir tres párrafos que respondan: ¿Por qué, a pesar de tener tecnología (TAC), los estudiantes no logran el aprendizaje significativo? Será por brechas, la interferencia del contexto rural o la falta de mediación efectiva. A diferencia del microanálisis (donde se fracturó palabra por palabra), aquí se procedió a leer las 6 entrevistas de docentes y las 6 de estudiantes de forma rápida para captar el sentimiento visceral, por lo que se logró identificar la esencia del problema principal con el que lidian los actores educativos sin perderse en los detalles descriptivos. A partir de la saturación teórica alcanzada durante la codificación axial, se procedió a estructurar la matriz analítica para integrar la base empírica, lo que permitió cimentar lógicamente la Categoría Central: **La Reconfiguración de la Praxis Pedagógica para la Transposición del Pensamiento Aleatorio Mediante Ecosistemas TAC.**

Categoría central

Para esta investigación, luego de varias “crisis analíticas” en la que se encontró el investigador al debatirse constantemente entre la riqueza descriptiva de un hallazgo particular y la necesidad de abstracción teórica, se percibe que la categoría central que integra todos los conceptos gira en torno a lo que se ha denominado:

Categoría Central como concepto nuclear

La Reconfiguración de la Praxis Pedagógica para la Transposición del Pensamiento Aleatorio mediante Ecosistemas TAC

Se utilizó términos de alto nivel conceptual (“Reconfiguración de la Praxis”, “Transposición”, “Ecosistemas TAC”) que fungen como un “paraguas” teórico bajo el cual se articulan las condiciones causales, las interacciones y las consecuencias propias del paradigma de codificación.

Dado que el propósito general es generar elementos teóricos que orienten el Aprendizaje Significativo teniendo como referente teórico a David Ausubel, al usar el término “Ecosistemas TAC”, permite justificar a la tecnología no como un cable o una pantalla, sino como el entorno de “organizadores previos” que permiten anclar el conocimiento altamente abstracto (pensamiento aleatorio) a la estructura cognitiva preexistente del aprendiz. El término “Ecosistema” le da ese carácter de puente cognitivo integrador. Así, la enseñanza efectiva del pensamiento aleatorio en la educación media colombiana no depende exclusivamente de la presencia de hardware avanzado, sino de la capacidad del docente para actuar como un mediador que adapta las herramientas tecnológicas (TAC) a la realidad del estudiante.

En la base empírica, se tiene informantes tanto de contextos rurales con precariedad tecnológica (como DOC_1_MOT en “El Motilón” o DOC_3_SMP en “San Martín de Porres”) como de contextos urbanos o con mejor dotación que emplean GeoGebra, Desmos y tableros digitales (como DOC_5_SIMB y DOC_6_SIMB en la “I.E. Simón Bolívar”). Por tanto, esta categoría central definida, se convierte en un constructo lo suficientemente abstracto e integrador y engloba la variación completa de los datos, al explicar cómo el docente urbano (DOC_6_SIMB) “reconfigura su praxis” usando simuladores dinámicos y/o explica cómo el docente rural (DOC_1_MOT) también “reconfigura su praxis” elaborando guías impresas a color para emular

visualmente el ecosistema digital cuando no hay hardware. Con todo esto en mente, se procede a la construcción de la Línea de historia.

Construcción de la Línea de historia

Para fundamentar esta categoría central: La Reconfiguración de la Praxis Pedagógica para la Transposición del Pensamiento Aleatorio mediante Ecosistemas TAC, a continuación, se presenta la narrativa discursiva (Línea de historia) que articula las voces de los actores educativos a la luz de la teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel:

Este relato analítico articula las categorías emergentes alrededor de la Categoría Central: *La Reconfiguración de la Praxis Pedagógica para la Transposición del Pensamiento Aleatorio mediante Ecosistemas TAC*, develando cómo esta dinámica estructural y procesual responde intrínsecamente a la teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel.

La enseñanza del pensamiento aleatorio en el contexto de la educación media se enfrenta, como condición causal primaria, a un profundo choque epistémico. Los estudiantes perciben la estadística y la probabilidad como entes abstractos y aislados de su realidad, lo cual, sumado a las deficiencias en su estructura cognitiva previa, genera una severa disonancia. Al respecto, EST_2_SIMA manifiesta que: “Me costó mucho calcular probabilidades porque implicaba operaciones matemáticas que no domino bien, como divisiones y tablas”. Esta carencia de “subsunoadores” adecuados (conocimientos previos firmes) es advertida por los docentes, quienes identifican este vacío como el obstáculo cardinal para el anclaje del conocimiento. Al respecto, DOC_2_SIMA manifiesta que: “esa barrera matemática en la fundamentación de las operaciones básicas y de los conceptos básicos de matemáticas se les vuelve una barrera a la hora de abordar temas estadísticos”.

Frente a esta barrera cognitiva y actitudinal que fomenta el aprendizaje puramente mecánico, el método de comparación constante devela que ocurre una reconfiguración de la praxis pedagógica. A partir del microanálisis y la codificación selectiva, se devela que la mediación didáctica asume un carácter eminentemente adaptativo. La enseñanza efectiva del pensamiento aleatorio en la educación media colombiana no depende exclusivamente de la presencia de hardware avanzado, sino de la capacidad del docente para actuar como un mediador que integra las herramientas tecnológicas (TAC) a la estructura cognitiva del estudiante. Al contrastar los

escenarios empíricos, se hace evidente que, en contextos rurales o con limitaciones de infraestructura, el docente asume una transposición didáctica manual para garantizar el anclaje visual y no dejar al estudiante desprovisto del ecosistema tecnológico. Al respecto, DOC_1_MOT manifiesta que: “en esta institución no tenemos recursos digitales... la tecnología que utilizaría yo, pues, sería el computador, la impresora, y llevo pues el material impreso a color”.

Ya sea mediante adaptaciones impresas contextualizadas o a través de software dinámico en entornos con mayor dotación, las TAC se erigen como auténticos “organizadores previos” (Ausubel). Proporcionan el andamiaje gráfico, dinámico y relacional necesario para que el aprendiz asimile el material lógicamente. Al respecto, EST_4_IPSA manifiesta que: “al momento de mirar un video y ponerle atención, es como estar mirando al profesor y uno va uniendo ideas... e incluso aprendemos más, profundizamos más en nuestro conocimiento”. En esta interacción, la tecnología trasciende su naturaleza puramente instrumental para convertirse en un ecosistema mediador que reconcilia los saberes estocásticos con la red de significados preexistente en la mente del aprendiz.

Como consecuencia de esta interacción, el proceso hermenéutico da cuenta de una transformación profunda en la disposición psicológica del estudiante hacia la disciplina matemática. Al delegar la pesada carga procedimental de los cálculos al ecosistema TAC (simuladores, software, guías visuales interactivas), el aprendiz focaliza sus procesos mentales en el análisis y la toma de decisiones estocásticas. Esta integración activa la motivación intrínseca, condición insoslayable para consolidar saberes sustantivos y no arbitrarios. Al respecto, EST_5_SIMB manifiesta que: “el cerebro como que se activa cuando juega o también cuando hay como esa competitividad... considero que esos como tipo de juegos, también son una forma muy efectiva de aprender”.

En síntesis, la línea de historia demuestra coherentemente con los objetivos de la investigación que el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio se cristaliza únicamente cuando el docente reconfigura su rol de transmisor tradicional hacia el de un arquitecto de experiencias cognitivas. Al emplear los ecosistemas TAC como puentes o mediadores cognitivos, se logra superar el alto grado de abstracción de la estadística, transformando la frustración inicial del estudiante en una asimilación comprensiva, perdurable y dotada de sentido para la resolución de problemas en su entorno vital, configurando así las bases de la teoría sustantiva emergente que será detallada en el capítulo V, con mayor poder explicativo.

Triangulación de la Información

En otros enfoques cualitativos, la triangulación se usa al final para ver si los datos coinciden. En teoría fundamentada, la triangulación es la forma en que se ejecuta el método de comparación constante como motor desde el día 1. Así que esta triangulación ha ocurrido en todas las etapas de codificación, aunque su función cambia; mientras, en la codificación abierta se comparó incidente por incidente, en la codificación axial la triangulación fue más potente porque se identificaron condiciones acciones interacciones y consecuencias, de modo que, finalmente, en la codificación selectiva se aseguró que la categoría central explicara la realidad de todos los instrumentos ya que si se explicase lo que dicen los profesores pero se ignora lo que el autor de esta investigación vio a través de las observaciones la teoría no se hace sólida. Esto conlleva a la lógica de la saturación teórica que no se trata contar cuántos dijeron qué, sino deber si las fuentes coinciden en las propiedades de una categoría. En suma, la triangulación no ha sido un paso extra o ajeno a la teoría fundamentada, sino que se ejecutó el método de comparación constante en todo el proceso. Esto llevó a encontrar casos negativos, entendido como cuando el profe dice (a) pero el alumno siente (b) y el investigador observa (c), representan a éstos y son los que hacen que una teoría fundamentada sea nítida y no superficial.

De acuerdo con los criterios de cientificidad, la triangulación permite validar los hallazgos mediante la contrastación de fuentes. En este estudio, se ha realizado una triangulación de datos (profesores, estudiantes y observador) y de métodos (entrevistas y observaciones) que se exhibe en la Tabla 8.

En el modelo de Corbin Strauss esto se vuelve fundamental para alcanzar la nitidez en la densidad conceptual puesto que un docente dice que usa tecnología en la entrevista, pero en observación se pudo apreciar que no la enciende, esa discrepancia puede ayudar a generar categorías sobre brecha entre el discurso y la práctica. No obstante, se utilizó la triangulación de datos y método como una estrategia de comparación constante para robustecer las propiedades y dimensiones de las categorías como se ilustra en la Tabla 8.

Tabla 8.
Matriz de triangulación de hallazgos

CATEGORÍA	PERSPECTIVA DEL DOCENTE	PERSPECTIVA DEL ESTUDIANTE	OBSERVACIÓN DEL INVESTIGADOR	CONTRASTACIÓN TEÓRICA
-----------	-------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	--------------------------

Rol de las TAC	Herramienta estratégica para optimizar tiempo y visualizar procesos.	Motivador que facilita cálculos, aunque puede confundir si es excesivo.	Uso de guías impresas y video beam predomina sobre salas de informática.	Las TAC deben mediar el aprendizaje mediante la actividad mental constructiva.
Aprendizaje Significativo	Se logra conectando el contenido con el contexto agropecuario.	Se evidencia al aplicar estadística en la finca o el supermercado.	Mayor interés y participación ante ejemplos del entorno local.	El conocimiento se asimila a través de modos socioculturales de interacción.
Dificultades Cognitivas	Brechas en operatoria básica y comprensión de fórmulas.	Confusión terminológica y dificultad en la interpretación de problemas.	El docente dedica mucho tiempo a corregir errores individuales de cálculo básico.	La teoría debe emerger de datos saturados y dimensiones claras.

Fuente: Elaboración propia a partir de la contrastación de fuentes

La triangulación confirma una convergencia en la valoración de la contextualización como motor del aprendizaje. Sin embargo, surge una divergencia importante en el uso de la tecnología: mientras los docentes la ven como un recurso para la seriedad académica, los estudiantes la perciben a veces como un factor de distracción o de pérdida de la lógica manual si no se maneja con cuidado. A través del uso de esta matriz que se erige como condicional-consecuencial y manteniendo activo el método de comparación constante, se evidenció que los datos convergían hacia una supra categoría: *La reconfiguración de la Praxis Pedagógica para la Transposición del Pensamiento Aleatorio mediante Ecosistemas TAC*.

Análisis de los escenarios educativos

Para profundizar en la interpretación, ha sido necesario analizar cómo se vive el fenómeno en cada institución, reconociendo que la práctica pedagógica está impregnada de la subjetividad de sus actores.

Escenario 1: I.E. Agroecológico “El Motilón” (MOT)

En esta institución, el docente DOC_1_MOT asume un rol de “maestro-maestro”, donde la experiencia y la humildad pedagógica son clave. Su transición de una clase centrada en sí mismo hacia una centrada en el estudiante mediante guías personalizadas demuestra un cambio de paradigma hacia el constructivismo. La anécdota del uso del videojuego *Free Fire* para enseñar localización es un ejemplo brillante de cómo las TAC pueden conectar y captar la atención de los

estudiantes al validar sus propios intereses culturales. El estudiante EST_1_MOT confirma que esta cercanía afectiva y pedagógica facilitó la comprensión de temas complejos como la estadística.

Escenario 2: I.E. Simón Álvarez (SIMA)

Este escenario presenta el mayor desafío actitudinal. La observación reveló estudiantes distraídos, que realizan tareas de otras asignaturas o dibujos artísticos en la hora de estadística. El docente DOC_2_SIMA, aunque posee una formación sólida en ingeniería y utiliza IA, lucha contra una cultura de desmotivación y falta de bases matemáticas. Aquí, la tecnología (Excel y ChatGPT) se percibe como una herramienta aislada que no logra transformar totalmente la falta de interés del grupo, lo que sugiere que la mediación TAC requiere un componente motivacional previo más fuerte.

Escenario 3: I.E. San Martín de Porres (SMP)

La I.E. San Martín de Porres destaca por el uso efectivo de recursos visuales. El docente DOC_3_SMP ha logrado que sus estudiantes prefieran aprender mediante diapositivas y videos, pues les permite ver el proceso paso a paso. La observación de aula muestra un clima de diálogo fluido y una alta participación, impulsada por la retroalimentación inmediata que el docente ofrece tras evaluaciones rápidas. Este escenario representa el ideal de una clase dinámica donde la tecnología digital, aunque limitada al video beam, cumple un rol de mediación efectiva del conocimiento.

Escenario 4: I.E. Policarpa Salavarrieta (IPSA)

Este escenario revela una profunda disonancia entre la percepción docente y la realidad cognitiva del estudiante frente al uso de las herramientas digitales. Por un lado, el docente DOC_4_IPSA asume una postura tradicionalista, percibiendo que el uso de las TAC (como Excel) fomenta el facilismo y la ley del menor esfuerzo, argumentando que los alumnos carecen de interés genuino por la estadística. Sin embargo, la perspectiva del aprendiz fractura este diagnóstico: el estudiante EST_4_IPSA demuestra una alta motivación intrínseca y autonomía cognitiva, utilizando plataformas como YouTube y aplicaciones de Inteligencia Artificial en su hogar para profundizar los temas y anclar los conceptos que resultan complejos en el aula.

Aquí, la tecnología trasciende la clase presencial y se convierte en un organizador previo autónomo, demostrando que cuando el estudiante posee una disposición favorable para la asimilación sustantiva (argumentando metacognitivamente que “el chiste es entender”), la TAC media directamente en su estructura cognitiva, mitigando las limitaciones de una praxis docente que aún se resiste a la reconfiguración didáctica.

Escenario 5: I.E. Simón Bolívar (SIMB)

Este escenario representa el nivel más avanzado de reconfiguración de la praxis pedagógica y mediación tecnológica en el contexto estudiado. Los docentes (DOC_5_SIMB y DOC_6_SIMB) han trascendido el uso puramente instrumental de la tecnología, integrando ecosistemas TAC que incluyen simuladores como GeoGebra, calculadoras gráficas móviles (Desmos), test interactivos, guías visuales y la metodología de aula invertida. Al vincular el pensamiento aleatorio con problemas genuinos del entorno (como las fluctuaciones del dólar o los precios del café), los educadores proporcionan subsunsores sólidos que facilitan el aprendizaje significativo. Por su parte, los estudiantes (EST_5_SIMB y EST_6_SIMB) perciben un cambio radical en la dinámica de apropiación del saber; expresan que la interactividad, el uso de elementos visuales coloridos y la competitividad sana de los test virtuales “activan el cerebro”. En este ecosistema, la tecnología opera genuinamente como un puente cognitivo dinámico que no solo optimiza el tiempo de clase, sino que modifica favorablemente la disposición psicológica del aprendiz hacia la estadística, logrando una auténtica reconciliación integradora de los saberes estocásticos.

Interpretación de segundo orden: el Docente-Ingeniero frente a la Didáctica

Un hallazgo crítico que surge de la comparación entre DOC_1_MOT y DOC_2_SIMA es la influencia de su formación profesional y conllevan a otras interpretaciones de segundo orden. Ambos son ingenieros, lo que les otorga una solvencia técnica superior a la del docente promedio de matemáticas en zonas rurales. No obstante, esta formación también los lleva a enfrentar dificultades en la transposición didáctica. El docente de IE1 (MOT) ha aprendido, a través de diez años de práctica, a “traducir” su lenguaje técnico a uno comprensible para los estudiantes, mientras que el docente de IE2 (SIMA) admite que a veces cae en el error de actuar como un instructor que da pasos mecánicos.

Esta tensión entre el Saber-Hacer del ingeniero y el Saber-Enseñar del pedagogo ha sido fundamental para entender por qué las TAC a veces se quedan en el nivel de herramienta y no logran escalar a nivel de conocimiento. La investigación sugiere que el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio requiere que el docente-ingeniero adopte una postura más flexible y centrada en los procesos mentales del alumno, no solo en la eficiencia de los cálculos.

Casos negativos o discordantes

La búsqueda y análisis de casos negativos o discordantes ha sido uno de los procedimientos analíticos más potentes dentro de la Teoría Fundamentada (Strauss y Corbin, 2002). Los autores sugieren “que métodos como la triangulación, el análisis de casos negativos y la verificación de hipótesis rivales son maneras de juzgar el rigor y la idoneidad de un proyecto de investigación” (p. 291). Estos casos no invalidan la teoría emergente; por el contrario, la dotan de rigor, densidad y variación máxima. Al contrastar las discrepancias entre el discurso del docente (lo que dice hacer), la vivencia del estudiante (lo que siente y procesa) y las notas de campo (lo que como investigador realmente se observa), se develó que la mediación tecnológica no es un proceso lineal ni infalible.

A partir del microanálisis exclusivo de las transcripciones y guías de observación de los 16 instrumentos aplicados, emergen tres casos negativos fundamentales que enriquecen la teoría sustantiva sobre cómo las TAC median la estructura cognitiva (Ausubel) frente al pensamiento aleatorio.

Caso negativo 1: La paradoja del dominio conceptual y la dependencia tecnológica (I.E. Simón Álvarez - SIMA)

Este caso devela una profunda fractura entre la percepción docente sobre la “barrera matemática” del estudiante, la autonomía cognitiva del aprendiz y la realidad empírica del aula observada.

- **Lo que dice el Docente (A):** DOC_2_SIMA justifica la falta de Aprendizaje Significativo argumentando graves deficiencias de entrada en los alumnos: *“esa barrera matemática en la fundamentación de las operaciones básicas... se les vuelve una barrera a la hora de abordar temas estadísticos”*. Afirma que llevarlos al aula de informática a usar Excel no genera comprensión profunda, sino un accionar instrumental: *“lo hacen un poco más bien*

como mecánicamente... no siento que he logrado ayudarme con esto para que lo entienda mejor”.

- **Lo que siente el Estudiante (B):** Lejos de operar mecánicamente, EST_2_SIMA demuestra altos niveles de metacognición y usa las TAC (Inteligencia Artificial y YouTube) en casa para subsanar los vacíos que la clase no cubre. Siente que la tecnología sí es un mediador cognitivo esencial: *“La tecnología ayuda a resolver más rápido y a profundizar en temas que no entendemos... me motiva porque hace las clases más dinámicas y me da confianza”.*
- **Lo que observa el Investigador (C):** La guía de observación desmiente la narrativa del docente. El investigador documenta que el desinterés de los alumnos (solo 4 de 12 activos) no nace de una barrera matemática inherente, sino de la falta de preparación y mediación del propio educador, quien paradójicamente depende de la tecnología para suplir sus propios vacíos conceptuales: *“el docente por ser del área técnica no maneja muy bien los conceptos matemáticos... se apoya mucho en consultar las respuestas en una inteligencia artificial de su celular. Me parece que debe prepararse un poco más”.* Además, *“promueve mucho el uso de calculadora y celular, hasta incluso el mismo docente utiliza la calculadora para operaciones elementales”.*

Aporte a la Teoría Sustantiva.

Este caso negativo demuestra que cuando el docente carece de anclajes conceptuales sólidos, la TAC deja de ser un *organizador previo* ausubeliano para el estudiante y se convierte en una “muleta cognitiva” para el profesor. La falta de interés del alumno no es causal, es consecuencial a la falta de transposición didáctica genuina.

Caso negativo 2: El choque epistémico entre el “Facilismo” y la Motivación intrínseca (I.E. Policarpa Salavarrieta - IPSA)

Aunque para esta institución no se cuenta con guía de observación de aula, el contraste discursivo entre el docente y el estudiante representa el caso negativo más radical respecto a los factores actitudinales frente a la Estadística.

- **Lo que dice el Docente (A):** DOC_4_IPSA asume una postura de desesperanza aprendida frente a su praxis. Afirma que los estudiantes sienten total apatía hacia la estadística: *“poco interés tienen por el conocimiento, por la estadística, no les interesa mucho a veces realizar esta clase de ejercicios, lo ven como superfluo”*. Para él, el uso de las TAC fomenta el engaño y la ley del menor esfuerzo: *“estudiantes ahorita les interesa lo de las TIC por el facilismo... todo quieren rápido, sencillo, fácil”*.
- **Lo que siente el Estudiante (B):** La vivencia de EST_4_IPSA destruye por completo el diagnóstico de su profesor. Siente una altísima motivación intrínseca por la estadística y la valora para su proyecto de vida. Siente que la TAC no es para “copiar”, sino para generar asimilación sustantiva: *“a mí la matemática en general, incluyendo estadística obviamente, me parece una de las mejores áreas... la verdad me desestreso”*. Respecto al “facilismo” tecnológico, el estudiante argumenta metacognitivamente: *“si llegamos y le tomamos foto a un taller y lo hacemos así, lo copiamos se puede decir, a la hora de la evaluación no vamos a saber qué hacer. El chiste es entender”*.

Aporte a la Teoría Sustantiva.

Este caso negativo revela que la “apatía” reportada a menudo por los docentes puede ser una falsa externalización de su propia frustración didáctica. Demuestra que el estudiante actual posee criterios éticos y cognitivos sobre el uso de la IA (el chiste es entender). La mediación TAC, incluso cuando el docente es pasivo, interactúa directamente con la estructura cognitiva del estudiante que busca aprender de forma autónoma.

Caso negativo 3: La TAC esporádica como disruptor cognitivo y el mito de la infraestructura (I.E. El Motilón - MOT)

Este caso fractura el supuesto de que “cualquier uso de tecnología es intrínsecamente beneficioso”, demostrando que la falta de planeación convierte a la TAC en un obstáculo.

- **Lo que dice el Docente (A):** DOC_1_MOT justifica su enseñanza basada en papel argumentando que *“en esta institución no tenemos recursos digitales, no tenemos televisores, no tenemos espacios adecuados”*. Afirma que con sus guías impresas logró abandonar el modelo tradicional: *“la clase se centraba mucho en la explicación que yo*

daba... uno tiene que volver otra vez a recordar que las personas tienen diferentes niveles de desarrollo”.

- **Lo que siente el Estudiante (B):** EST_1_MOT revela que el uso esporádico de la tecnología, lejos de ser un andamiaje, genera disonancia cognitiva. Cuando el docente intentó usar Excel abruptamente, destruyó los esquemas previos del alumno: *“usar la tecnología por ratos es contradictorio y puede no ayudar a entender las cosas... Excel es muy diferente para hacer todo eso de la estadística, tiene muchas fórmulas y eso lo confunde a uno”.*
- **Lo que observa el Investigador (C):** El microanálisis de campo desmiente dos elementos del discurso docente. Primero, la clase la clase tiene un corte tradicional: *“La clase es prácticamente magistral con la bondad de las guías”.* Segundo, la falta de infraestructura es una barrera autoimpuesta, no absoluta: *“considero que si es posible implementar más recursos tecnológicos para la enseñanza en esta institución, prueba de ello es que los estudiantes de primaria de este colegio utilizan activamente los computadores”.*

Aporte a la Teoría Sustantiva.

Para la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel), el material debe ser lógicamente significativo. Este caso negativo fundamenta que introducir una TAC (como Excel) de forma asilada, sin una integración ecosistémica progresiva, rompe los puentes cognitivos. La TAC pasa de ser un “organizador previo” a ser un elemento arbitrario que genera frustración. Asimismo, devela que el “contexto rural sin recursos” a veces opera como una justificación discursiva del docente para no reconfigurar su praxis, más que como una barrera material infranqueable.

En suma, la integración de estos casos negativos a lo explicitado en la codificación axial con condiciones causales, contexto, estrategias y consecuencias permite elevar el nivel doctoral de la investigación. Demuestran que la Categoría Central (*La Reconfiguración de la Praxis Pedagógica para la Transposición del Pensamiento Aleatorio Mediante Ecosistemas TAC*) tiene límites y variaciones: la simple presencia de tecnología o la mera intención docente no garantizan el Aprendizaje Significativo. Si la TAC se usa para enmascarar deficiencias docentes (SIMA), se subestima la autonomía del estudiante (IPSA) o se aplica de manera aislada y contradictoria

(MOT), la tecnología pierde su cualidad de puente cognitivo y refuerza el aprendizaje mecánico y la apatía escolar.

Reflexiones onto-epistemológicas sobre los Resultados

Siguiendo las exigencias en la construcción de una teoría sustantiva, la interpretación de los resultados debe trascender la descripción de hechos para situarse en los planos del conocimiento.

Plano Ontológico: La realidad del aula rural

La realidad observada es una de carencia material, pero de riqueza humana. El aprendizaje del pensamiento aleatorio ocurre en un espacio donde la incertidumbre no es solo un concepto matemático, sino una condición de vida (clima, precios agrícolas). Los estudiantes y docentes co-construyen un saber que les permite navegar esta incertidumbre mediante herramientas lógicas y tecnológicas adaptadas.

Plano Epistemológico: La construcción del saber aleatorio

El conocimiento emerge de la interacción intersubjetiva mediada por las TAC. No es un saber estático que el docente deposita, sino una construcción que se valida en la práctica (en la finca, en el mercado). El uso de la tecnología (guías, Excel, IA) actúa como el andamiaje que permite al estudiante alcanzar niveles de abstracción que sin apoyo serían inalcanzables debido a sus vacíos previos en matemáticas.

Plano Axiológico: Los valores en la enseñanza de la estadística

La práctica pedagógica en estas instituciones está impregnada de valores como el respeto, la humildad del docente frente al aprendizaje continuo y la valoración del esfuerzo. El uso de TAC en contextos rurales es, en sí mismo, un acto de justicia educativa que busca equiparar las oportunidades de los estudiantes del campo con los de la ciudad.

Derivaciones concluyentes del análisis

El procesamiento e interpretación de la información permite llegar a las siguientes derivaciones que sustentarán la propuesta teórica de esta investigación:

1. La TAC como catalizador de la motivación: El uso de recursos tecnológicos, incluso en sus formas más básicas de adaptación (guías digitales impresas), eleva el estatus de la clase ante el estudiante, generando una mayor disposición al trabajo y una percepción de aprendizaje “serio” y actualizado.

2. La importancia de la contextualización radical: La enseñanza de la estadística en la educación media colombiana alcanza su significatividad máxima cuando se aleja de los ejemplos de libros extranjeros y se ancla en los ciclos productivos y la economía doméstica de la ruralidad.

3. La tecnología como alivio del cálculo mecánico: Las TAC permiten que el estudiante se centre en la interpretación de los datos y en el análisis crítico, delegando la carga operativa a las herramientas digitales, lo cual es vital para superar las barreras de aprendizaje en matemáticas básicas.

4. La necesidad de una formación docente integral: No basta con el dominio técnico de las herramientas (perfil ingeniero); se requiere una formación en didáctica de la probabilidad que permita al docente diagnosticar y superar los vacíos conceptuales de los estudiantes mediante mediaciones efectivas.

5. El aula como espacio de transición: La integración de las TAC es un proceso gradual. Los estudiantes valoran la tecnología, pero exigen que no sustituya la explicación detallada y el acompañamiento humano del docente en la pizarra.

El análisis realizado en este capítulo, apoyado en la Teoría Fundamentada y enriquecido por la triangulación de fuentes, ofrece una visión profunda y matizada de cómo se está construyendo el pensamiento aleatorio en las instituciones educativas del suroccidente colombiano. Los hallazgos subrayan que la mediación de las TAC, cuando se alinea con el contexto y la pedagogía, tiene el potencial de transformar la enseñanza de las matemáticas y preparar a los estudiantes para enfrentar los retos de una sociedad cada vez más impulsada por los datos.

Para alcanzar la saturación teórica según la metodología de Strauss y Corbin, y con base en las diferencias metodológicas entre los docentes según su contexto, a continuación, se detallan los temas que requieren mayor profundidad, seguidos de un análisis comparativo de las acciones docentes.

Saturación teórica

La saturación teórica se logró cuando la recolección de nuevos datos ya no aportó información adicional o propiedades nuevas a las categorías establecidas. Tras analizar los instrumentos aplicados, fue conveniente realizar un muestreo teórico enfocado en profundizar los siguientes vacíos conceptuales para consolidar la categoría central:

- **El uso autónomo de las TAC (Inteligencia Artificial y YouTube) fuera del aula:** Las entrevistas a los estudiantes revelaron que, ante las dificultades, recurren de manera autónoma a tutoriales de YouTube y herramientas de inteligencia artificial (como ChatGPT) en sus hogares. Se hizo necesario profundizar en cómo esta “mediación tecnológica en casa” interactúa o choca con la mediación pedagógica formal del docente en el aula y cómo afecta la dependencia cognitiva del estudiante frente a la tecnología.
- **La polarización actitudinal (Motivación vs. Facilismo/Apatía):** Existe una divergencia clara en las *consecuencias* del uso de las TAC. Mientras en instituciones como la I.E. Simón Bolívar las TAC generan alta motivación, competitividad sana y autonomía, en la I.E. IPSA el docente reporta que la tecnología fomenta el “facilismo” e “inmediatez” (estudiantes que solo buscan respuestas rápidas sin análisis) y apatía. Se investigó qué características específicas de la estrategia pedagógica determinan que la TAC actúe como un motivador profundo en lugar de un atajo cognitivo.
- **El impacto de las barreras institucionales y temporales:** Varios instrumentos evidenciaron que el tiempo asignado a la estadística es mínimo (una hora semanal) y que los equipos informáticos suelen estar obsoletos o con virus. Se requirió profundizar en cómo estas *condiciones macro y micro* moldean estructuralmente las decisiones didácticas del docente y limitan la efectividad de las TAC como organizadores previos.
- **La influencia del trabajo colaborativo mediado por TAC:** Los estudiantes destacaron que el uso de test interactivos y la resolución de dudas a través de la tecnología funciona mejor cuando se hace en grupos. Profundizar en las dinámicas de interacción entre pares cuando están frente a una pantalla ayudó a fundamentar cómo la tecnología no solo media el contenido, sino también el entorno social del aprendizaje.

Una vez alcanzada la saturación teórica a través del riguroso análisis comparativo inter-casos, los hallazgos develados y codificados selectivamente (ver Anexo A-3) en el presente capítulo convergen ahora hacia la consolidación de la categoría central de este estudio: la Mediación Cognitiva Ecosistémica. De este modo, los postulados relacionales y las dinámicas de andamiaje aquí fundamentadas constituyen el cimiento epistemológico sobre el cual se erige, sistematiza y presenta formalmente en el Capítulo V, la Teoría Sustantiva Emergente orientada al Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio.

CAPÍTULO V

ELEMENTOS TEÓRICOS: TEORÍA SUSTANTIVA EMERGENTE

El presente capítulo constituye la culminación del proceso investigativo y el aporte original de esta tesis doctoral al conocimiento científico en el campo de la educación matemática. Como producto final del análisis selectivo desarrollado en el Capítulo IV, se presentan aquí los Elementos Teóricos que configuran la Teoría Sustantiva Emergente sobre el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en la educación media colombiana. Corbin y Strauss (2002) definen la teoría sustantiva como el conjunto de categorías bien construidas, interrelacionadas sistemáticamente mediante enunciados que indican relaciones, para formar un marco teórico que explica algún fenómeno en un área específica de la realidad social. Es precisamente en esos términos que se comprende y se presenta el producto de esta investigación.

La teoría que aquí se formaliza es de naturaleza sustantiva, no formal: su alcance es el dominio empírico específico del aprendizaje del pensamiento aleatorio mediado por TAC en la educación media de Samaniego, Nariño, aunque su potencial de transferencia a contextos similares del territorio colombiano e iberoamericano es reconocido y explicitado en las secciones finales del capítulo. Su construcción no fue deductiva (no se partió de teorías consolidadas para verificarlas con datos) sino más bien inductiva y comparativa: emergió del microanálisis sistemático de los datos de campo, se enriqueció con el contraste entre casos positivos y negativos, y fue confirmada mediante la saturación teórica documentada en los memorandos analíticos del Anexo A-4. En este sentido, la teoría que aquí se presenta es, en palabras de los propios Corbin y Strauss (2002), una teoría que vive en los datos.

El capítulo se organiza en siete (07) apartados articulados. Los primeros dos desarrollan la fundamentación epistemológica de la teoría y la categoría central que la vertebra. Los apartados tercero y cuarto presentan la línea de historia integradora y los seis postulados formales de la teoría sustantiva, cada uno fundamentado en los datos empíricos del Capítulo IV y en diálogo explícito con el marco teórico del Capítulo II. El quinto apartado presenta la representación gráfica del

modelo teórico. El sexto desarrolla los criterios de rigor con los que se evalúa la calidad de la teoría. El séptimo y último apartado presenta la síntesis de los elementos teóricos como cuadro integrador, seguido de las implicaciones para la praxis pedagógica.

1. Fundamentación Epistemológica y Alcance de la Teoría

Como sección de apertura, se explica la naturaleza de esta construcción teórica. Según Glaser y Strauss, una teoría sustantiva es aquella que se desarrolla a partir de un área de investigación empírica particular y específica. De manera que, esta propuesta no es una teoría formal o una gran teoría universal, sino un constructo teórico delimitado que contiene elementos que explican cómo ocurre el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio mediado por las TAC en la educación media colombiana, desde una postura interpretativo-constructivista y la lógica inductiva del método, anclada en la teoría de David Ausubel, donde la teoría emergió de abajo hacia arriba, desde los datos hacia la conceptualización.

La teoría sustantiva reconoce al conocimiento como una elaboración intersubjetiva, situada y provisional. Esta postura, coherente con el paradigma declarado en el Capítulo III, tiene consecuencias directas para la comprensión del tipo de conocimiento que aquí se produce: no se trata de verdades universales ni de leyes causales determinísticas, sino de comprensiones teóricas fundamentadas que iluminan la realidad pedagógica del aprendizaje estadístico en contextos específicos y que pueden orientar (con las debidas adaptaciones contextuales) la práctica de otros docentes en situaciones análogas.

Desde el horizonte de la Teoría Fundamentada, Corbin y Strauss (2002) quienes establecen una distinción fundamental entre la teoría sustantiva y la teoría formal. La primera (que es la que aquí se produce) se desarrolla para un área empírica específica y se construye desde los datos de esa área sin pretender una generalidad ilimitada. Su valor no reside en la universalidad de sus afirmaciones, sino en la profundidad y la pertinencia de su comprensión de un fenómeno real. La segunda (la teoría formal) tiene un alcance conceptual más amplio y se construye mediante la comparación de múltiples áreas sustantivas. La teoría que aquí se presenta es explícitamente sustantiva, y esta delimitación no es una debilidad sino una característica epistemológicamente coherente y metodológicamente honesta.

Desde la perspectiva de Vasilachis de Gialdino (2006), la producción de teoría sustantiva en investigación educativa latinoamericana tiene una dimensión política y ética que va más allá de la dimensión académica: genera conocimiento desde las propias realidades locales, con las voces de los propios actores educativos, y para el beneficio de las propias comunidades que fueron objeto de la investigación. La teoría sustantiva emergente de esta investigación nació en las aulas de Samaniego, con las palabras de sus docentes y estudiantes, y aspira a regresar a esas mismas aulas en forma de orientaciones teóricas que enriquezcan la práctica pedagógica cotidiana.

Cabe señalar que el diálogo entre los datos empíricos y las teorías de entrada Ausubel (1980), Vygotsky (1979), Jonassen (2000), Bachelard (2000), Polya (1965), Bloom (1968), Ebbinghaus (1885) y Adell y Castañeda (2012), no ha sido un proceso de verificación sino de enriquecimiento mutuo. Los datos no confirman ni refutan estas teorías; en cambio, las convocan, las articulan y las resignifican en función de las condiciones específicas del fenómeno estudiado. Es en este sentido que se habla de teorías de entrada o marcos sensibilizadores: no determinan los hallazgos, sino que amplían la capacidad del investigador para nombrarlos y comprenderlos con la profundidad que exige el nivel doctoral.

2. Presentación de la Categoría Central

En investigación, la meta es la construcción de teoría, por lo que los hallazgos deben ser presentados como un conjunto de conceptos interrelacionados y no como una simple lista de temas aislados. Por ello, formalmente se presenta la Categoría Central: “*La Reconfiguración de la Praxis Pedagógica para la Transposición del Pensamiento Aleatorio Mediante Ecosistemas TAC*” ya que posee el mayor poder explicativo, apareció frecuentemente en los datos y permitió integrar las variaciones del comportamiento de docentes y estudiantes. El núcleo de su argumento se basa en enunciar explícitamente cómo la TAC trasciende lo instrumental para erigirse como un *organizador previo ausubeliano*, logrando que el estudiante asimile lógicamente el material y transforme su frustración en motivación.

Esta categoría central integra tres dimensiones conceptuales que emergen de los datos de manera consistente y articulada. La primera es la *dimensión cognitiva*: el proceso central que se observa en todos los escenarios analizados no es la transferencia de información estadística, sino la construcción de puentes cognitivos entre el saber formal de la probabilidad y la comprensión

intuitiva del estudiante sobre los fenómenos aleatorios de su entorno. Ausubel (1980) denomina a estos puentes organizadores previos, y la investigación demuestra que las TAC, cuando son integradas pedagógicamente de manera reflexiva, cumplen exactamente esa función en el aprendizaje del pensamiento aleatorio.

La segunda, es la *dimensión ecosistémica* donde el análisis revela que la mediación cognitiva efectiva no es producto de una herramienta tecnológica aislada, sino de configuraciones articuladas de múltiples herramientas (simuladores, hojas de cálculo, herramientas de inteligencia artificial, materiales digitales propios) que se complementan y refuerzan mutuamente en función de propósitos pedagógicos específicos. Adell y Castañeda (2012) propusieron el concepto de *Personal Learning Environment* (PLE) para designar estas configuraciones personalizadas de herramientas digitales al servicio del aprendizaje; la presente investigación extiende y contextualiza este concepto al ámbito de la práctica docente, proponiendo el ecosistema TAC como una configuración pedagógicamente diseñada, que no es espontánea, sino que el docente construye deliberadamente para mediar el aprendizaje de un contenido específico.

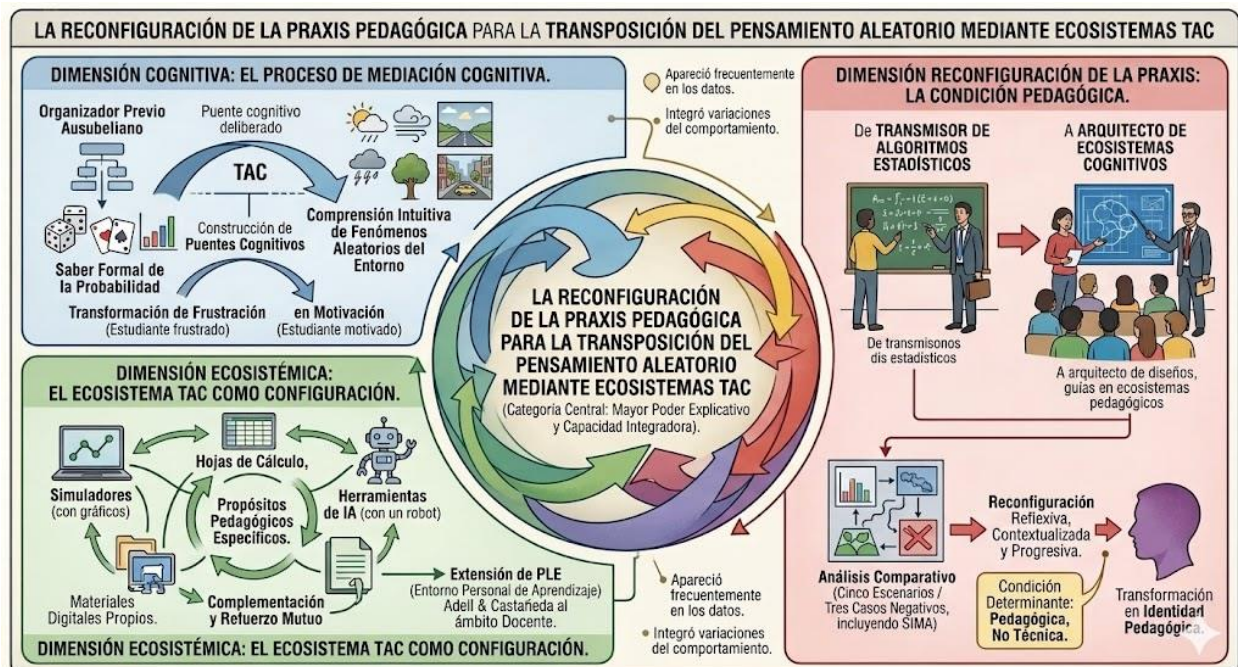
La tercera, es la *dimensión reconfiguración de la praxis* donde el análisis comparativo de los cinco escenarios y los tres casos negativos demuestran que la condición más determinante de la eficacia de la mediación TAC no es técnica sino pedagógica. El docente que logra que las TAC actúen como organizadores cognitivos efectivos no es necesariamente el que mayor dominio tecnológico posee, como cuando el caso negativo SIMA contradice esa hipótesis, sino el que ha reconfigurado su praxis pedagógica para integrar las herramientas tecnológicas de manera reflexiva, contextualizada y progresiva. Esta reconfiguración implica una transformación en la identidad pedagógica del docente: de transmisor de algoritmos estadísticos a arquitecto de ecosistemas cognitivos.

Para ilustrar la convergencia ontológica y la interrelación dialógica de estos tres componentes fundamentales, se presenta la Figura 3. En esta representación gráfica se esquematiza cómo la dimensión cognitiva, la dimensión ecosistémica y la reconfiguración de la praxis no operan de manera fragmentada en el aula, sino que se engranan de forma orgánica y simultánea para dar sustento a la categoría central de esta investigación. A través de este modelo visual, se hace evidente la tríada del aprendizaje significativo en el pensamiento aleatorio: el docente asume su nuevo rol de arquitecto cognitivo (reconfiguración de la praxis) para orquestar y articular pedagógicamente

diversas herramientas digitales (dimensión ecosistémica), con el fin ineludible de erigir auténticos organizadores previos en la estructura mental del estudiante (dimensión cognitiva). Es en la intersección exacta de estas tres dimensiones donde la transposición didáctica del pensamiento aleatorio logra cristalizarse de manera exitosa.

Figura 3.

Tríada del aprendizaje significativo en el pensamiento aleatorio



Nota. Elaboración propia (2026) mediante el modelo de inteligencia artificial Gemini 3 Flash, basada en el diseño original del autor y editada mediante instrucciones de procesamiento de lenguaje natural.

A partir de la configuración visual expuesta, se hace incuestionable que la Categoría Central no constituye un constructo estático, sino una matriz dinámica de interacciones pedagógicas. Al evidenciar cómo la reconfiguración de la praxis docente moviliza la dimensión ecosistémica para anclar los saberes en la dimensión cognitiva del estudiante, las TAC quedan fundamentadas epistemológicamente como auténticos organizadores previos ausubelianos frente al nivel de abstracción del pensamiento aleatorio. Es precisamente la complejidad procesual de esta tríada la que exige ser hilada y articulada discursivamente; tarea analítica y hermenéutica que dota de movimiento a esta categoría y que se desarrolla a continuación mediante la exposición de la línea de historia integradora.

3. La línea de historia integradora: Argumento teórico integrador

La línea de historia es la narrativa analítica que integra todos los componentes de la teoría sustantiva en un relato coherente y de alto nivel de abstracción. Corbin y Strauss (2002) la describen como el núcleo conceptual alrededor del cual se articula la teoría, expresado en lenguaje accesible y con alto poder explicativo. La línea de historia de la presente investigación se construyó a partir del contraste entre los cinco escenarios educativos observados y los tres casos negativos identificados, y se sometió a verificación con algunos de los informantes clave.

En los contextos de educación media del municipio de Samaniego, Nariño, docentes y estudiantes conviven con una tensión pedagógica estructural: el pensamiento aleatorio es reconocido, en el discurso curricular oficial, como un eje formativo de primer orden para la ciudadanía y el acceso a la educación superior; sin embargo, en la práctica cotidiana del aula, es tratado frecuentemente como un apéndice curricular de escasa relevancia, abordado de manera tardía, superficial y desconectada de las realidades productivas y culturales del estudiantado. Esta tensión no es producto de la negligencia de los docentes, sino de una confluencia de condiciones estructurales: vacíos en la formación docente especializada en didáctica de la estadística, brechas cognitivas acumuladas en los estudiantes que dificultan el acceso a los conceptos formales, y una historia pedagógica que ha privilegiado el procedimiento algorítmico sobre la comprensión conceptual.

En este escenario de tensión estructural, la incorporación de las TAC introduce una variable de complejidad adicional cuyas consecuencias no son predecibles *a priori*. En los escenarios donde los docentes han reconfigurado su praxis pedagógica para integrar las herramientas tecnológicas de manera ecosistémica, reflexiva y contextualizada, las TAC actúan como organizadores previos ausubelianos: generan representaciones visuales y dinámicas de los conceptos abstractos del pensamiento aleatorio como pueden ser distribuciones de probabilidad, aleatoriedad, variabilidad, tendencia central, que el lenguaje simbólico-algebraico no puede producir con la misma eficacia. Al hacer visibles los conceptos, las TAC reducen la carga cognitiva procedimental del cálculo mecánico, en los términos de Sweller (1988), liberando recursos cognitivos para el análisis interpretativo y la comprensión conceptual. La consecuencia observable es la transformación de la apatía inicial hacia la estadística en motivación intrínseca, y del aprendizaje mecánico de fórmulas en aprendizaje significativo con capacidad de transferencia al entorno cotidiano del estudiante.

Sin embargo, cuando la integración tecnológica se produce sin reconfiguración de la praxis que es cuando el docente añade herramientas a su repertorio sin transformar su modelo pedagógico de fondo, las TAC no producen esta transformación. En el peor de los casos, como demuestra el caso negativo SIMA, pueden agravar la brecha cognitiva al añadir una capa adicional de complejidad técnica que el estudiante debe gestionar simultáneamente con la complejidad conceptual del contenido estadístico. En el caso de la integración esporádica (caso negativo IPSA) producen disonancia cognitiva y frustración, al interrumpir los procesos de andamiaje precisamente cuando estos están generando comprensión incipiente. Y en el caso de la dependencia del andamiaje, como es el caso negativo MOT-negativo, pueden enmascarar déficits de comprensión autónoma que solo se revelan cuando las herramientas no están disponibles.

La teoría sustantiva emergente propone que la condición que determina cuál de estos escenarios se produce es la calidad de la mediación cognitiva ecosistémica del docente: su capacidad para construir un ecosistema TAC pedagógicamente articulado, para realizar la transposición didáctica que adapta la complejidad de las herramientas y los conceptos al nivel de comprensión de sus estudiantes, para contextualizar los contenidos estadísticos en las realidades socioculturales del entorno, para garantizar la continuidad y progresividad de la integración tecnológica, y para facilitar la transición del pensamiento estadístico mediado tecnológicamente al pensamiento estadístico autónomo. Esta comprensión se formaliza en los seis postulados que se presentan a continuación.

4. Postulados formales de la Teoría Sustantiva

Esta es la sección más profunda ya que enuncia los “elementos teóricos” que orientan el aprendizaje, tal como lo exige el propósito general. Estos postulados son los enunciados de relación o hipótesis teóricas fundamentadas en Ausubel que constituyen el núcleo formal de la teoría sustantiva. Cada postulado expresa una relación entre dos o más conceptos o categorías, fundamentada en los datos empíricos del Capítulo IV y en diálogo con las teorías de entrada del Capítulo II. Su formulación sigue el criterio de Corbin y Strauss (2002) como afirmaciones relacionales y no simples descripciones, están ancladas en evidencia empírica específica, y tienen capacidad explicativa sobre el fenómeno en su conjunto, incluyendo sus variaciones negativas y se han organizado en la Tabla 9.

Tabla 9.
Postulados de la Teoría Sustantiva

POSTULADO I — Las TAC como organizadores previos dinámicos Cuando el docente de educación media integra las TAC de manera ecosistémica y pedagógicamente intencional, estas actúan como organizadores previos ausubelianos que facilitan el anclaje del nuevo conocimiento estadístico en la estructura cognitiva del estudiante. La representación visual y dinámica de conceptos abstractos (distribuciones de probabilidad, aleatoriedad, variabilidad) genera el puente cognitivo que el lenguaje simbólico-algebraico no puede construir con la misma eficacia. La condición de eficacia es que el recurso tecnológico sea progresivo, pedagógicamente mediado y articulado con los conocimientos previos del estudiante mediante una transposición didáctica reflexiva. Fundamento teórico: Ausubel et al. (1983): <i>aprendizaje significativo y organizadores previos</i>. Jonassen (2000): <i>TAC como herramientas cognitivas (Mindtools)</i>. Datos: EST_1_MOT, EST_5_SIMB, DOC_1_MOT (Escenario 1 y Escenario 2).
POSTULADO II — La contextualización radical como motor de motivación intrínseca El aprendizaje del pensamiento aleatorio alcanza su máximo nivel de significatividad cuando los problemas estadísticos se anclan en las realidades socioculturales específicas del estudiante: los ciclos productivos agropecuarios, las variaciones climáticas del entorno, las dinámicas económicas de la comunidad. Esta contextualización no opera como un recurso decorativo de motivación superficial, sino como la condición que activa los subsensores ausubelianos y que transforma la percepción del pensamiento aleatorio de saber abstracto e inútil a herramienta cognitiva pertinente para la comprensión y la acción en el propio entorno. El MEN (2016) reconoce en los DBA la necesidad de contextualizar el aprendizaje de la estadística en situaciones de la realidad; la presente teoría fundamenta el mecanismo cognitivo mediante el cual esa contextualización produce transformación motivacional. Fundamento teórico: Ausubel (1980): <i>subsensores y activación de conocimientos previos</i>. MEN (2016): <i>DBA y contextualización</i>. Vygotsky (1979): <i>aprendizaje situado</i>. Datos: EST_6_SIMB, DOC_1_MOT, EST_3_SMP (Escenarios 1 y 5).
POSTULADO III — Reducción de la Carga procedimental y Activación del análisis comprensivo Las TAC reducen la carga cognitiva procedimental asociada al cálculo mecánico en estadística, liberando recursos cognitivos que el estudiante puede orientar hacia el análisis interpretativo y la comprensión conceptual de los resultados. Sin embargo, este desplazamiento solo produce aprendizaje significativo cuando el docente ha establecido previamente el andamiaje conceptual que permite al estudiante evaluar críticamente los resultados producidos por la herramienta, comprender su significado estadístico y transferirlos a nuevas situaciones. En ausencia de este andamiaje, la reducción de la carga procedimental genera dependencia tecnológica y aprendizaje aparente: el estudiante produce respuestas correctas sin haber construido comprensión conceptual autónoma. Este postulado fundamenta teóricamente la distinción entre las TAC como herramientas operativas y las TAC como organizadores cognitivos. Fundamento teórico: Vygotsky (1979): <i>zona de desarrollo próximo y andamiaje</i>. Bachelard (2000): <i>obstáculo epistemológico como barrera a superar</i>. Ebbinghaus (1885): <i>consolidación del conocimiento</i>. Datos: EST_1_MOT, DOC_2_SIMA, Caso negativo MOT-negativo.
POSTULADO IV — El Docente como Arquitecto cognitivo: Condición necesaria de la mediación efectiva La eficacia de las TAC como mediadoras del aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio está condicionada de manera determinante por la calidad de la transposición didáctica del docente. El dominio técnico de las herramientas tecnológicas es condición necesaria pero no suficiente; un docente con alta competencia técnica pero sin reflexividad pedagógica (sin capacidad para adaptar la complejidad de la herramienta al nivel de comprensión del estudiante, para contextualizar los contenidos en la realidad del aprendiz, y para facilitar la transición del pensamiento mediado al pensamiento autónomo) convierte las TAC en instrumentos de demostración experta que amplían la brecha cognitiva en lugar de reducirla. Inversamente, un docente con menor

dominio técnico, pero con alta disposición reflexiva y sensibilidad pedagógica puede construir mediaciones cognitivas efectivas con recursos tecnológicos básicos. El caso negativo SIMA ofrece la evidencia empírica más directa de este postulado.

Fundamento teórico: Vygotsky (1979): *mediación semiótica*. Jonassen (2000): *el docente como diseñador de entornos de aprendizaje mediado*. Adell y Castañeda (2012): *TAC como ecosistemas pedagógicos*. Datos: DOC_1_MOT vs. DOC_2_SIMA (Caso negativo 1 y Escenario 1).

POSTULADO V — La Continuidad y Progresividad del ecosistema TAC como propiedades necesarias

La integración esporádica e incoherente de las TAC en la enseñanza del pensamiento aleatorio no solo produce aprendizaje insuficiente, sino que puede generar efectos contraproducentes: disonancia cognitiva, frustración del aprendiz y refuerzo de la resistencia hacia la estadística. La eficacia de la mediación tecnológica requiere de continuidad (vista como la presencia sistemática de las herramientas a lo largo de la unidad didáctica) y de progresividad (visto como el incremento gradual de la complejidad de las herramientas y de los conceptos que estas representan, en consonancia con el avance de la comprensión del estudiante). Estas dos propiedades son las que permiten que el ecosistema TAC funcione como un sistema de andamiaje cognitivo que se ajusta dinámicamente a la zona de desarrollo próximo del aprendiz. La curva del olvido de Ebbinghaus (1885) ofrece el sustento cognitivo de la necesidad de continuidad: los esquemas de uso de las herramientas y los conceptos estadísticos asociados se consolidan únicamente mediante el repaso sistemático y espaciado.

Fundamento teórico: Ebbinghaus (1885): *curva del olvido y refuerzo sistemático*. Vygotsky (1979): *zona de desarrollo próximo y andamiaje progresivo*. Bloom (1968): *evaluación formativa continua*. Datos: Caso negativo IPSA (Escenario 4).

POSTULADO VI — La colaboración mediada por TAC como amplificador del Aprendizaje Significativo

El aprendizaje colaborativo mediado por TAC genera condiciones cognitivas y motivacionales que amplifican el potencial de la mediación individual. Cuando los estudiantes trabajan colectivamente en la interpretación de datos estadísticos, en la discusión sobre la representatividad de muestras o en la elaboración de argumentos probabilísticos, la heterogeneidad de perspectivas produce conflictos cognitivos productivos (en el sentido piagetiano) que aceleran la reorganización de las estructuras conceptuales. Las TAC, al ofrecer entornos compartidos de trabajo y visualización, hacen perceptibles las coincidencias y diferencias en las interpretaciones del grupo, generando instancias de metacognición colectiva que ningún trabajo individual puede producir. La resolución colaborativa de problemas estadísticos reales (en la tradición de Polya (1965) y Schoenfeld (1985)) mediada por herramientas de análisis de datos es la estrategia que mejor articula los principios de este postulado.

Fundamento teórico: Vygotsky (1979): *aprendizaje mediado y zona de desarrollo próximo*. Polya (1965) y Schoenfeld (1985): *resolución de problemas*. Bloom (1968): *evaluación formativa en contexto colaborativo*. Datos: EST_5_SIMB, DOC_3_SMP, DOC_5_SIMB (Escenarios 2 y 5).

Nota. Elaboración propia (2026) a partir de los fundamentos teóricos indicados.

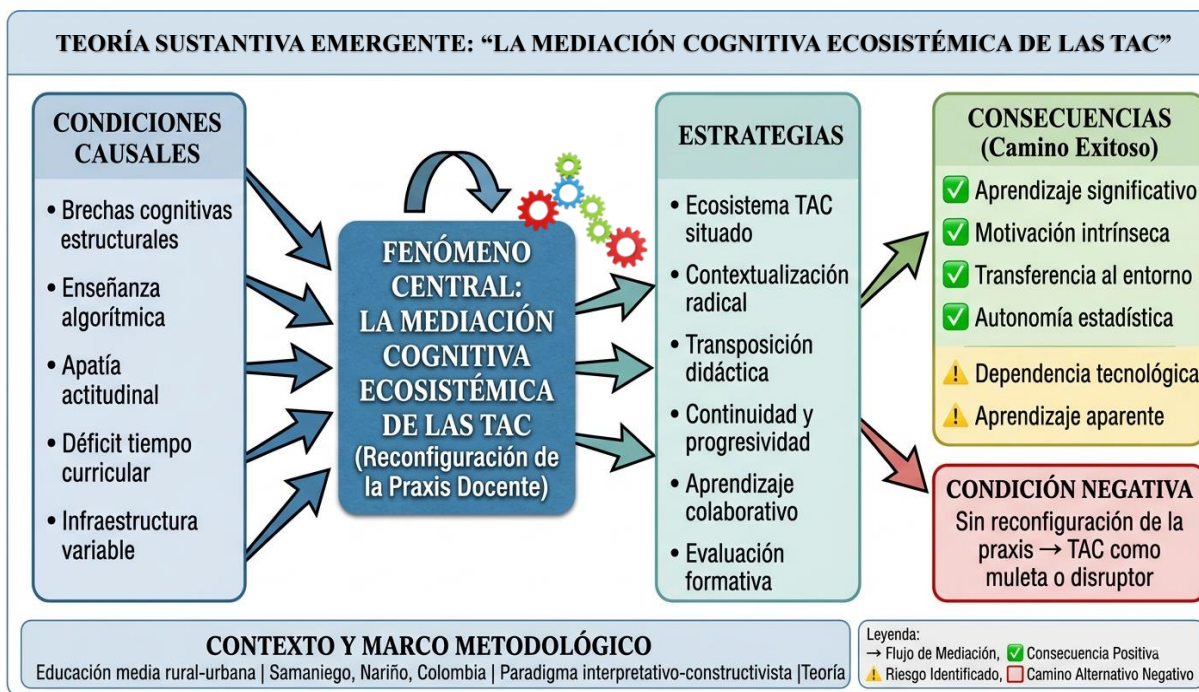
5. Representación gráfica de la Teoría Sustantiva

Strauss y Corbin enfatizan que hacer diagramas es un recurso inmensamente importante para presentar el análisis. Por ello se ofrece la Figura 4, que a través de un diagrama conceptual muestra visualmente cómo interactúan las Condiciones (vacíos cognitivos, falta de tiempo), las Acciones/Interacciones (ecosistemas TAC, mediación didáctica) y las Consecuencias (Aprendizaje Significativo, empoderamiento cognitivo) en torno a la categoría central. El diagrama integra la estructura con el proceso de la Reconfiguración de la Praxis Pedagógica Docente para la

Transposición Significativa del Pensamiento Aleatorio mediante Ecosistemas TAC en Contextos de Educación Media.

Figura 4.

Teoría Sustantiva Emergente: “La mediación cognitiva ecosistémica de las TAC”



Nota. Las flechas del modelo discurren de izquierda a derecha: las condiciones causales activan el fenómeno central de mediación cognitiva, que es gestionado mediante estrategias específicas del docente-arquitecto, produciendo consecuencias diferenciadas según la calidad de la reconfiguración de la praxis. La condición negativa representa el camino alternativo cuando la reconfiguración pedagógica no se produce.

Como puede apreciarse, la representación gráfica del modelo teórico cumple, en la Teoría Fundamentada, una función analítica y comunicativa de primer orden. Corbin y Strauss (2002) la consideran un recurso indispensable para la presentación visual de las relaciones entre categorías y para la verificación de la coherencia interna del modelo. Fue construido desde los datos, revisado progresivamente durante el proceso de codificación axial y selectiva, y validado mediante los memorandos analíticos del Anexo A-4. Su lectura debe hacerse de izquierda a derecha, siguiendo el sentido del proceso de mediación cognitiva.

La imagen de la Figura 4 presenta un modelo visual detallado que ilustra la *Teoría Sustantiva Emergente de la Mediación Cognitiva Ecosistémica de las TAC (Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento)*, centrada en la reconfiguración de la praxis docente en la educación media rural-urbana de Samaniego, Nariño, Colombia. El esquema se estructura como

un flujo lógico que comienza con las *Condiciones Causales*, identificadas como el problema actual (brechas cognitivas, enseñanza algorítmica, apatía, etc.), que actúan como detonantes. Estas barreras, conducen al *Fenómeno Central*, que es el cambio clave: la *Mediación Cognitiva Ecosistémica de las TAC*, proceso que implica que el docente rediseñe integralmente su enfoque y no solo use la tecnología de manera superficial. A partir de este núcleo, y a través de un proceso de *iteración reflexiva* (flechas cíclicas y engranajes), se derivan *Estrategias pedagógicas específicas* (contextualización radical, transposición didáctica, aprendizaje colaborativo, etc.), representadas como herramientas de acción.

La implementación de estas estrategias lleva a *Consecuencias diferenciadas*: un *Camino Exitoso* (icono de Éxito y fondo verde) con resultados positivos como el aprendizaje significativo, motivación intrínseca, transferencia al entorno y autonomía estadística (marcados con ); y también a *Riesgos identificados* (señal de precaución ) como la dependencia tecnológica, el aprendizaje aparente y los riesgos si no se gestionan bien. Finalmente, el modelo establece una *Condición negativa* (señal de alto y fondo rojo) que representa el fracaso: si no se cambia la forma de enseñar, la tecnología se convierte en un estorbo o excusa. Todo el modelo se enmarca en un contexto metodológico específico (educación media rural-urbana, Samaniego, Colombia, paradigma interpretativo-constructivista, teoría fundamentada), detallado en la base de la Figura 4.

6. Evaluación y Criterios de rigor de la Teoría Sustantiva

Para cerrar el capítulo, se explicita que una vez realizada la evaluación y aplicado los criterios de rigor se puede demostrar que esta teoría es científica, cualitativamente hablando. Como se mencionó en el capítulo 3, Strauss y Corbin (2002), abordan una serie de criterios específicos para la evaluación de la teoría generada mediante Teoría Fundamentada, ya que

Una vez que el investigador ha completado la investigación, ¿cómo pueden, él y otros, juzgar el mérito de este trabajo? Ésta es una cuestión que ha suscitado grandes debates entre investigadores cualitativos profesionales (...) Nuestro propósito es construir una teoría válida y fundamentada que hable de los asuntos y preocupaciones de aquéllos a quienes estudiamos. (...) en este capítulo nos dedicamos sólo a plantear los criterios para juzgar los méritos de la investigación que busca construir teoría y, (...) busca evaluar qué tan adecuado es el proceso de investigación y qué tan bien fundamentados sus hallazgos. (p. 287)

por lo que se aplican a continuación de manera explícita y documentada.

Los conceptos de la teoría deben estar derivados de los propios datos y deben reflejar fielmente los fenómenos que emergen del campo, sin ser impuestos desde marcos teóricos externos por lo que en esta investigación, se garantizó mediante tres procedimientos complementarios: el uso sistemático de la codificación *in vivo*, nombrando las categorías con las palabras de los propios informantes cuando fue posible, la verificación iterativa de cada categoría con nuevos datos durante el muestreo teórico, y el procedimiento de mediante el cual los hallazgos provisionales fueron contrastados con algunos informantes clave. El hecho de que los propios docentes y estudiantes de Samaniego reconozcan en la categoría central y en los postulados una descripción fiel de su experiencia pedagógica es la evidencia más directa del ajuste de la teoría.

Corbin y Strauss también señalan que la teoría debe ser inteligible para los actores que vivieron el fenómeno, no solo para los especialistas académicos. La prueba más directa de este criterio es la capacidad de la teoría para ser comunicada a los docentes de Samaniego en términos que resuenen con su práctica cotidiana. Los seis postulados de esta teoría sustantiva han sido formulados evitando deliberadamente la jerga metodológica innecesaria, de manera que puedan ser leídos y apropiados por docentes de matemáticas sin formación doctoral. Esta decisión de escritura no compromete el rigor académico de la teoría, sino que lo enriquece al demostrar que la abstracción teórica alcanzada es genuinamente comprensiva del fenómeno y no una elaboración artificial alejada de la realidad que pretende explicar.

Otro criterio es que la teoría sustantiva debe ser lo suficientemente abstracta como para aplicarse a una variedad de situaciones dentro de su dominio de alcance, sin quedar atrapada en los detalles de idiosincrasia de un caso particular. En esta investigación, la generalidad se construyó mediante el muestreo teórico intencional de casos diversos al considerar cinco instituciones con distintos niveles de integración tecnológica, seis docentes con distintos perfiles pedagógicos, seis estudiantes con distintos desempeños y disposiciones, lo que permitió construir una teoría que da cuenta de la variación del fenómeno, no solo del caso típico o positivo. Los tres casos negativos son, desde esta perspectiva, los que más contribuyen a la generalidad de la teoría: al identificar las condiciones bajo las cuales la mediación TAC no produce aprendizaje significativo, la teoría adquiere capacidad para orientar la práctica docente más allá de los escenarios favorables.

Ya para finalizar, Corbin y Strauss señalan como criterio de evaluación que la teoría debe otorgar a quienes la conocen cierta capacidad de comprensión y acción sobre las condiciones que

afectan el fenómeno. Una teoría que identifica los factores determinantes de la eficacia de la mediación TAC (la reconfiguración de la praxis, la contextualización radical, la continuidad y progresividad del ecosistema tecnológico) y que los hace comprensibles para los docentes, amplía la práctica pedagógica de sus actores educativos. En este sentido, los seis postulados no son afirmaciones abstractas sobre el funcionamiento cognitivo del aprendizaje estadístico, sino orientaciones teóricamente fundamentadas que los docentes pueden utilizar para evaluar y transformar su práctica pedagógica con mayor consciencia y rigor.

Con esto se explica brevemente cómo esta teoría cumple con el ajuste a los datos empíricos, la comprensión sociológica, la generalidad dentro de su contexto sustantivo y el control (cómo las condiciones afectan el fenómeno) y también los casos negativos que se consideró.

7. Síntesis de elementos teóricos e implicaciones para la praxis

La Tabla 10 que se presenta a continuación sintetiza los seis elementos teóricos centrales de la teoría sustantiva emergente, relacionando cada uno con su fundamento empírico en el Capítulo IV, su respaldo en las teorías de entrada del Capítulo II, y sus implicaciones directas para la práctica pedagógica en la enseñanza del pensamiento aleatorio. Este cuadro integrador constituye la síntesis más condensada del aporte teórico de la investigación y puede servir como instrumento de consulta y reflexión para los docentes de las instituciones participantes.

Tabla 10.
Síntesis de elementos teóricos, fundamentos y orientaciones para la Praxis docente

ELEMENTO TEÓRICO / POSTULADO	EVIDENCIA EMPÍRICA (CAP. IV)	TEORÍA DE APOYO	IMPLICACIÓN PARA LA PRAXIS DOCENTE
I. TAC como Organizadores previos dinámicos	EST_1_MOT y EST_5_SIMB: anclaje visual-teórico del concepto de distribución de probabilidad.	Ausubel (1980); Jonassen (2000)	Diseñar secuencias en las que la representación visual del concepto preceda a su formalización simbólica.
II. Contextualización radical como motor de motivación intrínseca	EST_3_SMP: transferencia espontánea del saber estadístico al entorno agropecuario familiar.	Ausubel (1980); MEN DBA (2016); Vygotsky (1979)	Utilizar datos reales del entorno sociocultural del estudiante como punto de partida del aprendizaje estadístico.

ELEMENTO TEÓRICO / POSTULADO	EVIDENCIA EMPÍRICA (CAP. IV)	TEORÍA DE APOYO	IMPLICACIÓN PARA LA PRAXIS DOCENTE
III. Reducción de Carga Procedimental y Activación del análisis comprensivo	Caso negativo: aprendizaje aparente por uso tecnológico sin andamiaje conceptual.	Bachelard (2000); Ebbinghaus (1885); Vygotsky (1979)	Articular el uso de las TAC con momentos explícitos de síntesis conceptual y evaluación formativa de la comprensión.
IV. Docente como Arquitecto cognitivo	DOC_1_MOT vs DOC_2_SIMA: diferencias en transposición didáctica con igual o mayor dominio técnico.	Vygotsky (1979); Jonassen (2000); Adell y Castañeda (2012)	Priorizar la formación en didáctica de la estadística y en transposición didáctica reflexiva sobre la formación puramente técnica.
V. Continuidad y Progresividad del Ecosistema TAC	Caso Negativo IPISA: la integración esporádica genera disonancia y refuerza la resistencia.	Ebbinghaus (1885); Vygotsky (1979); Bloom (1968)	Planificar la integración de las TAC como un ecosistema progresivo a lo largo de toda la unidad didáctica, no como recursos puntuales.
VI. Colaboración Mediada por TAC como amplificador del Aprendizaje Significativo	DOC_5_SIMB y EST_5_SIMB: mayor activación cognitiva y motivacional en situaciones de aprendizaje colaborativo mediado.	Polya (1965); Schoenfeld (1985); Vygotsky (1979); Bloom (1968)	Diseñar actividades de resolución colaborativa de problemas estadísticos reales, con TAC como entornos compartidos de análisis.

Nota. Elaboración propia (2026) a partir de los postulados de la Teoría Sustantiva presentados en la Tabla 9.

Las implicaciones de la teoría sustantiva trascienden el ámbito del aula de matemáticas. En el nivel de la formación docente, la teoría señala que la preparación de los profesores de matemáticas para la enseñanza del pensamiento aleatorio debe superar el modelo de capacitación técnica en herramientas digitales para avanzar hacia el desarrollo de la reflexividad pedagógica y la competencia en transposición didáctica. En el nivel curricular, la teoría fundamenta la necesidad de ampliar el tiempo asignado a los contenidos de pensamiento aleatorio y de diseñar secuencias didácticas que integren las TAC como ecosistemas progresivos, no como recursos ilustrativos ocasionales. En el nivel institucional, la teoría señala que la dotación de infraestructura tecnológica sin acompañamiento pedagógico sistemático no produce mejoras en el aprendizaje estadístico: la variable determinante es la calidad de la mediación cognitiva del docente, que requiere formación especializada, tiempo de planificación y espacios de reflexión colaborativa entre pares.

Esta teoría sustantiva propone que, en entornos de incertidumbre social y material, el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio emerge cuando el docente logra sincronizar tres

dimensiones: 1) Dimensión situada donde el uso del entorno agropecuario no como ejemplo, sino como objeto de estudio, 2) Dimensión instrumental donde el empleo de TAC como prótesis cognitiva para superar la debilidad en el cálculo básico y 3) Dimensión dialógica para una relación intersubjetiva docente-estudiante basada en el respeto por el error y la construcción colaborativa del saber. Así, esta aproximación teórica constituye un aporte al conocimiento científico desde la realidad colombiana, demostrando que la innovación educativa es posible a través de la inteligencia pedagógica y la adaptación estratégica de los recursos disponibles.

Con esta perspectiva de la investigación educativa, la teoría sustantiva emergente abre múltiples líneas de indagación futura. En particular, plantea la necesidad de investigar las condiciones de formación docente que favorecen el desarrollo de la capacidad de mediación cognitiva ecosistémica; las diferencias en los patrones de mediación entre contextos rurales y urbanos dentro del mismo municipio; y la transferibilidad de los postulados de la teoría a otros contenidos matemáticos como geometría, álgebra o cálculo, en los que la tensión entre el pensamiento formal y la comprensión intuitiva es igualmente relevante. Estas líneas de investigación futura son, en sí mismas, una consecuencia de la calidad y la profundidad de la teoría sustantiva que aquí se presenta.

A modo de corolario, la Teoría Sustantiva Emergente aquí fundamentada sistematiza y dota de sentido a la profunda realidad intersubjetiva que subyace en la enseñanza del pensamiento aleatorio en la educación media colombiana. Al demostrar rigurosamente cómo la reconfiguración de la praxis pedagógica transforma a los ecosistemas TAC en mediadores directos de la estructura cognitiva, la investigación logra trascender la visión puramente instrumental de la tecnología. Con la formalización de estos seis postulados relacionales y sus respectivas implicaciones para la acción didáctica, el propósito generativo de este estudio alcanza su plena madurez teórica (Strauss y Corbin, 2002), sentando las bases analíticas ineludibles para adentrarse en el Capítulo VI, espacio donde este nuevo constructo entrará en diálogo crítico con la literatura existente y decantará en las conclusiones definitivas de la investigación.

CAPÍTULO VI

DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente capítulo cierra el ciclo investigativo articulando tres momentos que, en la lógica de la Teoría Fundamentada, no son meramente formales sino constitutivos del proceso de construcción teórica: la discusión de los hallazgos en diálogo con la literatura especializada, la formulación de las conclusiones como condensación del aporte teórico de la investigación, y las recomendaciones como traducción de ese aporte en orientaciones prácticas para los distintos actores del sistema educativo. Es desde esta perspectiva que se comprenden las tres secciones de este capítulo.

Discusiones

La estructura del Capítulo V, que fue dedicado a la presentación del producto final del análisis selectivo, presentó los Elementos Teóricos de la investigación. Se contrastaron los hallazgos con el marco referencial y se formalizó la teoría sustantiva emergente, aportando recomendaciones estratégicas para transformar la praxis pedagógica en el área del pensamiento aleatorio. Todo ello representó la concreción de esta investigación doctoral y fue donde se aplicó al máximo, el nivel de abstracción, ya que el propósito fundamental de la Teoría Fundamentada es generar teoría a partir de los datos mediante una investigación social, y no es solo limitarse a la descripción de estos.

En el libro *Bases de la investigación cualitativa* de Juliet Corbin y Anselm Strauss se retomó la definición formal de la Teoría Fundamentada (TF) señalada como una “teoría derivada de datos recopilados de manera sistemática y analizados por medio de un proceso de investigación” (Corbin y Strauss, 2002, p. 21) proceso que ha sido desarrollado ya, en el capítulo anterior y fue develado en forma de Teoría. Se pudo comprender lo que explican los autores, en relación con este método la recolección de datos, el análisis y la teoría resultante mantienen una relación estrecha entre sí, por lo que la definición de Teoría en la TF, no es solo una descripción, sino un “conjunto de categorías bien construidas (temas y conceptos) interrelacionadas de manera sistemática por medio

de oraciones que indican relaciones, para formar un marco teórico que explica algún fenómeno” (Corbin y Strauss, 2002, p. 33). Estas oraciones relacionales explicaron el quién, qué, cuándo, dónde, por qué y cómo de los acontecimientos, permitiendo no solo comprender, sino también predecir y proporcionar fundamentos y orientaciones como guías con implicación para la acción docente.

El carácter emergente, a diferencia de otros métodos, mantuvo en alerta al investigador de no comenzar con una teoría preconcebida ni comprobando una hipótesis, sino que inició con un área de estudio y permitió que la teoría emerja a partir de los datos. Los autores precitados subrayan que una teoría fundamentada en la realidad empírica es más útil y verosímil que una basada simplemente en la especulación e identifican tres componentes esenciales del método, que constituyen la práctica de la TF: 1) Los datos que provienen de diversas fuentes como entrevistas, observaciones, documentos o registros, 2) Los procedimientos, que incluyen el proceso de codificación (conceptualizar, reducir, elaborar y relacionar datos), el muestreo teórico, la escritura de memorandos y el uso de diagramas y, 3) Los informes, como producto final presentado en artículos, libros o charlas, presentándose así, como un método que es simultáneamente “arte y ciencia”, donde la creatividad del investigador se equilibra con el rigor de los procedimientos sistemáticos para transformar datos brutos en esquemas explicativos innovadores.

En este sentido, habiendo realizado todo ello, la TF busca en este punto integrar la estructura (las condiciones en las que se sitúa un fenómeno) con el proceso (las secuencias de acción e interacción que evolucionan en el tiempo). Los autores Corbin y Strauss (2002) utilizan el “paradigma” como un esquema organizativo para ayudar a los analistas a conectar sistemáticamente estas condiciones, acciones y sus consecuencias de las cuales se rescatan principalmente las siguientes:

Las TAC como organizadores previos: Convergencias y matices con la Literatura

El primer y más robusto hallazgo de esta investigación es que las TAC, cuando son integradas pedagógicamente de manera ecosistémica, actúan como organizadores previos que facilitan el anclaje del conocimiento estadístico en la estructura cognitiva del estudiante, converge con los planteamientos fundacionales de Ausubel et al. (1983) y con los desarrollos de Jonassen (2000) sobre las tecnologías como herramientas cognitivas. Sin embargo, la presente investigación

aporta una especificación que la literatura general no había desarrollado con suficiente precisión para el contexto latinoamericano: la distinción entre las TAC como herramientas operativas (que automatizan cálculos y agilizan procedimientos sin transformar la comprensión conceptual) y las TAC como organizadores cognitivos (que representan visualmente los conceptos abstractos del pensamiento aleatorio y generan los puentes cognitivos que la formalización simbólica no puede construir con la misma eficacia).

Esta distinción no aparece explícitamente en Ausubel (1980), quien formula su teoría en el contexto de los materiales instruccionales escritos; tampoco en Jonassen (2000), cuyo foco es el diseño de ambientes de aprendizaje con tecnología en términos generales. La presente investigación la construyó desde los datos, especialmente desde el contraste entre los Escenarios 1 y 3 (MOT y SIMA), y la conecta con el concepto de obstáculo epistemológico de Bachelard (2000): cuando las TAC se limitan a la función operativa sin avanzar hacia la representación conceptual, no superan el obstáculo epistemológico que separa al estudiante del pensamiento estadístico genuino; simplemente lo rodean. Esta precisión teórica constituye uno de los aportes más originales de la investigación a la literatura sobre TAC y aprendizaje matemático.

Los hallazgos de esta investigación dialogan también con los de Venegas (2017), quien documentó la eficacia de los recursos digitales en el aprendizaje de las matemáticas en contexto español, y con los de Amador (2021), quien en Colombia identificó que la integración de las TIC transforma el conocimiento pedagógico del docente. Sin embargo, ambos estudios privilegiaron la perspectiva docente y los resultados académicos. La presente investigación complementa estos hallazgos al acceder a los mecanismos cognitivos intermedios: los procesos mediante los cuales la mediación tecnológica transforma o no, la estructura cognitiva del estudiante, proceso que Vygotsky (1979) conceptualizó como la internalización de los instrumentos semióticos y que en el contexto específico del pensamiento aleatorio mediado por TAC adopta las configuraciones descritas en los seis postulados de la teoría sustantiva.

La Contextualización radical: Confirmación y Extensión

El segundo hallazgo central ha sido que, la contextualización de los contenidos estadísticos en las realidades socioculturales del estudiante es la condición que activa los subsunsores ausubelianos y transforma la motivación hacia el pensamiento aleatorio, converge con los DBA del

MEN (2016), que reconocen la pertinencia de anclar el aprendizaje de la estadística en situaciones de la vida real. Sin embargo, la presente investigación va más allá de esa prescripción curricular al demostrar empíricamente el mecanismo cognitivo que subyace a esa pertinencia: la contextualización no produce aprendizaje significativo por su mera presencia, sino porque activa los conocimientos intuitivos previos del estudiante (las comprensiones informales sobre variabilidad, aleatoriedad y tendencia que ha construido en su experiencia cotidiana agropecuaria) y los convierte en subsunsores sobre los cuales puede anclarse el saber estadístico formal.

Este hallazgo dialoga con la tradición del aprendizaje situado, desarrollada en el ámbito latinoamericano por Díaz-Barriga (2003), que sostiene que el conocimiento es fundamentalmente dependiente del contexto en el que se produce y usa. La teoría sustantiva de la presente investigación aporta una especificación valiosa a esta tradición: en el contexto específico de Samaniego, la contextualización más eficaz no es la que utiliza el entorno como mero ejemplo ilustrativo, sino la que convierte el entorno en objeto de investigación estadística. Cuando el estudiante recoge datos reales de su comunidad, los procesa con herramientas TAC y produce inferencias sobre su propio entorno, el aprendizaje estadístico se convierte en competencia ciudadana efectiva, tal como lo exigen tanto los Estándares Básicos (MEN, 2006) como las competencias globales para el siglo XXI.

El Docente como Arquitecto cognitivo: Una categoría emergente con alto poder explicativo

El cuarto postulado de la teoría sustantiva que aduce a la calidad de la transposición didáctica reflexiva del docente como la condición más determinante de la eficacia de la mediación TAC, constituye el hallazgo de mayor poder explicativo de la investigación, especialmente porque emerge de los casos negativos y no solo de los casos exitosos. La paradoja del caso negativo SIMA donde un docente con alta formación técnica y estadística que produce menor comprensión conceptual que docentes con menor formación, pero con mayor reflexividad pedagógica, desafía la hipótesis instrumental dominante en las políticas de integración tecnológica educativa, que supone que la formación técnica docente en herramientas digitales es el principal factor de eficacia.

Este hallazgo converge con los desarrollos de Amador (2021) en Colombia, quien identificó que la incorporación de TIC transforma el conocimiento pedagógico del docente, y dialoga críticamente con el modelo TPACK (Koehler *et al.*, 2015), que propone que la eficacia de la

integración tecnológica depende de la intersección entre el conocimiento tecnológico, el pedagógico y el del contenido. La presente investigación precisa este modelo al demostrar que, en la intersección de esos tres tipos de conocimiento, el que más pondera la eficacia de la mediación cognitiva no es el tecnológico sino el pedagógico, específicamente la capacidad de transposición didáctica reflexiva. Esta precisión tiene consecuencias directas para el diseño de los programas de formación docente en Colombia y en Iberoamérica.

Los casos negativos como contribución metodológica

La inclusión y el análisis sistemático de los tres casos negativos (SIMA, IPSA y MOT-negativo) constituye también una contribución metodológica de la investigación, al demostrar que la Teoría Fundamentada es un método fértil para la investigación en didáctica de las matemáticas, precisamente porque su criterio de rigor no excluye los casos que contradicen la tendencia central, sino que los integra como fuentes privilegiadas de densificación teórica. La mayoría de los estudios sobre TAC y aprendizaje matemático revisados en los antecedentes del Capítulo II adoptaron diseños cuantitativos o cuasi-experimentales que, por su naturaleza, tienden a minimizar la varianza negativa. La presente investigación, en cambio, encuentra en esa varianza su mayor riqueza explicativa.

Conclusiones

A la luz de los propósitos planteados y tras el riguroso proceso de codificación y teorización dictado por el método de la Teoría Fundamentada (Strauss y Corbin, 2002), la presente investigación doctoral generó elementos teóricos sustantivos para orientar el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en la educación media colombiana. La Teoría Sustantiva Emergente, articulada en torno a la categoría central de la Mediación Cognitiva Ecosistémica, constituye un aporte inédito a la didáctica de la estadística, develando los intrincados mecanismos cognitivos y pedagógicos mediante los cuales la tecnología cataliza o también inhibe, la asimilación sustantiva frente a la variabilidad de los contextos escolares.

A partir de la saturación teórica alcanzada en el análisis inter-casos, se concluye que el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio no es un fenómeno fortuito, sino un proceso

intersubjetivo supeditado a una tríada fundamental: el contexto del estudiante, la naturaleza de la mediación TAC y el nivel de abstracción del sujeto. Sobre la base de este constructo, se derivan las siguientes conclusiones específicas:

En primer término, se concluye que el pensamiento aleatorio persiste como uno de los componentes curriculares más subvalorados y abordados con mayor superficialidad en el contexto escolar de Samaniego. Los hallazgos develan que la apatía de los estudiantes hacia la estadística no surge de un desinterés intrínseco, sino que tiene como principal predictor una barrera matemática estructural o pared cognitiva, caracterizada por profundas deficiencias en el dominio de las operaciones algebraicas básicas además “...las dificultades cognitivas de aprendizaje en estadística y probabilidad se presentan por la aplicación de métodos y técnicas tradicionales de enseñanza que desencadenan conocimientos superficiales” (Álvarez et al., 2022, p. 95). Esta brecha operatoria, sumada al escaso tiempo curricular y a la percepción de inutilidad práctica del saber, configura un campo de tensión pedagógica que ningún artefacto tecnológico puede resolver de forma aislada.

En segundo término, se demostró empíricamente que las TAC (como Excel, proyecciones dinámicas o inteligencia artificial) poseen un potencial genuino para mitigar la barrera matemática y actuar como auténticos organizadores previos ausubelianos. Al asumir la carga mecánica y procedimental del cálculo algorítmico, los ecosistemas digitales liberan espacio en la estructura cognitiva del aprendiz, permitiéndole ascender hacia el nivel superior del pensamiento aleatorio: la interpretación crítica de los datos. Asimismo, la tecnología resulta ser un mediador sumamente eficaz al generar representaciones visuales y dinámicas de conceptos altamente abstractos como la probabilidad y la variabilidad que el lenguaje simbólico tradicional no logra transponer con la misma eficacia.

En tercer término, la investigación concluye que el éxito de la mediación tecnológica no requiere imperativamente de infraestructuras de vanguardia. En escenarios de conectividad limitada, una mediación adaptativa, mediante el uso articulado de guías impresas, *video beam* y diseños pedagógicos creativos, resulta altamente efectiva. El anclaje cognitivo se produce cuando los contenidos se vinculan con los intereses culturales de los jóvenes (como la lógica de los videojuegos) o con las problemáticas locales. De manera particular, el entorno agropecuario emergió como el subsensor experiencial más potente, proporcionando los conocimientos previos

necesarios para que la variabilidad estocástica adquiriera un sentido psicológico e idiosincrático en el estudiante.

En cuarto término, se concluye que la eficacia de la mediación TAC recae críticamente en la calidad de la transposición didáctica del educador, y no en la sofisticación de la herramienta. La formación disciplinar del docente (frecuentemente desde la ingeniería) aporta rigor epistémico, pero exige el cultivo de una humildad pedagógica que le permita traducir el lenguaje matemático puro a un lenguaje experiencial. El docente debe reconfigurar su praxis para adaptar la complejidad tecnológica al nivel de los aprendices, proveer andamiajes conceptuales explícitos y tomar decisiones didácticas en tiempo real. Esta evidencia refuta la visión instrumentalista predominante en las políticas educativas, demostrando que la integración digital sin reflexión pedagógica es inoperante.

En quinto término, el microanálisis cualitativo ratificó que las experiencias disonantes son fuentes de incalculable riqueza teórica. El caso SIMA advierte que priorizar el dominio técnico sobre la pedagogía reflexiva ensancha irremediablemente la brecha cognitiva. El caso IPSA develó que la integración tecnológica esporádica e inconexa fomenta la resistencia en el aula. Por su parte, el análisis del caso MOT-negativo genera alerta sobre los riesgos de una mediación TAC efectiva que carece de momentos de síntesis: esta puede generar una dependencia nociva del andamiaje digital. Estas condiciones de riesgo delimitan las fronteras de aplicabilidad de la Teoría Sustantiva Emergente.

Finalmente, se concluye que el diseño metodológico de la Teoría Fundamentada se erige como una vía epistemológica sumamente fértil y pertinente para investigar la didáctica de las matemáticas en Colombia. Al ceder el protagonismo a las voces y experiencias *in situ* de estudiantes y docentes, se evitó la imposición de marcos categoriales exógenos que distorsionan la realidad del aula. La aplicación de este método interpretativo-constructivista invita a nutrir un campo investigativo históricamente dominado por enfoques positivistas y cuasi-experimentales, abriendo nuevos espacios para la comprensión de la educación matemática en América Latina.

Recomendaciones

En virtud de los hallazgos, se sugieren las siguientes acciones para los diversos actores del sistema educativo:

Para los docentes de matemáticas de educación media

La primera recomendación, derivada directamente del Postulado I de la teoría sustantiva, es que los docentes de matemáticas diseñen sus secuencias didácticas de pensamiento aleatorio siguiendo la lógica de la representación antes que la formalización: utilizar los simuladores estadísticos y las herramientas de visualización de datos para que los estudiantes construyan comprensión intuitiva de los conceptos, distribución normal, ley de los grandes números, variabilidad muestral, antes de introducir su formalización simbólica. Esta inversión del orden tradicional de la enseñanza matemática no es una concesión a la superficialidad, sino una estrategia pedagógicamente fundamentada en los principios del aprendizaje significativo ausubeliano.

La segunda recomendación, derivada del Postulado II, es que los docentes asuman la contextualización de los contenidos estadísticos como una estrategia pedagógica de primer orden, no como un recurso motivacional accesorio. Esto implica identificar sistemáticamente los fenómenos del entorno sociocultural del municipio que involucran variabilidad, aleatoriedad y toma de decisiones bajo incertidumbre como precios de productos agrícolas, variaciones climáticas, resultados de elecciones locales, estadísticas de salud pública y, utilizarlos como objetos de estudio estadístico real en el aula. Polya (1965) y Schoenfeld (1985) han demostrado que la resolución de problemas auténticos es la estrategia que mayor transferencia de aprendizaje produce; en el dominio del pensamiento aleatorio, la autenticidad del problema es condición para la activación de los subsensores cognitivos.

La tercera recomendación, derivada del Postulado V, es que los docentes planifiquen la integración de las TAC como un ecosistema continuo y progresivo a lo largo de toda la unidad didáctica de pensamiento aleatorio, y no como una serie de intervenciones tecnológicas puntuales y desconectadas. La curva del olvido de Ebbinghaus (1885) establece que los esquemas cognitivos y procedimentales se consolidan únicamente mediante el repaso sistemático y espaciado; en consecuencia, las herramientas tecnológicas deben reaparecer con suficiente frecuencia para que los estudiantes desarrollen los esquemas de uso que les permiten beneficiarse de ellas como organizadores cognitivos, no como dispositivos extraños que deben reaprender en cada sesión.

Para las instituciones educativas y directivos

Para los directivos de las instituciones educativas participantes y del municipio en general, la primera recomendación es crear y sostener espacios de reflexión pedagógica colegiada sobre la enseñanza del pensamiento aleatorio, que permitan a los docentes compartir sus prácticas de integración de TAC, analizar los resultados de sus estudiantes con herramientas estadísticas propias del área, y construir colectivamente los ecosistemas TAC más pertinentes para cada contexto institucional. La Evaluación Formativa de Bloom (1968), aplicada ahora a la práctica docente misma, es el principio que orienta esta recomendación: la retroalimentación sistemática sobre la propia práctica pedagógica es la condición del crecimiento profesional continuo.

La segunda recomendación institucional es priorizar, en los planes de formación docente, la didáctica especializada de la estadística y la transposición didáctica reflexiva sobre la capacitación técnica en herramientas digitales. Los hallazgos de la investigación demuestran con evidencia empírica que el dominio técnico sin competencia pedagógica produce resultados inferiores a los de docentes con menor dominio técnico pero mayor reflexividad didáctica. Los programas de formación docente continua deben incorporar este hallazgo en su diseño curricular.

Para los Investigadores y la Comunidad académica

Para la comunidad investigativa en didáctica de las matemáticas y en tecnología educativa, la primera recomendación es explorar con mayor profundidad las condiciones de formación docente que favorecen el desarrollo de la capacidad de mediación cognitiva ecosistémica. La presente investigación identificó esta capacidad como variable determinante de la eficacia de la integración TAC, pero no investigó los procesos mediante los cuales se desarrolla: qué experiencias formativas, qué tipos de reflexión sobre la práctica, qué acompañamiento de pares expertos favorecen su emergencia. Esta es una línea de investigación futura de alta pertinencia social.

La segunda recomendación para la comunidad académica es utilizar la Teoría Fundamentada de Corbin y Strauss (2002) de manera más sistemática en la investigación sobre educación estadística en América Latina, complementando la tradición dominante de los estudios cuantitativos y cuasi-experimentales. La presente investigación demuestra que este método puede generar comprensión teórica profunda sobre fenómenos pedagógicos complejos, producir distinciones conceptuales que los estudios cuantitativos no pueden capturar, y construir teoría

pertinente desde las propias realidades educativas latinoamericanas, en lugar de importar y verificar teorías construidas en otros contextos.

La tercera recomendación es estudiar la transferibilidad de los seis postulados de la teoría sustantiva a otros contenidos matemáticos de alta abstracción como lo son álgebra, geometría analítica y/o cálculo, en los que la tensión entre el pensamiento formal y la comprensión intuitiva es igualmente relevante, y en los que las TAC ofrecen potenciales de representación visual y dinámica similares a los documentados en el dominio del pensamiento aleatorio.

Para los Entes de política educativa

Para el Ministerio de Educación Nacional y las Secretarías de Educación departamentales y municipales, la principal recomendación derivada de la teoría sustantiva es revisar la ponderación curricular del pensamiento aleatorio en los planes de estudio de educación media. Los datos de esta investigación, coherentes con los resultados de las pruebas PISA 2022 y los diagnósticos del ICFES, evidencian que el tiempo curricular asignado a los contenidos de estadística y probabilidad es insuficiente para el desarrollo del nivel de comprensión conceptual que demanda la vida ciudadana contemporánea. La revisión de esa ponderación debe ir acompañada de lineamientos pedagógicos claros sobre la integración de las TAC como ecosistemas cognitivos, sustentados en la evidencia teórica que la investigación educativa, como la presente, está en capacidad de aportar.

REFERENCIAS

- Abadía, L. K (20 de marzo de 2024). *¿Los estudiantes en Colombia temen a las matemáticas?* [Diario El Espectador]. <https://www.elespectador.com/educacion/los-estudiantes-en-colombia-temen-a-las-matematicas/>
- Adell, J. y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (Coords.), *Tendencias emergentes en educación con TIC* (pp. 13-32). Asociación Espiral, Educación y Tecnología. https://www.researchgate.net/publication/235771131_Tecnologias_emergentes_pedagogias_emergentes
- Alcaldía municipal de Samaniego. (2024). *Con el propósito de mejorar resultados en el ICFES, Alcaldía de Samaniego en articulación con la secretaría de educación brindan capacitación a estudiantes de las instituciones de Samaniego*. [Video]. <https://fb.watch/ydVMkHFqe2/?mibextid=rS40aB7S9Ucbxw6v>
- Álvarez, J., Salvador, G. y Tortosa, M. (2016). Innovaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación - Dialnet. En *Innovaciones metodológicas en docencia universitaria*. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/54450>
- Álvarez, N., Rivadeneira, J. y Montero, S. (2022). Las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la estadística y probabilidad: Una perspectiva de estudiantes. *Revista Ecos de la Academia*, 8(16), 1–15. <https://doi.org/10.53358/ecosacademia.v8i16.772>
- Amador, J. (2021). Situaciones de transformación en el conocimiento para la enseñanza de los docentes de matemáticas cuando utilizan tecnologías de la información y la comunicación [Tesis doctoral, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/dbf228e3-e956-4b52-bc27-d331b647a5a0/content>
- Arias, E., Brechner, M., Pérez, M. y Vásquez, M. (2020). Hablemos de política educativa en América Latina y el Caribe #2. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/bid-hablemos-de-politica-educativa-2-de-la-educacion-a-distancia-a-la-hibrida.pdf>
- Arias, E., Dueñas, X., Elacqua, G., Giambruno, C., Mateo, M. y Pérez, M. (2021). Hacia una educación 4.0: 10 módulos para la implementación de modelos híbridos. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Hacia-una-educacion-4.0-10-modulos-para-la-implementacion-de-modelos-hibridos.pdf>
- Ausubel, D. (1980). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas. (Obra original publicada en 1968). <https://biblioteca.ucuenca.edu.ec/digital/s/biblioteca-digital/ark:/25654/386#?c=0&m=0&s=0&cv=0>
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo (2a ed., M. Sandoval Pineda, Trad.)*. Trillas. (Obra original publicada en 1978). <https://dn721806.ca.archive.org/0/items/ebiblio-172801-172900/172888%20-%20Ausubel%20David%20P%20-%20Psicologia%20Educativa.pdf>
- Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico: Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo* (J. Babini, Trad.). Siglo XXI Editores. (Trabajo original publicado en 1938). <https://posgrado.unam.mx/musica/lecturas/LecturaIntroduccionInvestigacionMusical/epistemologia/Bachela rd%20Gaston-La-formacion-del-espiritu-cientifico.pdf>
- Bailera, M., Peña, B., Bailera, I., Zalba, B., Zabalza, I., Lisbona, P., y Pascual, S. (2022). *Aplicación del método de repetición espaciada en el ámbito de la ingeniería*. En *VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red (In-Red 2022)*, UPV, 6-8 de julio de 2022. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15923>

- Banco de la República, B. C. (2021). *Efecto de la pandemia sobre el sistema educativo: El caso de Colombia*. Bogotá: Banco de la República. <https://www.banrep.gov.co/es/borrador-1179>
- Batanero, C. (2001). Didáctica de la Estadística. España: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/didacticaestadistica.pdf>
- Batanero, C. (2009). *Retos para la formación estadística de los profesores*. Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Formprofesores.pdf>
- Batanero, C. y Godino, J. (2005). Perspectivas de la educación estadística como área de investigación. En Luengo, R. (ed.). *Líneas de investigación en didáctica de las matemáticas* (pp. 203-226). Badajoz: Universidad de Extremadura. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Perspectivas.pdf>
- Bloom, B. (1968). Learning for mastery. *UCLA Evaluation Comments*, 1(2), 1-12 (ERIC Document No. ED053419). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED053419.pdf>
- Brunner, J. J. (2000). Educación: Escenarios de futuro. Nuevas tecnologías y sociedad de la transformación. *PREAL: Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y el Caribe*, (16), 1-51. https://educacion.udd.cl/files/2017/03/MS_Brunner-Educacion_escenarios_de_futuro-Nuevas_tecnologias_y_la_soc_info-1.pdf
- Calva, S. B. (2000). *La teoría fundamentada: una metodología cualitativa*. Universidad autónoma de Aguascalientes. https://editorial.uaa.mx/docs/ve_teoría_fundamentada.pdf
- Cañarte Rodríguez, T. (2021). *Tecnologías de Información (TIC) como factor de éxito en la calidad de la docencia universitaria ecuatoriana* [Tesis doctoral, Universitat Jaume]. https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/673633/2021_Tesis_Ca%c3%b1arte%20Rodriguez_Tania.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cárdenas, C. y Peraza, L. (2017). Los derechos básicos de aprendizaje y su correspondencia con los estándares básicos de competencias en matemáticas: un análisis del pensamiento aleatorio y los sistemas de datos - Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/10683/TE-20942.pdf>
- Castro, C., Banquez, H. y García, D., (2024). Fortalecimiento del pensamiento aleatorio, a través del ABP y apoyado por un objeto virtual de aprendizaje, en estudiantes de grado décimo del colegio Gimnasio El Bosque sede bachillerato de la ciudad de Cúcuta. Universidad de Cartagena. Colombia. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/17710>
- Centro de Investigación Educativa Georgina Calderón [CIEGC]. (2009). *Estructura de la investigación y Líneas de Investigación*. Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio, Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Cogollo, J. (2018). Mejoramiento del pensamiento aleatorio y sistema de datos en los estudiantes de grado octavo del Instituto Comunitario Minca a través de una estrategia didáctica mediada por las TIC [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma de Bucaramanga. https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/2511/2018_Tesis_Cogollo_Torres_Joanne.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Collazos, C., Muñoz, J., y Hernández, Y. (2014). *Aprendizaje colaborativo apoyado por computador* (1a ed.). Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn). p. 66. <https://api.mountainscholar.org/server/api/core/bitstreams/e3b08a51-c42a-4a05-9bdb-6aab1f996bf1/content>
- Colombia Aprende (2024). *¿Quieres reforzar tus competencias en estadística?*. Portal Colombia Aprende <https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/quiere-reforzar-sus-competencias-en-estadistica>

- Congreso de la República de Colombia (1994). *Ley 115 de febrero 8 de 1994*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Congreso de la República de Colombia (2016). *Constitución Política De Colombia 1991*. <https://www.cijc.org/es/NuestrasConstituciones/COLOMBIA-Constitucion.pdf>
- Contreras, D. (2024). *Constructos didácticos emergentes para el aprendizaje mediado por dispositivos digitales en educación media técnica*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador]. <https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/1265/1144>
- Corbin, J. y Strauss, A. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada* (E. Zimmerman, Trad.). Universidad de Antioquia.
- Cuétara, Y., Salcedo, I. y Hernández, M. (2016). La enseñanza de la estadística: antecedentes y actualidad en el contexto internacional y nacional. *Atenas*, 3(35), Julio-Septiembre. <https://www.redalyc.org/journal/4780/478055145009/>
- Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2), 1-13. <https://www.redalyc.org/pdf/155/15550207.pdf>
- Díaz, M. (2023). *La enseñanza de la matemática en la educación básica secundaria a la luz de las competencias digitales del docente*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador]. Repositorio UPEL. <https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/761>
- Ebbinghaus, H. (1885/1913). *La memoria: Una contribución a la psicología experimental* (Traducido por H. A. Ruger y C. E. Bussenius). Universidad de York, Toronto. <https://psychclassics.yorku.ca/Ebbinghaus/memory9.htm>
- El País. (2023). *Colombia pierde puntaje en las pruebas PISA de 2022, menos que el promedio de la OCDE*. <https://elpais.com/america-colombia/2023-12-05/colombia-pierde-puntaje-en-las-pruebas-pisa-de-2022-menos-que-el-promedio-de-la-ocde.html>
- Flórez, R. (1999). *Evaluación Pedagógica y Cognición*. McGraw-Hill. https://drive.google.com/file/d/1weaD_JIMUvwfqvr78C7axrt85aKehcB_/view?usp=sharing
- Galindo, R. Galindo, L., Martínez, N., Ley, M., Ruiz, E. y Valenzuela, E. (2012). Acercamiento epistemológico a la teoría del aprendizaje colaborativo. *Apertura*, 4(2). <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/325/290>
- Garcés-Prettel, M., Cantillo, R. y Ávila, D. (2014). Transformación pedagógica mediada por tecnologías de la información y la comunicación (TIC). *Saber, Ciencia y Libertad*, 217-228. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104968>
- García, M., Reyes, J. y Godínez, G. (2017). Las TIC en la educación superior, innovaciones y retos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas (RICSH)*. <https://www.redalyc.org/pdf/5039/503954320013.pdf>
- Gea, M. (2023). *El Libro de Texto en la Enseñanza de la Estadística*. Conferencia Interamericana de Educación Matemática. <https://xvi-ponencias.ciaem-iacme.org/index.php/xviciaem/xviciaem/paper/viewFile/2288/1541>
- González, G. (2012). Acercamiento epistemológico a la teoría del aprendizaje colaborativo. *Revista Apertura*, 4(2). <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/325/290>
- González, Y. (2013). Multimedia en la educación, una necesidad. *Vida Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 4*, 1(1). <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/1739>

- Guba, E. G. y Lincoln, Y. S. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE.
- Guba, E. G. y Lincoln, Y. S. (2002). Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. En C. Denman y J. A. Haro (comps.), *Por los rincones: Antología de métodos cualitativos en la investigación social* (pp. 113–145). El Colegio de Sonora.
- Gutiérrez, H., Aristizabal, J. y Rincón, J. (2020). Procesos de visualización en la resolución de problemas de matemática en básica primaria, apoyados en ambientes de aprendizaje mediados por las TIC. *Sophia*, 16(1), 120-138. <http://www.scielo.org.co/pdf/sph/v16n1/1794-8932-sph-16-01-00120.pdf>
- Hernández, C. y Tecpan, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos*, XLIII(128), pp. 193-204. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v43n3/art11.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación (6a. ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores. <https://drive.google.com/file/d/1sLArUryXphDit6FUyqJIPbVE5EBtk0B/view?usp=sharing>
- I. E. Simón Bolívar. (2019). *Sistema Institucional de Evaluación*. Samaniego. <https://drive.google.com/file/d/1H4hr7qvIWDEYLUBRTRxUfMfxBsO6tjvU/view?usp=sharing>
- INEGI. (2021). Sin darte cuenta, la estadística es parte de tu vida diaria, ¡hasta en los momentos de diversión! <https://cuentame.inegi.org.mx/sabiasque/dme/estadistica.aspx?tema=S>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) (2026). *Otros resultados examen Saber 11°*. <https://resultados.icfes.edu.co/resultados-saber2016-web/pages/publicacionResultados/agregados/saber11/resultadosSecretarias.jsf#No-back-button>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2016). Lineamientos para las aplicaciones muestral y censal 2016. <https://studylib.es/doc/6734563/lineamientos-para-las-aplicaciones-muestral-y-censal-2016>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2017). Guía de orientación Saber 11° 2017-1. Repositorio Icfes (versión archivada de 7 de mayo de 2024). <https://web.archive.org/web/20240507135233/http://www.icfes.gov.co/documents/39286/23513531/Guia+de+orientacion+saber+11+2017+1.pdf>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2021). *Evaluar para avanzar: Guía de orientación grado 11* https://drive.google.com/file/d/18WJZvjh1Fztn2DQFrAZ5pjQj5_N54OB/view?usp=sharing
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2024). *Marco de referencia: Prueba de matemáticas Saber 11*. <https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2024/11/Marco-de-referencia-Prueba-de-matematicas-saber-11-1.pdf>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2025). *Guía de alineación examen Saber 11 2025-1*. <https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2025/02/07-Noviembre-Guia-de-Orientacion-Saber-11-2025-1.pdf>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2025). *Evaluaciones ICFES - Saber 11*. <https://www.icfes.gov.co/evaluaciones-icfes/saber-11/>
- Johnson, D. y Johnson, R. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Paidós. <https://conexiones.dgire.unam.mx/wp-content/uploads/2017/09/El-aprendizaje-cooperativo-en-el-aula-Johnsons-and-Johnson.pdf>

- Jonassen, D. (2000). *Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking*. EEUU: Prentice Hall. http://www.lets.cinvestav.mx/Portals/0/SiteDocs/MediatecaSS/lets_sur_mediateca_jonassen_computadoresherramientas.pdf
- Laboratorio de Innovación Educativa para la Educación Superior Co-Lab. (2021). Implementación del enfoque pedagógico constructivista en los programas académicos. <https://colab.colombiaaprende.edu.co/experiencias/implementacion-del-enfoque-pedagogico-constructivista-en-los-programas-academicos-3/>
- Koehler, M., Mishra, P. y Cain, W. (2015). ¿Qué son los saberes tecnológicos y pedagógicos del contenido (TPACK)? *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 6(10), 9-23. Centro de Investigación y Estudios sobre Cultura y Sociedad (CIECS-CONICET). https://www.matt-koehler.com/publications/Koehler_Mishra_Cain_2015.pdf
- Lincoln, Y. S. y Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- López, B. y Martínez, R. (2022). Educación: La promesa rota de un futuro mejor para los jóvenes. En *¿Cómo reconstruir la educación postpandemia?: Soluciones para cumplir con la promesa de un mejor futuro para la juventud* (pp. 14-16). Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0004241>
- Martínez, F. (2005). *Teorías del desarrollo cognitivo*. McGraw-Hill. https://www.academia.edu/36839957/Teorias_del_desarrollo_cognitivo_Martinez_Gutierrez
- Melo Díaz, F. E. [@franco21edil]. (10 de septiembre de 2024). *Clase de estadística grado 10 en el I.E.M. Nuestra Señora de Guadalupe, Pasto*. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/F7OGbtPUcSg>
- Melo Díaz, F. E. [@franco21edil]. (23 de mayo de 2015). *Experiencias significativas Expone Franco Melo Díaz*. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/M0EGV72q7Vo>
- Miguélez Miguélez, M. (2004). Los grupos focales de discusión como método de investigación. *Heterotopía*, 26, 59-72.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Serie lineamientos curriculares Matemáticas*. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas*. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2009) Decreto 1290 de 2009 <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-187765.html>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA V2) Matemáticas*. https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_Matematicas-min.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2017). *Objetos Virtuales de Aprendizaje – Ova*. <https://www.mineduacion.gov.co/portal/secciones/Glosario/82739:OBJETOS-VIRTUALES-DE-APRENDIZAJE-OVA>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2023). *Portal Colombia Aprende*. Colombiaaprende.edu.co: <https://colombiaaprende.edu.co/contenidos-para-aprender>
- Morris, A. (2015). ¡Cómo hacer que la estadística sea interesante, útil y divertida! En *IFLA WLIC*. Traducido por María Almaraz Farray. Madrid, España: Federación Española de Sociedades de Archivística, Biblioteconomía, Documentación y Museística (FESABID). <https://library.ifla.org/id/eprint/208/13/113-morris-es.pdf>

- Moya, M. (2013). De las TICs a las TACs: La importancia de crear contenidos educativos. *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM)*, (27).
https://ddd.uab.cat/pub/dim/dim_a2013m12n27/dim_a2013m12n27a5.pdf
- Onrubia, J. (2007). Las tecnologías de la información y la comunicación como instrumento de apoyo a la innovación de la docencia universitaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(1), 21-36. Universidad de Zaragoza. <https://www.redalyc.org/pdf/274/27421103.pdf>
- Pérez, Á. (2023). La deficiencia educativa retrasa a Colombia. *Razón Pública*. <https://razonpublica.com/la-deficiencia-educativa-retrasa-colombia/>
- Pinzón, F. (2017). *Objetos virtuales de aprendizaje: Una estrategia didáctica para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en zonas rurales*. (Tesis doctoral. UMECIT, Panamá).
<https://repositorio.umecit.edu.pa/entities/publication/fde0f12f-515a-4ce5-b611-3c0c1488a649>
- Pinzón, Y., Poveda, O. y Pérez, A. (2015). Un estudio sobre el desarrollo del pensamiento aleatorio usando recursos educativos abiertos. *Revista de Innovación Educativa*, 7(1), 4.
https://www.academia.edu/27985979/Un_estudio_sobre_el_desarrollo_del_pensamiento_aleatorio_usando_recursos_educativos_abiertos
- Pizarro, R. (Ed.). (2023). *Benjamin S. Bloom en educación: Aprendizajes de elevadas calidades y equidades*. Viña del Mar, Chile: EV Síntesis y Excelencias Educativas.
<https://www.legibilidadmu.cl/BenjaminSBloom.pdf#page=52>
- Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas* [Reseña de libro]. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 3(2), descripción disponible en Redalyc.
<https://www.redalyc.org/journal/4576/457644946012/html/>
- Proença, A. (2019). La tecnología en la enseñanza de la estadística en Portugal: ¿una realidad o un camino en construcción? (Tesis doctoral no publicada). Universidad de Extremadura, Portugal.
https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/10020/1/TDUEX_2019_Proenca_AJ.pdf
- Rodríguez, R., López, B. y Mortera, F. (2017). El video como Recurso Educativo Abierto y la enseñanza de Matemáticas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(3), 92-100.
<https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.936>
- Rodríguez, W. (1999). El legado de Vygostki y de Piaget a la educación. *Revista Latinoamericana de Psicología - Volumen 31 No. 3*, pp. 477-489.
https://www.academia.edu/80561582/El_legado_de_Vygotski_y_de_Piageta_la_educaci%C3%B3n
- Roselli, N. (2007). *El aprendizaje colaborativo: Fundamentos teóricos y conclusiones prácticas derivadas de la investigación empírica*.
https://www.researchgate.net/publication/298786091_El_aprendizaje_colaborativo_fundamentos_teoricos_y_conclusiones_practicas_derivadas_de_la_investigacion_empirica
- Roselli, N. (2016). El aprendizaje colaborativo: Bases teóricas y estrategias aplicables en la enseñanza universitaria. *Propósitos y Representaciones*, 4(1), 219-280. <https://doi.org/10.20511/pyr2016.v4n1.90>
- Ruiz, N. (2015). La enseñanza de la Estadística en la Educación Primaria en América Latina. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13(1). <https://www.redalyc.org/pdf/551/55133776006.pdf>
- Sanz, M. (1998). *Inteligencia y personalidad en las interfases educativas*. Bilbao: Desclée De Brouwer.
<http://biblioteca.usfa.edu.bo/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=e3325c293cb9cad2dc2e7494d09dc55b>

- Schoenfeld, A. H. (1985). Resolución de problemas: El trabajo de Alan Schoenfeld. Sugerencia para la enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. En Ministerio de Educación y Ciencia (Ed.), *La enseñanza de la matemática a debate* (pp. 31-65). Ministerio de Educación y Ciencia.
- Scriven, M. (1967). Evaluación formativa (Por M. Guerra García y S. C. Serrato). <https://www.sev.gob.mx/upece/wp-content/uploads/2018/09/1.3-Michel-Scriven-Evaluaci%C3%B3n-formativa.pdf>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1207/s15516709cog1202_4
- Solano, A. (2022). *Las prácticas pedagógicas de los docentes en torno a las Tecnologías de la Información y la Comunicación como mediación para el aprendizaje en la educación secundaria en Colombia*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/144409/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tapia, I. y Sierra, E. (2023). *Fortalecimiento del Pensamiento Aleatorio mediante un Entorno Virtual de Aprendizaje*. Universidad Libre, Facultad de Ciencias de la Educación. Maestría en Educación con énfasis en Informática Educativa. <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/26586/Trabajo%20de%20grado-%20Iliana%20Tapia-%20Edgar%20Sierra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tarazona, D. (2025). El uso de objetos virtuales de aprendizaje como herramienta pedagógica para la enseñanza en el nivel de básica secundaria [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela]. <https://www.espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/2606/2447>
- Tenezaca, J. (2021). *Aplicación del método flipped classroom como estrategia tecnopedagógica para el aprendizaje de la asignatura de informática dirigida a estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa “María Auxiliadora del cantón Chunchi”*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8260/1/8.%20.-TESIS%20JOSE%20ROBERTO%20TENEZACA%20QUISHPI-DP-EDU-TEI.pdf>
- Tigse, C. (2019). El constructivismo, según bases teóricas de César Coll. *Revista Andina Educación*, 2(1), pp. 25-28. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/ree/article/view/659/3093>
- Unesco. (2016). Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo, 2016: La Educación al servicio de los pueblos y el planeta: creación de futuros sostenibles para todos <https://doi.org/10.54676/RMJL7010>
- Unesco. (2021). *Las Matemáticas, enseñanza e investigación para enfrentar los desafíos de estos tiempos* <https://www.unesco.org/es/articles/las-matematicas-ensenanza-e-investigacion-para-enfrentar-los-desafios-de-estos-tiempos>
- Unesco. (2023). *Informe GEM 2023: Tecnología en la Educación. ¿una herramienta en los términos de quién?* https://www.unesco.org/gem-report/sites/default/files/medias/fichiers/2023/07/2023reportflyer_SP.pdf
- Valles, M. (2003). *Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexiones metodológicas y práctica profesional*. (3ª Reimpresión). Madrid: Síntesis Sociológica.
- Vargas, F., Quesada, A., López, L., Rodríguez R. y Artunduaga, M. (2018) *Dificultades en el aprendizaje del concepto de probabilidad clásica en estudiantes de octavo grado*. In: XIV Coloquio Regional de Matemáticas y IV Simposio de Estadística, 9, 10 y 11 de Mayo de 2018, Pasto, Colombia. <https://sired.udenar.edu.co/4586/>
- Varguillas, C. y Bravo, P. (2020). Virtualidad como herramienta de apoyo a la presencialidad: Análisis desde la mirada estudiantil. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, vol. XXVI, núm. 1. Universidad del Zulia, Venezuela. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28063104019>
- Vasilachis de Gialdino, I. (Coord.). (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa.

- Velasco, M. (2017). Las TAC y los recursos para generar aprendizaje. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA)*, 3(2, edición especial), 771–777. https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Velasco/publication/318413737_Las_TAC_y_los_recursos_para_generar_aprendizaje/links/5a549651a6fdc3e2e2f0b0/Las-TAC-y-los-recursos-para-generar-aprendizaje.pdf
- Vélez, D. (2018). *La probabilidad en los textos escolares de grado undécimo de la Educación Colombiana*. In: XIV Coloquio Regional de Matemáticas y IV Simposio de Estadística, 9, 10 y 11 de Mayo de 2018, Pasto, Colombia. <https://sired.udenar.edu.co/4559/>
- Venegas, J. (2017). *Valoración del uso de recursos digitales como apoyo a la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria* [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca]. https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/137426/DDOMI_VenegasOrrego.pdf;jsessionid=
- Vento, C. (2019). Procesos pedagógicos <https://1library.co/document/y9gw53jq-procesos-pedagogicos-pdf.html>
- Villamizar, C. (2023). Fundamentos teóricos para un aprendizaje significativo de las matemáticas desde la resolución de problemas en la educación básica colombiana [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador]. <https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/766>
- Villarraga, M. (2019). *Dominio afectivo en Educación Matemática: el caso de actitudes hacia la estadística en estudiantes colombianos*. [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/18242/2019000001903.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Viñas, M. (2021). Retos y posibilidades de la educación híbrida en tiempos de pandemia. *Plurescencia. Artes y Letras*, (12), 027. <https://doi.org/10.24215/18536212e027>
- Vygotsky, Obras escogidas, vol. III, Madrid, Visor (publicado en ruso por primera vez en 1931). — (1979), *El desarrollo de las funciones psicológicas superiores*, Barcelona, Grijalbo (publicado en inglés en 1978). <https://drive.google.com/file/d/0B-r1frHpWZPWdV10LXIJRDh6ZIU/edit?resourcekey=0-P4XaN3Cu52bAQi3GNOsXwQ>
- Zamora, J., Aguilar, E. y Guillén, H. (2022). *Educación Estadística: tendencias para su enseñanza y aprendizaje en educación secundaria y terciaria*. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v46n1/2215-2644-edu-46-01-00547.pdf>
- Zuñiga, L. (2021). *Programa “Mathapps” en el análisis de funciones de varias variables en estudiantes de ingeniería ambiental de una universidad pública* [Tesis doctoral, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68501>

ANEXOS

Anexo A-1. Resultados pruebas SABER 11 periodos 2019 – 2024 por puestos. Área de matemáticas

NOMBRE INSTITUCIÓN	(1) I.E.T. AGROECOLÓGICO EL MOTILÓN	(2) I.E. POLICARPA SALAVARRIETA	(3) I.E. NACIONAL SIMÓN BOLÍVAR	(4) I.E.A. SAN MARTÍN DE PORRES	(5) I.E.A. SIMÓN ALVAREZ	MÁXIMO PUNTAJE DEPARTAMENTAL
Periodo	2019 – 2					
Resultados Matemáticas	59	56	54	54	52	74
Puesto Institución Ranking Departamental	51	100	147	151	190	
Promedio Departamental Matemáticas	54					
Periodo	2020 – 2					
Resultados Matemáticas	57	55	58	47	49	71
Puesto Institución Ranking Departamental	68	104	44	290	231	
Promedio Departamental Matemáticas	51					
Periodo	2021 – 2					
Resultados Matemáticas	59	53	56	48	42	68
Puesto Institución Ranking Departamental	26	117	52	258	347	
Promedio Departamental Matemáticas	50					
Periodo	2022 – 2					
Resultados Matemáticas	54	57	58	51	45	72
Puesto Institución Ranking Departamental	121	68	53	204	311	
Promedio Departamental Matemáticas	50					

NOMBRE INSTITUCIÓN			(1) I.E.T. AGROECOLÓGICO EL MOTILÓN	(2) I.E. POLICARPA SALAVARRIETA	(3) I.E. NACIONAL SIMÓN BOLÍVAR	(4) I.E.A. SAN MARTÍN DE PORRES	(5) I.E.A. SIMÓN ALVAREZ	MÁXIMO PUNTAJE DEPARTAMENTAL
Periodo			2023 – 2					
Resultados Matemáticas			56	58	60	56	43	
Puesto	Institución	Ranking	75					
Departamental			102	62	34	94	354	
Promedio Departamental Matemáticas			51					
Periodo			2024 – 2					
Resultados Matemáticas			50	57	59	63	49	
Puesto	Institución	Ranking	71					
Departamental			267	123	86	38	271	
Promedio Departamental Matemáticas			53					
Periodo			2025 – 2					
Resultados Matemáticas			54	59	66	56	46	
Puesto	Institución	Ranking	79					
Departamental			183	72	21	124	327	
Promedio Departamental Matemáticas			52					

Nota. Instituciones Educativas del Municipio de Samaniego. Colegios evaluados a nivel departamental: 461. Datos tomados de ICFES (2026). El sombreado rosado indica el valor más bajo por debajo de 50.

Resultados Pruebas Saber 11 — Componente Matemático (2019-2024)

La tabla que se presenta a continuación sintetiza los resultados históricos del componente matemático de las pruebas Saber 11 en las cinco instituciones educativas participantes durante el periodo 2019-2025. Los datos, obtenidos de los informes de resultados publicados por el ICFES (2026), evidencian la brecha existente entre los puntajes locales y el puntaje máximo registrado en el departamento de Nariño, así como la variabilidad interanual que hace parte del fenómeno de aprendizaje del pensamiento aleatorio estudiado.

INSTITUCIÓN	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	TENDENCIA
(1) I.E.T. AGROECOLÓGICO EL MOTILÓN (MOT)	59	57	59	54	56	50	54	↑ Mejora leve
(2) I.E. POLICARPA SALAVARRIETA (IPSA)	56	55	53	57	58	57	59	↑ Mejora sostenida ↓ Ligera baja acumulada
(3) I.E. NACIONAL SIMÓN BOLÍVAR (SIMB)	54	58	56	58	60	59	66	↑↑ Mejora destacada
(4) I.E.A. SAN MARTÍN DE PORRES (SMP)	54	47	48	51	56	63	56	↑ Mejora con altibajos
(5) I.E.A. SIMÓN ALVAREZ (SIMA)	52	49	42	45	43	49	46	↓ Bajo rendimiento persistente
Promedio departamental matemáticas Nariño	54	51	50	50	51	53	52	Base de comparación
Máximo puntaje departamental Nariño (referencia)	74	71	68	72	75	71	79	— Brecha persistente

Nota. Los puntajes corresponden al promedio institucional en el componente matemático de la prueba Saber 11 (escala 0–100). El periodo 2020-2021 refleja las condiciones de aplicación durante la pandemia de COVID-19. Fuente: ICFES (2026).

Análisis sintético de la serie histórica 2019–2025. La I.E. Nacional Simón Bolívar (SIMB) registra la trayectoria más favorable del conjunto: en 2025 alcanza su máximo histórico con 66 puntos y el puesto 21 departamental entre 461 colegios, el mejor posicionamiento de cualquier institución del municipio en toda la serie. La I.E.A. San Martín de Porres (SMP) registra la mejora puntual más pronunciada en 2024 (63 puntos, puesto 38 departamental), aunque en 2025 retrocede a 56 puntos, lo que evidencia variabilidad sin consolidación. La I.E. Policarpa Salavarrieta (IPSA) muestra la tendencia de mejora más estable y consistente, con una ganancia acumulada de tres puntos entre 2019 y 2025. En contraste, la I.E.A. Simón Álvarez (SIMA) presenta el comportamiento más crítico del grupo: en 2021 alcanza su mínimo histórico con 42 puntos y en 2025 apenas recupera 46 puntos, sin señales de mejora sostenida y con el ranking departamental más bajo del conjunto (puesto 327 en 2025). La I.E.T. El Motilón (MOT), pese a contar con la mayor experiencia en contextualización agropecuaria, muestra resultados variables sin una tendencia definida, lo que es coherente con el hallazgo analítico del Capítulo IV: la mediación TAC de este docente no se traduce necesariamente en mejoras cuantificables en pruebas estandarizadas, sino en transformaciones de motivación y comprensión conceptual difícilmente capturables en un puntaje. La brecha entre las instituciones locales y el máximo departamental de Nariño oscila entre 14 y 33 puntos a lo largo del periodo y no muestra señales de cierre estructural, lo que ratifica la pertinencia académica y social del problema de investigación abordado en esta tesis doctoral.

Anexo A-2. Formato de instrumentos y Constancias de validación

Nariño, 07 de julio de 2025

Estimados Dr. Henry Castillo Sayago; Dra. Josefina Balbo, Dra. Johana Flores

Asunto: Solicitud de valoración experta sobre instrumentos de investigación

Reciba un cordial saludo.

Me permito dirigirme a usted en calidad de estudiante del Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador a través del Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio en el marco de mi tesis doctoral titulada **“Aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en estudiantes de educación media de colombiana”** la cual se encuentra alineada con la línea de Innovación, Gestión y Tecnología y fundamentada en el paradigma interpretativo, emplea la metodología Teoría Fundamentada (TF) según los postulados de Strauss y Corbin. El propósito central es generar elementos teóricos que orienten el aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediante la aplicación crítica de herramientas TAC, en un contexto educativo local.

En este sentido, he desarrollado una serie de instrumentos de recolección de información — guías de entrevista semiestructurada, cuestionarios mixtos y registros de observación— que buscan recoger datos pertinentes de estudiantes y docentes, en coherencia con los Derechos Básicos de Aprendizaje (MEN, 2016) y las etapas de la TF.

Por lo anterior, solicito muy respetuosamente su valoración experta sobre la pertinencia, claridad y validez de contenido de un dossier de instrumentos, así como sus recomendaciones para fortalecer su adecuación al enfoque metodológico y teórico de la investigación. Su experiencia y criterio serán de gran valor para garantizar el rigor académico y la relevancia social del estudio.

Adjunto a esta carta encontrará los instrumentos propuestos y una síntesis de la matriz metodológica que los sustenta. Agradezco de antemano su tiempo y disposición para contribuir con este proceso académico.

Quedo atento a sus observaciones y sugerencias.

Cordialmente,

Franco Edilberto Melo Díaz

Doctorando – UPEL | e-mail: franco_edil@hotmail.com

Se anexa lo indicado.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR

Doctorado en Ciencias de la Educación

Proyecto: Aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las TAC en estudiantes de educación media colombiana

Autor: Franco Edilberto Melo Díaz

MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN INICIAL PARA LA REVISIÓN DE INSTRUMENTOS

Nombre del experto: _____ **Fecha:** _____ / _____ /2025

Área de especialidad: _____

Instrumentos de recolección de datos

1. Entrevista semiestructurada a docentes

- **Propósito:** Develar concepciones, experiencias, dificultades y estrategias pedagógicas relacionadas con el pensamiento aleatorio y el uso de TAC.
- **Formato:** 17 preguntas abiertas, con posibilidad de repreguntas.
- **Dimensiones:** experiencial, pedagógica, tecnológica, reflexiva.

2. Entrevista semiestructurada a estudiantes

- **Propósito:** Explorar percepciones, actitudes, dificultades y experiencias con el aprendizaje del pensamiento aleatorio mediado por TAC.
- **Formato:** 16 preguntas abiertas, con posibilidad de repreguntas
- **Dimensiones:** cognitiva, afectiva, tecnológica, experiencial.

3. Guion de observación de clases

- **Propósito:** Registrar prácticas reales de mediación, interacción, participación y uso de TAC.
- **Formato:** Protocolo estructurado con indicadores observables.
- **Dimensiones:** pedagógica, tecnológica, participativa, evaluativa.

Criterios de la matriz:

- **Pertinencia para los objetivos:** ¿El ítem aporta información relevante y necesaria para los objetivos de la investigación?
- **Claridad y comprensibilidad:** ¿El ítem está redactado de forma clara y es comprensible para los participantes?
- **Adecuación cultural/contextual:** ¿El ítem es apropiado para el contexto sociocultural de los participantes?
- **Coherencia con el enfoque de la TF:** ¿El ítem promueve la creación y codificación de categorías y subcategorías?

Matriz de sistematización de categorías iniciales

Objetivo específico	Dimensión	Subcategoría (Códigos Iniciales)	Indicadores	Técnica	Instrumento	Ítems entrevista Docentes	Ítems entrevista Estudiantes	Ítems observación de clases
1. Develar concepciones y prácticas respecto al Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio...	Experiencial	Concepciones sobre pensamiento aleatorio	Define, ejemplifica y contextualiza el concepto en la cotidianidad.	Entrevista	Guion Docentes y Estudiantes	1, 2	1, 2	—
	Experiencial	Dificultades en el aprendizaje	Señala errores comunes, barreras matemáticas u obstáculos cognitivos.	Entrevista / Observación	Ambos	4	4, 5	Dificultades observadas en tareas (Sección 4 de la guía).
	Afectiva	Actitudes hacia estadística y probabilidad	Expresa motivación, ansiedad, apatía, interés o rechazo inicial.	Entrevista / Observación	Ambos	6	6	Participación activa/pasiva y clima de aula (Sección 2).
2. Caracterizar prácticas pedagógicas y mediación didáctica de las TAC en el desarrollo del Pensamiento Aleatorio...	Pedagógica	Estrategias de enseñanza	Describe actividades, secuencias, resolución de problemas y enfoques.	Entrevista / Observación	Ambos	3, 5, 8	3, 8	Metodología empleada, rol del docente mediador (Sección 3).
	Tecnológica	Mediación y Uso de TAC	Frecuencia, tipo de ecosistema (OVA/Cartillas), simuladores y articulación curricular.	Entrevista / Observación	Ambos	7, 9, 10, 11, 12, 14	9, 10, 11, 12, 14	Uso de herramientas TAC, nivel de apropiación (Sección 5).
	Evaluativa	Retroalimentación y superación del error	Uso de la evaluación formativa, feedback frente a dudas, seguimiento al aprendizaje.	Observación	Guía de Observación	(Inmerso en 5 y 8)	(Inmerso en 5)	Presencia, tipo de retroalimentación y manejo del error (Sección 3).
3. Fundamentar elementos teóricos emergentes derivados de la práctica pedagógica...	Epistémica / Teórica	Articulación TAC – Aprendizaje Significativo	Relación conceptual entre TAC como <i>organizador previo</i> , el pensamiento aleatorio y la estructura cognitiva.	Entrevista	Guion Docentes y Estudiantes	13, 15, 16, 17	7, 13, 15, 16	Evidencias de construcción de significado, metacognición y retención.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR

Doctorado en Ciencias de la Educación

Proyecto: Aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las TAC en estudiantes de educación media de Samaniego, Nariño, Colombia

Autor: Franco Edilberto Melo Díaz

Título del instrumento # 1:

Entrevista semiestructurada a docentes

- Propósito: Develar concepciones, experiencias, dificultades y estrategias pedagógicas relacionadas con el pensamiento aleatorio y el uso de TAC.
- Formato: preguntas abiertas, con posibilidad de repreguntas.
- Dimensiones: experiencial, pedagógica, tecnológica, reflexiva.

Ítems entrevista Docentes

1. ¿Qué significa para usted el “Pensamiento Aleatorio”?
2. ¿Cómo relaciona o conecta el pensamiento aleatorio con situaciones de la vida diaria de sus estudiantes?
3. Por favor describa una experiencia en su práctica de aula en la que los estudiantes lograron comprender mejor un tema de probabilidad o estadística.
4. Desde su experiencia en el aula, ¿cuáles cree que son las principales dificultades que presentan los estudiantes al momento de abordar temas vinculados con la probabilidad y la estadística?
5. En función de lo anterior, ¿Qué ha hecho en su práctica de aula para tratar de minimizar las dificultades mencionadas?
6. ¿Podría mencionar algunas actitudes en sus estudiantes frente al pensamiento aleatorio?
7. Desde su práctica experiencial ¿Por qué considera importante usar las Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento (TAC) como apoyo al aprendizaje del pensamiento aleatorio en los estudiantes?
8. En su proceso de enseñanza ¿Qué estrategias pedagógicas utiliza para potenciar el pensamiento aleatorio?
9. ¿Podría describir qué Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento (TAC) ha integrado en su planificación y enseñanza?
10. ¿Cuál es el rol que, desde su percepción, juega cada una de las TAC que usted utiliza en la articulación con los contenidos curriculares?

11. ¿Podría mencionar algunos momentos en el que el uso de estos recursos modificó su estrategia de enseñanza?
12. Cuando usa las TAC en su enseñanza ¿Qué siente que cambia en el aprendizaje de los estudiantes?
13. ¿Por qué cree usted que el uso de estos recursos potencia la motivación y la comprensión de los estudiantes?, ¿Cómo lo evidencia en el rendimiento?
14. Cuando usa estos recursos, ¿Cómo se sienten los estudiantes, ¿qué le expresan?
15. A partir de su experiencia con estos recursos, ¿qué principios o ideas considera que son fundamentales para potenciar la enseñanza efectiva del Pensamiento Aleatorio con TAC?
16. En el caso de describir su experiencia sobre el uso de las TAC para potenciar la enseñanza efectiva del Pensamiento Aleatorio ¿Qué les diría a sus colegas?
17. Desde su experiencia ¿Cuál cree usted que es el elemento teórico clave que deberían adoptar los docentes para lograr un Aprendizaje Significativo con TAC?

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR

Doctorado en Ciencias de la Educación

Proyecto: Aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las TAC en estudiantes de educación media de Samaniego, Nariño, Colombia

Autor: Franco Edilberto Melo Díaz

Título del instrumento # 2:

Entrevista a estudiantes

- Propósito: Explorar percepciones, actitudes, dificultades y experiencias con el aprendizaje del pensamiento aleatorio mediado por TAC.
- Formato: preguntas abiertas, con opción a repreguntas.
- Dimensiones: cognitiva, afectiva, tecnológica, experiencial.

Ítems entrevista Estudiantes

1. ¿Cuándo se hace referencia al pensamiento aleatorio en qué piensas?
2. ¿En qué ocasiones de la vida diaria usas lo que has aprendido en estadística o probabilidad?
3. ¿Podrías narrar una clase donde sientas que entendiste mejor algún tema de estadística o probabilidad, ¿qué te hace recordarla?
4. ¿Qué tema de estadística o probabilidad te ha costado más entender y por qué crees que fue así?
5. ¿Qué estrategias usas cuando te cuesta comprender algún concepto o actividad vinculado con estadística o probabilidad?
6. ¿Cómo te sientes cuando realizas actividades de estadística o probabilidad en clase?
7. ¿Por qué crees que es importante usar tecnología cuando aprendes temas de probabilidad o estadística?
8. ¿Qué actividades, ejercicios o formas de trabajar te han ayudado más a aprender pensamiento aleatorio?
9. ¿Qué tecnologías ha usado tu profesor en clase para enseñar estadística o probabilidad?
10. ¿Para qué crees que sirven esas tecnologías que usa tu profesor?
11. ¿Podrías describir una situación en el aula en que la tecnología te ayudó a entender mejor algo?
12. ¿Qué cambia para ti cuando el profesor usa tecnología?
13. ¿La tecnología te motiva o te ayuda a entender mejor? ¿Por qué?

14. ¿Cómo te sientes cuando el profesor usa tecnología en clase? ¿Sueles comentarle algo sobre eso?
15. ¿Qué debería tener una clase con tecnología para ayudarte a aprender mejor?
16. ¿Qué consejo darías a los profesores para enseñar mejor con tecnología?

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR

Doctorado en Ciencias de la Educación

Proyecto: Aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las TAC en estudiantes de educación media colombiana

Autor: Franco Edilberto Melo Díaz

Título del instrumento # 3:

GUÍA DE OBSERVACIÓN EN EL AULA - PENSAMIENTO ALEATORIO CON TAC

Propósito: Registrar prácticas reales de mediación didáctica, las interacciones, la participación y uso de TAC, es decir, este instrumento está diseñado para registrar de forma sistemática cómo se mediatiza el aprendizaje del pensamiento aleatorio en el contexto escolar de Educación Media.

SECCIÓN 1. DATOS DE LA OBSERVACIÓN

Fecha: _____ Hora: _____ Duración: _____

Docente: _____ Grado: _____ Tema: _____

SECCIÓN 2. CLIMA DE AULA

- Participación estudiantil: Alta () Media () Baja ()
- Interacción docente-estudiante: _____
- Uso del contexto local: Sí () No () Observaciones: _____

SECCIÓN 3. ESTRATEGIAS MATEMÁTICAS

- Metodología empleada: _____
- Recursos utilizados: _____
- Manejo de errores: _____

SECCIÓN 4. PENSAMIENTO ALEATORIO

- Conceptos abordados: _____
- Nivel de comprensión observado: _____

- Dificultades identificadas: _____

SECCIÓN 5. USO DE TECNOLOGÍA

- Herramientas TAC empleadas: _____

- Nivel de apropiación tecnológica: _____

NOTAS DESCRIPTIVAS: _____

DIMENSIONES A OBSERVAR:		
Dimensión	Indicador operativo	Registro sugerido
1) Tecnológica	Tipo de recursos se utilizan en clase; tipo de actividad (impreso, digital, simulación, interpretación, test)	✓ / ✗ + descripción breve
2) Tecnológica	Estudiantes interactúan activamente con los recursos utilizados (exploran, responden, comentan)	Alta / Media / Baja
3) Tecnológica	Se emplea otros recursos no digitales como complemento; tipo de uso (ejercicios, guía, evaluación)	✓ / ✗ + descripción breve
4) Pedagógica	Docente actúa como mediador (guía, pregunta, retroalimenta)	✓ / ✗ + ejemplos concretos
5) Participativa	Nº de estudiantes activos; tipo de participación (oral, escrita, colaborativa)	Conteo + notas cualitativas
6) Cognitiva	Tipo de tarea de pensamiento aleatorio (interpretación de datos, probabilidad, conteo)	Baja / Media / Alta complejidad
7) Evaluativa	Presencia de retroalimentación formativa; tipo (individual, grupal, inmediata)	✓ / ✗ + ejemplos

8) Cognitiva	Dificultades observadas (conceptuales, procedimentales, tecnológicas, actitudinales)	Descripción libre
9) Cognitiva-tecnológica	Evidencias de aprendizaje (producciones, respuestas, uso de herramientas)	Capturas / notas / ejemplos de tareas
10) Pedagógica	Adaptaciones docentes en tiempo real; ajustes según contexto o dificultades emergentes	✓ / ✗ + descripción breve

Este protocolo está previsto para aplicarse en sesiones de 45 a 90 minutos, y complementando con notas de campo para facilitar la codificación abierta en el análisis.

Constancias de validación de los instrumentos

Constancia de Validación

Yo, Johana Lourdes Massabielle Flórez Chacón, titular de la cédula de identidad N^o 17.877.072, con el nivel académico de **Doctora en Educación**, hago constar que he validado la propuesta de los instrumentos de recogida de datos elaborados por la ciudadano: **Franco Edilberto Melo Díaz**, estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación administrado por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador en su Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio - Extensión Académica San Cristóbal, en el marco del desarrollo de la tesis doctoral: "**Aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento en estudiantes de educación media colombiana**".

De acuerdo con la valoración del dossier de instrumentos realizada considero lo siguiente:

Instrumento evaluado	Valoración
• Guion de entrevista semiestructurada	Coherente redacción de las interrogantes de acuerdo a las unidades temáticas.
• Cuestionario mixto	Pertinente para el estudio.
• Guion de observación de clase	Excelente de acuerdo a los tópicos a abordar.

Esta constancia la emite el valorador solo si los instrumentos reúnen los requisitos.

En la ciudad de San Cristóbal, a los 12 días del mes de noviembre 2025



Firma

Constancia de Validación

Yo, Josefina Balbo, titular de la cédula de identidad N° 5665769, con el nivel académico de **Doctor en Pedagogía, y Postdoctor en IA aplicada a la educación**, hago constar que he validado la propuesta de los instrumentos de recogida de datos elaborados por la ciudadano: **Franco Edilberto Melo Díaz**, estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación administrado por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador en su Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio - Extensión Académica San Cristóbal, en el marco del desarrollo de la tesis doctoral: **“Aprendizaje significativo del pensamiento aleatorio mediado por las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento en estudiantes de educación media colombiana”**

De acuerdo con la valoración del dossier de instrumentos realizada considero lo siguiente:

Instrumento evaluado	Valoración
• Guion de entrevista semiestructurada	Bien con las observaciones sugeridas
• Cuestionario mixto	Aunque está bien estructurado con preguntas claras y comprensibles no lo veo apropiado con el paradigma asumido
• Guion de observación de clase	Bien con las observaciones sugeridas

Me parece muy buen trabajo, cada uno de los instrumentos revisados tienen sobre todo profundidad metodológica, relación con los objetivos, vinculación con el contexto y le va a permitir una muy interesante triangulación de técnicas, en cada uno de ellos están mis observaciones, al realizarlas considero que ya puede aplicarlos y conseguir su data para empezar su análisis y construir los elementos teóricos derivados de la práctica pedagógica con apoyo de las TAC, para orientar el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio en estudiantes de educación media colombiana.

Me surge una duda porque usted relata que como técnicas cualitativas usará la entrevista en profundidad, la observación participante y el análisis documental, con el fin de develar las concepciones y prácticas de docentes y estudiantes, y no habla del cuestionario, que es más para medir y explicar y no comprender el fenómeno de lo cuantitativo, entonces ¿Para que el cuestionario a los estudiantes?. Reflexione ya con entrevista, observación y análisis documental puede obtener una data valiosa y abundante.

Le señalo esto porque si usted lo piensa a detalle sus objetivos Develar las concepciones y prácticas, desde la realidad que manifiestan docentes y estudiantes en torno al aprendizaje del pensamiento aleatorio mediado por TAC (puede realizar entrevistas a docentes y estudiantes, Caracterizar la mediación de las TAC en el desarrollo del pensamiento aleatorio a partir de la interacción, las estrategias y los métodos pedagógicos observados en el aula de educación media (con la observación de aula) y Fundamentar los elementos teóricos derivados de la práctica pedagógica con apoyo de las TAC, para orientar el Aprendizaje Significativo del Pensamiento Aleatorio en estudiantes de educación media colombiana (combinación de lo anterior con el análisis documental), no dan cabida al cuestionario para estudiantes.

Esta constancia la emite el valorador solo si los instrumentos reúnen los requisitos.

En la ciudad de San Cristóbal, a los 12 días del mes de noviembre de 2025.

Josefin Balbo de S.

Anexo A-3. Matriz de Códigos Emergentes y Saturación Teórica

La siguiente matriz presenta los códigos emergentes identificados durante la codificación abierta, con su frecuencia de aparición en el corpus de datos, la categoría axial a la que fueron asignados, y el indicador de saturación teórica. La saturación se declaró cuando tres entrevistas consecutivas no aportaron nuevas propiedades ni dimensiones a la categoría correspondiente.

CÓDIGO EMERGENTE (ABIERTO)	FREC.	CATEGORÍA AXIAL ASIGNADA	SATURACIÓN	POSTULADO RELACIONADO
Barrera lenguaje matemático abstracto	28	Condiciones Cognitivas de Entrada	Entrev. 7	Postulado III
Contextualización de datos del entorno	35	Praxis Pedagógica Docente	Entrev. 6	Postulado II
Uso de simuladores / Visualización dinámica	42	Mediación Instrumental TAC	Entrev. 5	Postulado I
Optimización del tiempo / eliminación cálculo manual	19	Beneficios Procedimentales de las TAC	Entrev. 8	Postulado III
Frustración / Apatía inicial hacia la estadística	24	Factores Actitudinales del Aprendiz	Entrev. 6	Postulado II
Anclaje visual-teórico del concepto	31	Integración en la Estructura Cognitiva	Entrev. 5	Postulado I
Aprendizaje colaborativo mediado por TAC	22	Interacción Social en el Aprendizaje	Entrev. 9	Postulado VI
Dependencia del andamiaje tecnológico	14	Riesgos de la Mediación TAC	Entrev. 10	Postulado III
Ausencia de transposición didáctica reflexiva	17	Praxis Pedagógica Docente	Entrev. 8	Postulado IV
Disonancia integración esporádica por	11	Riesgos de la Mediación TAC	Entrev. 11	Postulado V

Transferencia del saber al entorno cotidiano	26	Consecuencias del Aprendizaje Significativo	Entrev. 7	Postulado II
--	-----------	---	-----------	--------------

Anexo A-4. Memorandos analíticos clave

Se tienen tres ejemplos: un memo teórico sobre el rol de las TAC como puentes cognitivos; un memo metodológico sobre las decisiones de muestreo teórico focalizado; y un memo integrador sobre la configuración de la categoría central.

Memo D.1 — Memo Teórico: El rol de las TAC como puentes cognitivos

Fecha: [diciembre, 2025] | Tipo: Teórico | Categoría referida: Mediación TAC como puente cognitivo

Tras contrastar los datos de EST_4_IPSA y DOC_6_SIMB usando el método de comparación constante, advierto que la tecnología en sí misma (hardware/software) no genera el aprendizaje. La verdadera condición causal del aprendizaje significativo es la capacidad del software para representar visual y dinámicamente un concepto abstracto (la aleatoriedad, la distribución de probabilidad). Cuando el docente facilita este recurso con intencionalidad pedagógica, ocurre una interacción en la que el estudiante usa la TAC como un organizador previo ausubeliano, permitiéndole encajar la nueva información estadística en su estructura cognitiva preexistente. La consecuencia observable es que disminuye el rechazo histórico hacia las matemáticas y aumenta el aprendizaje autónomo y significativo. Este memo me confirma que la teoría emergente no trata sobre la herramienta tecnológica, sino sobre la mediación cognitiva a través de la herramienta. La saturación teórica se ha alcanzado respecto a esta dimensión analítica.

Memo D.2 — Memo Metodológico: Decisión de Muestreo Teórico Focalizado

Fecha: [enero 2026] | Tipo: Metodológico | Decisión referida: Inclusión de informantes complementarios en SIMA e IPSA

Tras las primeras seis entrevistas, la categoría de Mediación TAC efectiva está bien saturada con los datos de MOT y SMP. Sin embargo, la dimensión de los riesgos de la mediación (aprendizaje aparente, dependencia tecnológica, disonancia por tiempos esporádicos) emergió con datos insuficientes solo de SIMA e IPSA. Decido hacer muestreo teórico focalizado en estos dos escenarios, buscando específicamente informantes que puedan

iluminar las condiciones bajo las cuales la mediación TAC produce consecuencias negativas o insuficientes. Esta decisión es metodológicamente coherente con el principio de TF: el muestreo no busca representatividad estadística sino densificación teórica de las categorías menos saturadas. Los casos negativos no son excepciones para explicar, sino variaciones que definen las condiciones de aplicabilidad de la teoría.

Memo D.3 — Memo Integrador: Configuración de la Categoría Central

Fecha: [enero, 2026] | Tipo: Integrador | Categoría referida: Categoría Central de la Teoría Sustantiva

Al comparar los cinco escenarios y los tres casos negativos, el patrón que emerge con mayor consistencia no es técnico sino pedagógico: la variable que más varía entre los escenarios exitosos y los negativos no es la herramienta TAC disponible (todas las instituciones tienen acceso a recursos similares), sino la manera en que el docente articula esa herramienta con los conocimientos previos del estudiante, con la realidad del contexto y con una secuencia pedagógica progresiva y continua. Decido formular la categoría central como “Mediación Cognitiva Ecosistémica”, que captura tanto la naturaleza sistémica del proceso (ecosistema de herramientas) como su dimensión cognitiva (generación de puentes entre saber formal e intuición) y su condición de posibilidad (reconfiguración de la praxis pedagógica docente). Esta categoría integra las cuatro categorías emergentes de la codificación abierta, explica los casos negativos como variaciones y define las condiciones de aplicabilidad de la teoría. La saturación de la categoría central se confirma al verificar que los datos de los informantes complementarios no alteran su configuración.

Anexo A-5. Ejemplo de codificación aplicada: Fracturación e Integración

La siguiente tabla ilustra el proceso de fracturación e integración analítica aplicado a fragmentos representativos de las transcripciones. Muestra la progresión desde la codificación abierta con los conceptos *in vivo*, pasando por la codificación axial delineando subcategorías y propiedades, hasta la codificación selectiva que deriva a la categoría central emergente.

FRAGMENTO (DATOS CRUDOS)	CODIFICACIÓN ABIERTA (CONCEPTOS IN VIVO)	CODIFICACIÓN AXIAL (SUBCATEGORÍA / PROPIEDAD)	CODIFICACIÓN SELECTIVA (CATEGORÍA CENTRAL)
“La probabilidad es un método que nos ayuda a estudiar variables... al aplicar la tecnología es como que hace más fácil ese método porque ya no tiene que hacer cálculos a mano... pero lo que más me ayudó fue ver la curva normal moviéndose en el simulador.” (EST_1_MOT)	- Hacer más fácil el método - Evitar cálculos manuales - Ver la curva moviéndose - Distinción entre operar y comprender	TAC como doble función: (1) Reducción de carga procedimental. (2) Representación visual-dinámica del concepto abstracto como organizador previo.	Mediación TAC en el procesamiento cognitivo: distinción entre eficiencia procedimental y comprensión conceptual. Fundamento del Postulado I y III.
“Yo creo que no es como que se aprende desde cero, sino que se aporta, o sea relacionar el video con la clase y es que los videos son más como gráficos, entonces creo que ayudan como a comprender mejor.” (EST_5_SIMB)	- No aprender desde cero - Relacionar video con clase - Ayuda gráfica para comprender - Complementariedad del recurso TAC	Interacción: Anclaje visual de nuevos saberes con conocimientos previos. Las TAC no reemplazan la clase, sino que traducen el lenguaje verbal al lenguaje visual-intuitivo.	Ecosistemas TAC como Organizadores Previos (Ausubel): generación de puentes cognitivos entre representación simbólica y comprensión intuitiva. Fundamento del Postulado I.
“Él sabe mucho de estadística, eso sí, pero es que explica muy duro. Nos pone a hacer cosas en Excel que ni siquiera entendemos para qué sirven y cuando le preguntamos nos vuelve a explicar lo mismo pero más rápido” (EST_2_SIMA)	- Dominio técnico del docente - Explicación inaccesible - Uso de Excel sin sentido - Ausencia de andamiaje	Caso negativo: Dominio técnico sin transposición didáctica. Las TAC amplifican la brecha cognitiva cuando no media la adaptación pedagógica del docente.	El docente como Arquitecto Cognitivo: condición necesaria de la mediación efectiva. La competencia técnica sin reflexividad pedagógica es obstáculo epistemológico (Bachelard). Fundamento del Postulado IV.

FRAGMENTO (DATOS CRUDOS)	CODIFICACIÓN ABIERTA (CONCEPTOS IN VIVO)	CODIFICACIÓN AXIAL (SUBCATEGORÍA / PROPIEDAD)	CODIFICACIÓN SELECTIVA (CATEGORÍA CENTRAL)
“Desde que aprendí a calcular promedios y desviaciones en el computador, cuando mi papá me pregunta cómo le fue con el café este año, yo le puedo decir no solo cuánto vendió sino si fue mejor o peor que lo normal de los últimos años.” (EST_3_SMP)	- Aplicación fuera del aula - Transferencia al entorno familiar - Contextualización agropecuaria - Estadística como herramienta ciudadana	Consecuencia máxima del aprendizaje significativo mediado por TAC: transferencia autónoma del saber estadístico al entorno cotidiano del estudiante.	Contextualización radical + Mediación TAC = Aprendizaje con transferencia real. Evidencia empírica del Postulado II y fundamento de la Conclusión Específica 2.

Anexo A-6. Síntesis curricular del autor

Mi nombre es Franco Edilberto Melo Díaz. Soy licenciado en Matemáticas por la Universidad de Nariño, especialista en Informática Educativa y magíster en Gestión de la Tecnología Educativa por la Universidad de Santander. Actualmente soy estudiante del Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), Venezuela.

Soy oriundo del municipio de Samaniego, Nariño, Colombia. Tengo 45 años de edad, de los cuales he dedicado 24 años al ejercicio de la docencia en diferentes instituciones educativas del departamento de Nariño, particularmente en los municipios de Cumbitara, Sotomayor, La Llanada, Pasto y Samaniego.

En la ciudad de Pasto tuve la oportunidad de desempeñarme como docente en el Liceo de la Universidad de Nariño, reconocido como uno de los mejores colegios públicos de Colombia, así como en la Institución Educativa Nuestra Señora de Guadalupe de Catambuco. En el municipio de Samaniego he laborado en la Institución Educativa “El Motilón” y actualmente en la Institución Educativa Simón Bolívar, institución de la cual puedo decir orgullosamente que soy egresado.

Asimismo, ejercí como docente universitario durante seis años. En este periodo fui profesor de la Universidad de Nariño durante tres años y de la Universidad Autónoma de Nariño por un periodo similar.

A lo largo de mi trayectoria profesional, he procurado orientar mi labor pedagógica hacia el fortalecimiento del pensamiento matemático y el mejoramiento continuo de los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Actualmente lidero el proyecto institucional de Olimpiadas Matemáticas y desempeño el cargo de jefe del área de Matemáticas en la Institución Educativa Simón Bolívar.

Finalmente, agradezco a Dios por permitirme servir a través de la educación y por los logros alcanzados junto a los estudiantes que han hecho parte de este proceso formativo.

Anexo A-7. Síntesis curricular de la Tutora

Yusbelia Moreno Hernández es docente universitaria venezolana en el área de Informática, con trayectoria académica y experiencia investigativa en educación, tecnologías digitales y búsqueda de información académica. Es Licenciada en Educación, mención Informática por la Universidad Católica del Táchira (UCAT, 1998), Especialista en Sistemas de Información por la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB, 2002) y Doctora en Educación por el Instituto Pedagógico Rural “Gervasio Rubio” de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2019).

Actualmente se desempeña como profesora con escalafón Agregado en la Universidad de Los Andes (ULA), Núcleo Táchira, y forma parte del grupo de investigaciones relacionadas con Innovación, Gestión y Tecnología. Su producción académica y sus líneas de trabajo se orientan hacia las tecnologías digitales e inteligencia artificial generativa en educación, la búsqueda de información académica y las representaciones sociales, con un interés particular en la articulación entre pedagogía, innovación y mediaciones tecnológicas.

En el ámbito del postgrado, ejerce como docente e investigadora en destacados programas de cuarto y quinto nivel. En el Doctorado en Ciencias de la Educación de la UPEL (IMPM San Cristóbal), participa como tutora de tesis doctoral y facilita las cátedras de Tutoría I, II y III, bajo convenios internacionales con Colombia (INFORAC, SINDIDNAR, CIDER). Asimismo, forma parte del Doctorado en Pedagogía de la ULA Táchira, donde dicta la asignatura *Virtualización en la Formación Universitaria* y ejerce como tutora doctoral; además, ha respaldado la gestión académica de esta institución como miembro de la Comisión Científica-Tecnológica en sus congresos internacionales de Pedagogía (ediciones 2018 y 2023).

Por otra parte, desde 2017 está vinculada a la Especialización en Periodismo en Medios Digitales de la ULA Táchira, dictando los cursos de *Multimedia I*, *Multimedia II* y el módulo de *Investigación Académica*. En este programa, también se desempeña como jurado y tutora de trabajos especiales de grado, y es miembro de su Consejo Técnico desde el año 2019.