SISTEMATIZACIONES DIDÁCTICAS EN CONTEXTOS DE CARENCIA:

Experiencias en matemática y geometría descriptiva

AUTORÍA

María Gabriela Barrera Rea
José Luis Viteri Morales

EDICIONES RISEI

COLECCIÓN:
Sistematización de Experiencias Educativas

Sistematizaciones didácticas en contextos de carencia: experiencias en matemática y geometría descriptiva

Autores

María Gabriela Barrera Rea
José Luis Viteri Morales

© Ediciones RISEI, 2025.
Todos los derechos reservados.
Este libro se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución CC BY 4.0 Internacional.
Las opiniones expresadas en esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la posición de la editorial.

Editorial: Ediciones RISEI.
Colección Sistematización de Experiencias Educativas.
Título del libro: Sistematizaciones didácticas en contextos de carencia: experiencias en matemática y geometría descriptiva .
Autoría: María Gabriela Barrera Rea / José Luis Viteri Morales/ / .
Edición: Primera edición.
Año: 2025.
ISBN: 978-9942-596-76-5.
DOI: https://doi.org/10.63624/risei.book-978-9942-596-76-5

Coordinación editorial: Jorge Maza-Córdova y Tomás Fontaines-Ruiz.
Diagramación y diseño: Unidad de Diseño.
Revisión por pares: Sistema doble ciego de revisión externa.

Machala — Ecuador, diciembre de 2025.

Este libro fue diagramado en LaTeX.
Disponible en: https://editorial.risei.org/
Contacto: info@risei.org

Prólogo

A lo largo de mi trayectoria como docente e investigador en didáctica de la matemática, he podido constatar una realidad que atraviesa diversos niveles educativos y que se repite con insistencia en el contexto latinoamericano: la carencia de recursos, las brechas formativas de entrada y las dificultades epistemológicas no son obstáculos definitivos para aprender. Por el contrario, constituyen puntos de partida fecundos para transformar la enseñanza cuando el docente, en lugar de rendirse ante las limitaciones, decide leer el contexto, responder con creatividad y construir alternativas pedagógicas sólidas, humanas y fundamentadas. Esta convicción se ha fortalecido con cada experiencia vivida en el aula, con cada estudiante que ha logrado avanzar pese a las adversidades, y con cada investigación desarrollada en los últimos años como parte de mi compromiso académico en las aulas de clases.

En mis investigaciones he podido evidenciar que el aprendizaje de la matemática y de otras disciplinas técnicas es profundamente sensible al clima emocional del aula, a las oportunidades de participación activa que se ofrecen al estudiante, y al modo en que se conectan los contenidos abstractos con la experiencia cotidiana. Así se observa en estudios como el impacto del trabajo colaborativo para potenciar el aprendizaje de las matemáticas, mostrando cómo la interacción entre pares puede mejorar significativamente el desempeño académico y la actitud hacia la materia

De igual modo, investigaciones centradas en modelos como el aula invertida han demostrado que cuando el estudiante asume un rol activo en la construcción de su conocimiento preparándose previamente con videos, retos o secuencias digitales su comprensión se profundiza y su motivación aumenta notablemente.

Otra línea que he explorado con fuerza es la gamificación. A través de diversos estudios, tanto experimentales como sistemáticos, he comprobado que los elementos del juego retos, insignias, niveles, dinámicas de cooperación pueden transformar la experiencia matemática en una vivencia más atractiva, significativa y emocionalmente positiva para los estudiantes. Investigaciones realizadas en ecuaciones, funciones reales y procesos de resolución de problemas muestran mejoras claras en el rendimiento académico cuando se aplican estrategias gamificadas, incluso en contextos de vulnerabilidad educativa.

Estas evidencias han confirmado que la motivación estudiantil es un factor decisivo para sostener el aprendizaje, especialmente en asignaturas percibidas como difíciles o inaccesibles.

Asimismo, he podido documentar el valor de las herramientas tecnológicas en la formación matemática. Las plataformas digitales, como Khan Academy, permiten personalizar el aprendizaje y ajustar el ritmo según las necesidades del estudiante. En investigaciones realizadas en el estudio de funciones lineales, se ha demostrado que estas herramien-

tas no solo diversifican los recursos didácticos, sino que también fortalecen la autonomía estudiantil y contribuyen a cerrar brechas formativas propias de los primeros años de educación media y bachillerato

Sumado a ello, he explorado métodos alternativos como los cuentos matemáticos o los crucigramas conceptuales. Estos recursos, aunque poco tradicionales, han evidenciado tener un impacto notable en la comprensión de contenidos abstractos, ayudando a los estudiantes a conectar las matemáticas con historias significativas o con retos cognitivos más lúdicos

Este tipo de investigaciones refuerza la idea de que aprender matemáticas no debe ser un ejercicio rígido, sino un proceso creativo, emocionalmente seguro y contextualizado.

Todas estas líneas de trabajo, aunque diversas en metodología y población, confluyen en un propósito común: demostrar que la innovación pedagógica florece incluso y especialmente en contextos de carencia. Es precisamente en estos escenarios donde el docente, lejos de verse limitado por la infraestructura, descubre su mayor potencial creativo y transforma sus prácticas con un profundo compromiso humano y ético. Innovar no es necesariamente incorporar tecnología de punta, sino reinterpretar el acto pedagógico para generar experiencias significativas con lo que se tiene al alcance.

Este libro recoge justamente esa esencia. Sus dos capítulos uno orientado a la enseñanza de la Matemática y otro a la Geometría Descriptiva muestran experiencias auténticas, situadas y valiosas que demuestran cómo el andamiaje didáctico, la mediación emocional y el aprendizaje activo permiten superar limitaciones de acceso, vacíos instrumentales y dificultades cognitivas.

El primer capítulo, centrado en la experiencia denominada “Matemáticas sin miedo”, revela la potencia pedagógica de las metodologías activas, lúdicas y exploratorias para transformar la percepción estudiantil hacia la asignatura. En un contexto donde muchos estudiantes experimentan ansiedad matemática o han acumulado frustraciones debido a enfoques tradicionales, este proyecto demuestra que la enseñanza puede resignificarse a partir de actividades participativas, narrativas, dinámicas y accesibles. El capítulo muestra cómo, al utilizar estrategias vivenciales, juegos de razonamiento, actividades manipulativas y un acompañamiento docente empático, los estudiantes no solo comprenden mejor los contenidos, sino que empiezan a reconstruir su relación emocional con la matemática. Es un ejemplo claro de cómo las metodologías activas, que también he investigado a través de la gamificación, el aula invertida y los cuentos matemáticos, pueden abrir caminos de aprendizaje más humanos y efectivos.

El segundo capítulo, por su parte, aborda el desafío de enseñar Geometría Descriptiva en condiciones particularmente adversas: ausencia de mesas de dibujo, escasez de instrumentos técnicos y estudiantes con vacíos importantes en visualización espacial y uso de herramientas gráficas. Esta experiencia se convierte en una evidencia contundente de cómo el andamiaje didáctico cuando es explícito, gradual, situado y emocionalmente acompañante permite que los estudiantes desarrollen habilidades de representación incluso en escenarios donde, tradicionalmente, la infraestructura se ha considerado indispensable. El capítulo ofrece una reflexión profunda sobre la responsabilidad docente de leer

el contexto, identificar la brecha, organizar una secuencia didáctica estratégica y sostener emocionalmente al estudiante durante el proceso. Se trata de un ejemplo paradigmático de lo que denomino "pedagogía de la carencia", donde la creatividad y el criterio profesional del docente logran subsanar limitaciones materiales significativas.

Ambas sistematizaciones revelan algo fundamental: la práctica docente reflexiva no consiste solo en aplicar técnicas, sino en interpretar el contexto, acompañar al estudiante y diseñar rutas pedagógicas que dignifiquen el aprendizaje. Tanto en mis investigaciones como en estas experiencias, la enseñanza emerge como un acto profundamente humano, relacional y ético, donde la técnica didáctica se subordina al propósito de transformar vidas y abrir posibilidades.

El libro que tiene en sus manos dialoga, por tanto, con todas estas líneas de investigación que he desarrollado: el clima colaborativo como motor del razonamiento matemático, el uso de plataformas digitales para personalizar el aprendizaje, la gamificación como estrategia motivacional, las narrativas como recurso para contextualizar conceptos, las metodologías activas para revitalizar el aula y el acompañamiento emocional como pilar del aprendizaje. Las experiencias que aquí se presentan no son ajenas a ese marco, sino que lo amplían y lo enriquecen desde nuevas perspectivas.

Desde esta mirada, el libro reafirma una verdad que considero central en la educación contemporánea: los contextos adversos no disminuyen la calidad de la enseñanza; solo exigen docentes capaces de repensar, reinventar y rehumanizar su práctica.

En un tiempo donde las desigualdades educativas se profundizan, la respuesta no está únicamente en la tecnología, en los recursos o en las reformas curriculares, sino en la creatividad, la sensibilidad y la formación del docente.

Invito al lector a recorrer estas páginas con una mirada abierta. Cada sección ofrece no solo resultados, sino aprendizajes, desafíos, tensiones y oportunidades para continuar investigando y transformando la enseñanza de disciplinas técnicas. En un sistema educativo diverso, heterogéneo y muchas veces desigual, la pedagogía creativa, contextualizada y reflexiva se convierte en uno de los recursos más poderosos que tenemos para acompañar a nuestros estudiantes hacia el logro académico y personal.

Este libro es, por tanto, un testimonio de posibilidades. Una evidencia de que, incluso en las circunstancias más complejas, es posible construir experiencias de aprendizaje significativas, humanas y profundamente transformadoras.

Índice general

Prólogo i

1. Matemáticas sin miedo: una experiencia de vinculación universitaria basada en metodologías activas **1**

1.1. Introducción 3
1.1.1. Apertura contextual 3
1.1.2. Problematización 4
1.1.3. Propósito de la sistematización 7
1.2. Criterios de valor 8
1.2.1. Delimitación del objeto de estudio 11
1.3. Fundamentación conceptual y operativa de la experiencia 13
1.3.1. Conceptos estructurantes del análisis 13
1.3.2. Aplicación de los conceptos en la experiencia 16
1.3.3. Ludificación del aprendizaje como motor metodológico 17
1.3.4. Dimensiones de análisis 22
1.3.5. Indicadores de logro y evidencias 24
1.3.6. Fuentes y métodos de verificación 27
1.3.7. Justificación teórica del enfoque adoptado 31
1.4. Vinculación de la experiencia con el currículo de formación docente . . . 35
1.4.1. Contribución a las competencias del perfil de egreso 35
1.4.2. Resultados de aprendizaje vinculados con la experiencia 39
1.4.3. Relevancia curricular y aportes formativos 42
1.5. Conclusiones 44

2. Andamiaje didáctico emergente en contextos de carencia sistematización de una experiencia en la enseñanza de la geometría descriptiva **52**

2.1. Formación inicial en Geometría Descriptiva 55
2.1.1. Problematización 56
2.1.2. Propósito 57
2.1.3. Criterios de valor 58
2.1.4. Delimitación del objeto de estudio 59
2.2. Fundamentación 61
2.2.1. Bisagra textual 61
2.2.2. Definición de conceptos centrales 62
2.2.3. Formulación de dimensiones 63
2.3. Construcción de indicadores 65
2.4. Fuentes y métodos de verificación 67
2.4.1. *Explicación de fuentes y métodos de verificación* 68
2.5. Justificación teórica del conjunto 69
2.6. Transición hacia el vínculo curricular 71
2.7. Identificación de competencias del perfil de la carrera 72

2.8. Resultados de aprendizaje vinculados 73
2.9. Actividades y evidencias 75
2.10. Reflexión sobre la alineación curricular 79
2.11. Integración del vínculo curricular y perfil de la carrera 81
2.12. Transición hacia la operacionalización estratégica 81
2.13. Estrategias núcleo en acción 82
2.14. Estrategias de soporte aplicadas 84
2.15. Estrategias de contingencia desplegadas 86
2.16. Arquitectura del ecosistema estratégico 88
2.17. Cierre integrador del Ecosistema Estratégico 89
2.18. Transición hacia la evaluación 90
2.19. Instrumentos de evaluación aplicados 91
2.20. Indicadores de evaluación y criterios de validez 93
2.21. Análisis preliminar de evidencias 95
2.22. Validez, sesgos y factibilidad 97
2.23. Cierre integrador de la evaluación 98
2.24. Reflexión crítica sobre la experiencia 99

A. Anexo del Capítulo Andamiaje didáctico emergente en contextos de carencia sistematización de una experiencia en la enseñanza de la geometría descriptiva 104
A.1. Imágenes 105

1

Matemáticas sin miedo: una experiencia de vinculación universitaria basada en metodologías activas

María Gabriela Barrera Rea [1]

La presente sistematización analiza una experiencia de tutorías universitarias implementadas en un colegio particular de la ciudad de Milagro, orientadas a fortalecer la comprensión y el razonamiento matemático mediante metodologías activas, lúdicas y contextualizadas. El capítulo describe el entorno institucional, los desafíos iniciales derivados de vacíos conceptuales y actitudes negativas hacia la matemática, y las estrategias aplicadas para promover un aprendizaje significativo. Los resultados evidencian mejoras sustanciales en el desempeño, la motivación y la disposición emocional del estudiantado, así como un notable desarrollo profesional en las tutoras en formación. La experiencia constituye un modelo replicable para contextos educativos reales.

[1] Universidad Estatal de Milagro, `mbarrerar1@unemi.edu.ec`.

Índice

1.1. Introducción **3**
1.1.1. Apertura contextual 3
1.1.2. Problematización 4
1.1.3. Propósito de la sistematización 7
1.2. Criterios de valor **8**
1.2.1. Delimitación del objeto de estudio 11
1.3. Fundamentación conceptual y operativa de la experiencia **13**
1.3.1. Conceptos estructurantes del análisis 13
1.3.2. Aplicación de los conceptos en la experiencia 16
1.3.3. Ludificación del aprendizaje como motor metodológico 17
1.3.4. Dimensiones de análisis 22
1.3.5. Indicadores de logro y evidencias 24
1.3.6. Fuentes y métodos de verificación 27
1.3.7. Justificación teórica del enfoque adoptado 31
1.4. Vinculación de la experiencia con el currículo de formación docente **35**
1.4.1. Contribución a las competencias del perfil de egreso 35
1.4.2. Resultados de aprendizaje vinculados con la experiencia 39
1.4.3. Relevancia curricular y aportes formativos 42
1.5. Conclusiones **44**

1.1. Introducción

1.1.1. Apertura contextual

La experiencia que da origen a esta sistematización se desarrolla en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), en la Facultad de Educación, dentro de la carrera Pedagogía de las Ciencias Experimentales. En este marco, y bajo mi coordinación como docente responsable, se implementa el "Programa Integral de Capacitación para el Fortalecimiento del Razonamiento Numérico-Abstracto y la Comprensión de Conceptos Físicos Fundamentales mediante Aprendizaje Activo en Estudiantes de Bachillerato de la Ciudad de Milagro", que busca fortalecer el aprendizaje de las Matemáticas y la Física mediante estrategias lúdicas y participativas.

La institución seleccionada para el desarrollo de la primera fase fue un colegio religioso de sostenimiento particular, uno de los más antiguos y reconocidos en la ciudad por su trayectoria histórica y su sólida formación ética y académica. Su infraestructura moderna, sus aulas limpias, ventiladas y bien equipadas, así como su organización institucional, crearon un entorno propicio para la implementación de las tutorías. El proyecto involucró a estudiantes universitarios de quinto y sexto nivel de la carrera Pedagogía de las Ciencias Experimentales, quienes asumieron el rol de tutores en grupos de primero, segundo y tercero de bachillerato. Este espacio interinstitucional generó una experiencia de aprendizaje bidireccional: mientras las alumnas del colegio recibían apoyo académico con metodologías novedosas, las tutoras en formación desarrollaban habilidades pedagógicas reales en un ambiente controlado.

Desde el inicio, se presentaron desafíos singulares. Por motivos institucionales y antecedentes de experiencias previas, se solicitó que solo mujeres universitarias participaran como tutoras en esta sede. Esta condición implicó reubicar a los estudiantes varones en otra institución, esta vez de sostenimiento fiscal, con marcadas diferencias: limitaciones en recursos tecnológicos, infraestructura básica, y una población estudiantil con mayores brechas formativas. Este contraste permitió observar, casi en paralelo, dos realidades educativas distintas y evidenció cómo las condiciones del entorno impactan directamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En el colegio religioso, las alumnas a pesar de estar en una institución reconocida manifestaban vacíos importantes en conocimientos básicos de matemáticas, desinterés o percepciones negativas hacia la asignatura. Las tutoras universitarias también enfrentaban sus

propios miedos: para muchas era la primera vez frente a un grupo de estudiantes reales. Sin embargo, con esfuerzo, planificación y creatividad, desarrollaron sesiones dinámicas, diseñaron materiales didácticos manuales y propusieron actividades motivacionales como acumulación de estrellas, juegos temáticos y premiación por participación. Este enfoque permitió una transformación progresiva del clima de aula, generando mayor interacción y entusiasmo por parte de las alumnas.

Las condiciones institucionales facilitaron el trabajo: aulas equipadas con proyectores, docentes receptivos y una comunidad organizada. Sin embargo, también surgieron limitaciones relevantes: no se logró articular el uso de los laboratorios de computación, y el tiempo efectivo de clase se reducía por las actividades propias de la institución. Esto obligó a replanificar sesiones, enviar tareas a casa o extender el trabajo a días de talleres. En contraste, la experiencia simultánea en la institución fiscal enfrentó retos adicionales: aulas sin equipamiento tecnológico, menor disciplina y una brecha de aprendizaje más pronunciada, lo que obligó a redoblar esfuerzos de adaptación didáctica por parte de los tutores varones.

Este contexto dual es clave para comprender el sentido y el alcance de la sistematización. La experiencia permite analizar cómo las condiciones institucionales, las creencias previas y las estrategias metodológicas influyen en la percepción y el aprendizaje de las matemáticas. También deja ver cómo el acompañamiento desde la formación inicial docente puede marcar una diferencia sustancial en el desarrollo de competencias didácticas. Al narrar esta vivencia, se busca no solo describir un proyecto, sino recuperar el valor formativo de los encuentros reales entre teoría y práctica, entre escuela y universidad, entre enseñanza y aprendizaje.

1.1.2. Problematización

Uno de los principales problemas que dio origen a esta experiencia fue la baja comprensión de conceptos matemáticos fundamentales en estudiantes de bachillerato, evidenciada durante la fase diagnóstica del proyecto. Las estudiantes, pese a estar matriculadas en una institución con buen nivel académico y adecuada infraestructura, presentaron dificultades notables en operaciones básicas, resolución de ecuaciones, manejo de fracciones, reconocimiento de funciones y análisis de límites. Estos resultados contrastaron con la expectativa institucional de que el avance curricular estaba al día, lo cual pone en evidencia un desfase entre la cobertura temática y la comprensión real del estudiantado. Esta

situación, como señalaNavarro-Ibarra et al. (2025), es reflejo de prácticas pedagógicas centradas en la transmisión y no en la apropiación significativa de los saberes.

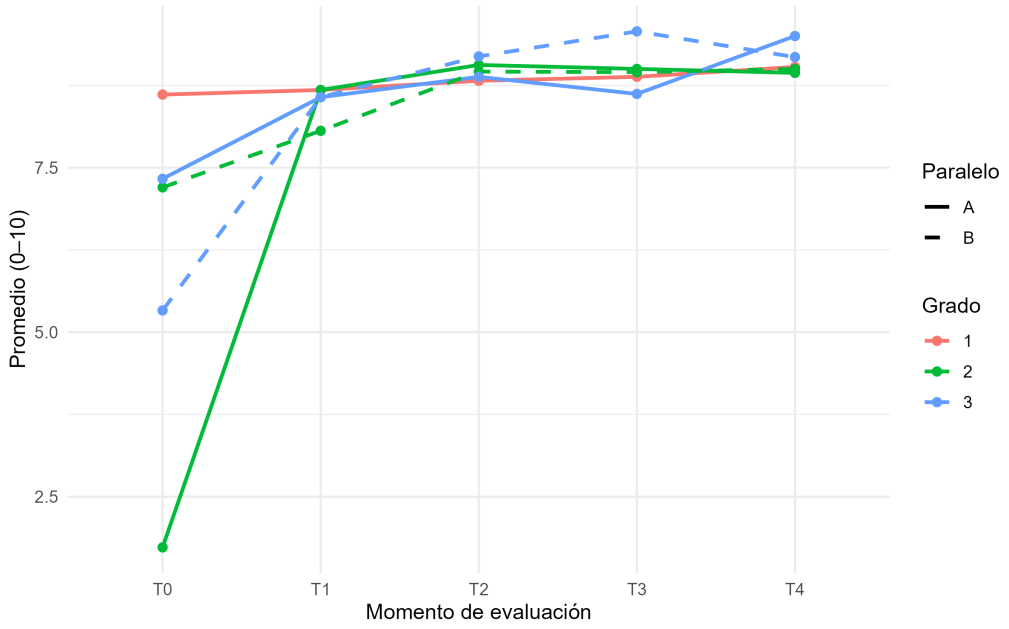
Además del componente cognitivo, se identificaron fuertes actitudes negativas hacia las matemáticas, expresadas mediante frases como “eso no se me da”, “yo no entiendo nada de eso” o “las matemáticas me aburren”. Estos juicios no solo revelaban una desconexión con el contenido, sino también una carga emocional asociada al fracaso, al miedo y a la autoexclusión. Según Piedra y Reascos (2024), el aprendizaje académico no puede desligarse de la identidad emocional del estudiante: cuando una asignatura se asocia con frustración, esta emoción se convierte en una barrera tan potente como el contenido mismo. Así, el problema no era solo de rendimiento, sino también de relación afectiva con la asignatura.

El componente institucional también desempeñó un rol determinante. El proyecto se ejecutó en dos contextos distintos. Por un lado, las tutoras universitarias fueron asignadas a una institución educativa particular, religiosa, con recursos tecnológicos, ambiente organizado y normas claras de convivencia. Por otro lado, los estudiantes varones del mismo proyecto fueron reubicados en una institución fiscal, debido a que la institución inicial solo autorizó la participación de tutoras mujeres. Esta decisión implicó enfrentar dos realidades diametralmente opuestas. En la institución fiscal se evidenciaron problemas de infraestructura, falta de equipamiento, indisciplina generalizada y una percepción de inseguridad por parte de los tutores, ante la presencia de estudiantes que, según relatos del personal docente y de los propios universitarios, podrían estar vinculados a entornos sociales complejos, incluso con riesgo de pertenecer a bandas delictivas. Esta percepción, aunque no confirmada institucionalmente generó un clima de tensión y preocupación legítima entre los tutores.

El miedo, tanto de las estudiantes hacia las matemáticas como de los tutores hacia los contextos en los que se desenvolvían, representa un factor determinante que condiciona el acto educativo. Como sostienen Piedra y Reascos (2024) las condiciones materiales, sociales y emocionales del entorno son fundamentales para permitir o limitar el acceso al conocimiento. En este caso, las diferencias en los contextos institucionales no solo impactaron en la planificación didáctica, sino también en el estado emocional y el desempeño de quienes debían enseñar y aprender.

Una evidencia clara del problema fueron los resultados de la evaluación diagnóstica aplicada a más de 100 estudiantes, donde una gran mayoría no alcanzó niveles satisfactorios en competencias básicas. En paralelo, se administró un test de intereses y actitudes

Figura 1.1: Evolución de promedio T0- T4 por grado y paralelo.



Fuente: elaboración propia.

que confirmó la presencia de ansiedad, desmotivación y poca conexión con la utilidad de la matemática en la vida cotidiana. Esto confirma lo que señala Ariza y Olatunde-Aiyedun (2024), que los estudiantes no solo enfrentan dificultades técnicas, sino también una desconexión simbólica con los contenidos, lo que la aleja del aprendizaje auténtico.

La Figura 1.1 muestra la evolución de los promedios obtenidos por los estudiantes en los cinco momentos de evaluación aplicados durante la intervención: diagnóstico inicial (T0), tres talleres intermedios (T1–T3) y la evaluación final (T4). Se observa un incremento sostenido en el rendimiento en todos los grados y paralelos, aunque con puntos de partida distintos. Mientras primer año mantiene un desempeño estable desde el inicio, segundo y tercer año evidencian mejoras más marcadas, destacándose especialmente los paralelos con puntajes iniciales más bajos, que registran los incrementos más pronunciados. En conjunto, la tendencia refleja el efecto positivo de las metodologías activas sobre el desarrollo del razonamiento matemático.

Frente a este panorama, sistematizar la experiencia se vuelve imprescindible. No basta con señalar los déficits de los estudiantes; es necesario comprender cómo las emociones, las condiciones del entorno y la forma en que enseñamos influyen en el aprendizaje. Co-

mo afirma Civit et al. (2024), la sistematización permite reconstruir la experiencia con sentido crítico y colectivo, reconociendo que los problemas educativos no se resuelven con recetas, sino con comprensión situada y metodologías adaptadas a la realidad.

1.1.3. Propósito de la sistematización

El propósito de esta sistematización es visibilizar cómo una experiencia de tutorías con metodologías activas y lúdicas puede transformar la manera en que los estudiantes de bachillerato se relacionan con las matemáticas, favoreciendo no solo la comprensión de los contenidos, sino también el vínculo emocional con la asignatura. Se trata de mostrar que es posible resignificar esta materia tan temida y convertirla en una experiencia de descubrimiento, motivación y confianza.

Esta intención nace desde una vivencia personal que marcó profundamente mi vocación docente. Crecí en un hogar donde todos mis hermanos cursaron el bachillerato con mención en Física-Matemáticas. Desde pequeña, las matemáticas no me parecían una amenaza, sino un reto posible. Siempre pensé: “si ellos pudieron, ¿por qué yo no?”. Y aunque hubo momentos en los que me costó, siempre tuve a alguien en casa que me explicara, que me animara a seguir. A eso se sumó un entorno social positivo: en el colegio formé parte de un grupo de amigos que compartía mi interés por las ciencias, nos apoyábamos entre nosotros, estudiábamos en grupo y nos dábamos ánimo incluso en los momentos de mayor presión académica.

Con el tiempo entendí que esa red de apoyo familiar y social fue determinante para que yo pudiera ver las matemáticas como algo alcanzable. Pero también observé que no todos corrían con la misma suerte. Muchos de mis compañeros no contaban con ayuda en casa ni con un círculo de apoyo académico. Me buscaban para hacer tareas, estudiar juntos o entender ejercicios complejos. Y así, casi sin darme cuenta, empecé a enseñar. Esa experiencia temprana no solo fortaleció mis propias habilidades, sino que sembró la semilla de mi vocación: hacer que otros también puedan, aunque no tengan las mismas condiciones que yo tuve.

Hoy, como madre de dos niños en educación básica, reafirmo aún más ese propósito. Ellos, al verme dar clases virtuales, han empezado a amar las matemáticas casi sin darse cuenta. Dicen que quieren ser docentes como yo, que esta es “la materia más fácil y divertida”. Sin embargo, a pesar de estar en una institución particular, a veces llegan a casa sin haber comprendido del todo los temas. No culpo a sus docentes: enseñar a 30

o más estudiantes pequeños, con ruido, con diversidad de ritmos y con tantas demandas, es una tarea enorme. Pero eso también me confirma algo: el acompañamiento familiar y emocional sigue siendo clave para sostener el aprendizaje.

Por todo esto, sistematizar esta experiencia de tutorías no es para mí un ejercicio puramente académico, sino una forma de poner en valor lo que creo y vivo cada día: que enseñar con empatía, entusiasmo y creatividad puede cambiar la historia de muchos estudiantes. Como afirma Civit et al. (2024), cuando los docentes escribimos sobre nuestra práctica, construimos conocimiento pedagógico situado. Esta sistematización busca justamente eso: reflexionar desde la experiencia para ofrecer a otros docentes, formadores y estudiantes una propuesta que les inspire, les oriente y los anime a atreverse a enseñar de manera distinta.

El propósito de este capítulo es doble: transformar la forma en que los estudiantes se vinculan con las matemáticas y empoderar a futuros docentes para que enseñen desde su historia, su pasión y su compromiso con los demás. Como sostiene Ariza y Olatunde-Aiyedun (2024), sistematizar es una forma de dar sentido a lo vivido, y eso comienza por reconocer que cada biografía, cada vocación y cada práctica puede convertirse en semilla de cambio.

1.2. Criterios de valor

La experiencia sistematizada representa una propuesta didáctica de alto valor pedagógico, no solo por sus resultados, sino por su forma innovadora de intervención. Se trató de una iniciativa centrada en tutorías educativas impartidas por estudiantes universitarias en formación, quienes diseñaron e implementaron actividades lúdicas para enseñar matemáticas en contextos reales de aula. Esta experiencia rompió con esquemas tradicionales de enseñanza centrados exclusivamente en la transmisión y repetición, proponiendo una metodología viva, participativa, contextualizada y emocionalmente significativa. Según Saadati y Celis (2023), el valor de una experiencia pedagógica está en su capacidad de generar procesos reflexivos, crear nuevas rutas metodológicas y transformar las prácticas en tiempo real, tal como ocurrió en este proyecto.

Una de las innovaciones destacables fue que las tutorías no se limitaron a explicar contenidos, sino que incorporaron estrategias didácticas manuales, juegos diseñados por las propias tutoras, desafíos colaborativos y dinámicas motivacionales. Se implementó, por ejemplo, un sistema de acumulación de estrellas, mediante el cual las estudiantes

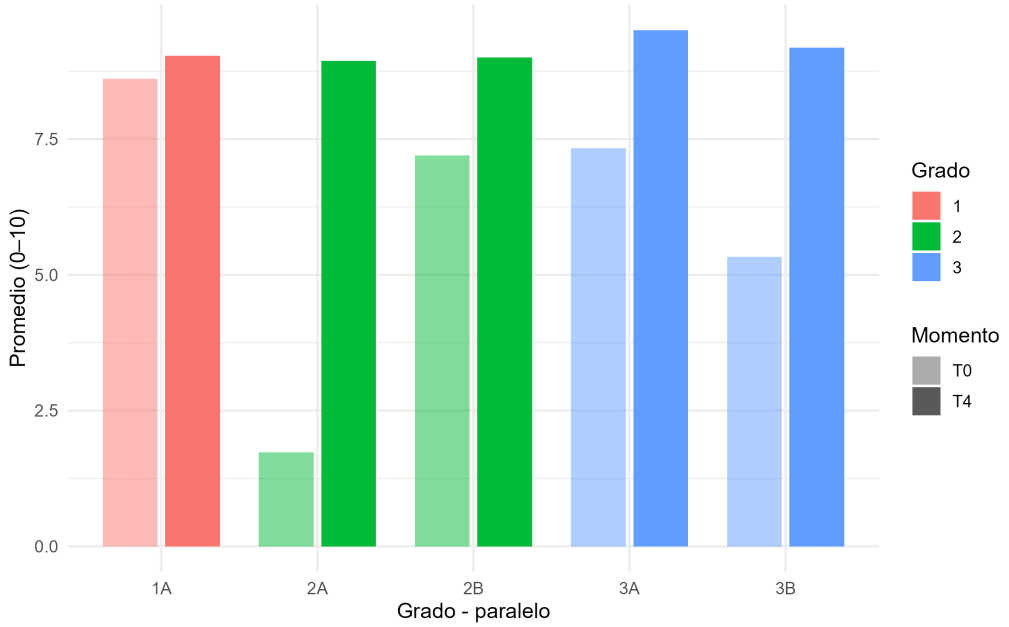
sumaban puntos por su participación activa en clase. Al final del ciclo, las alumnas con mayor involucramiento recibieron pequeños obsequios como reconocimiento simbólico. Más allá del detalle material, lo relevante fue el entusiasmo genuino que estas dinámicas despertaron en el grupo: se reían, se concentraban, se retaban a sí mismas. Incluso la docente titular del área validó esta estrategia incluyendo los puntos acumulados como parte de la calificación oficial. Este gesto no solo potenció el impacto de la metodología, sino que reforzó el lazo entre el proceso de vinculación y la vida académica formal. Díaz Palencia et al. (2023), sostiene que toda experiencia formativa con valor debe generar transformación tanto en el saber cómo en la forma de relacionarse con el saber. Eso fue, precisamente, lo que se vivió.

El impacto fue evidente, las estudiantes de bachillerato pasaron de una postura pasiva y desconectada frente a las matemáticas, a una actitud de mayor compromiso, participación e interés. Muchas expresaban frases como "nunca había entendido esto tan claro" o "no sabía que las matemáticas podían ser divertidas". Este cambio también se dio en las tutoras universitarias, quienes pasaron de la inseguridad del primer día a una confianza creciente en su capacidad para enseñar, resolver conflictos y adaptarse a distintos ritmos de aprendizaje. Se convirtieron en diseñadoras de estrategias, en facilitadoras del conocimiento, y, sobre todo, en referentes cercanos. Como afirma Díaz Palencia et al. (2023), las experiencias que logran ese cruce entre lo técnico, lo afectivo y lo pedagógico deben compartirse, no como modelos fijos, sino como testimonios que nutren a otros docentes y procesos formativos.

Otro criterio que le otorga gran valor a esta experiencia es su potencial de replicabilidad. Las estrategias utilizadas fueron sencillas, accesibles y de bajo costo: materiales reciclados, cartulinas, dados didácticos, tarjetas, papelógrafos. No se dependió de tecnologías avanzadas ni de recursos institucionales fuera del alcance. Esto permitió que, incluso en contextos más limitados como ocurrió en la sede fiscal del proyecto las dinámicas pudieran adaptarse y mantenerse. Ordaya y Rivera (2022), señala que una experiencia pedagógica valiosa es aquella que puede ser reinterpretada y aplicada en diversos escenarios sin perder su esencia. En este caso, el núcleo de la experiencia (la enseñanza empática, participativa y activa) se sostuvo en ambos espacios, aunque los entornos fueran muy distintos.

La Figura 1.2 presenta la comparación entre los promedios iniciales (T0) y finales (T4) obtenidos por cada grado y paralelo a lo largo de la intervención. Se observa un incremento significativo en todos los grupos, lo que evidencia el impacto positivo de las

Figura 1.2: Comparación de los promedios iniciales (T0) y finales (T4) por grado y paralelo.



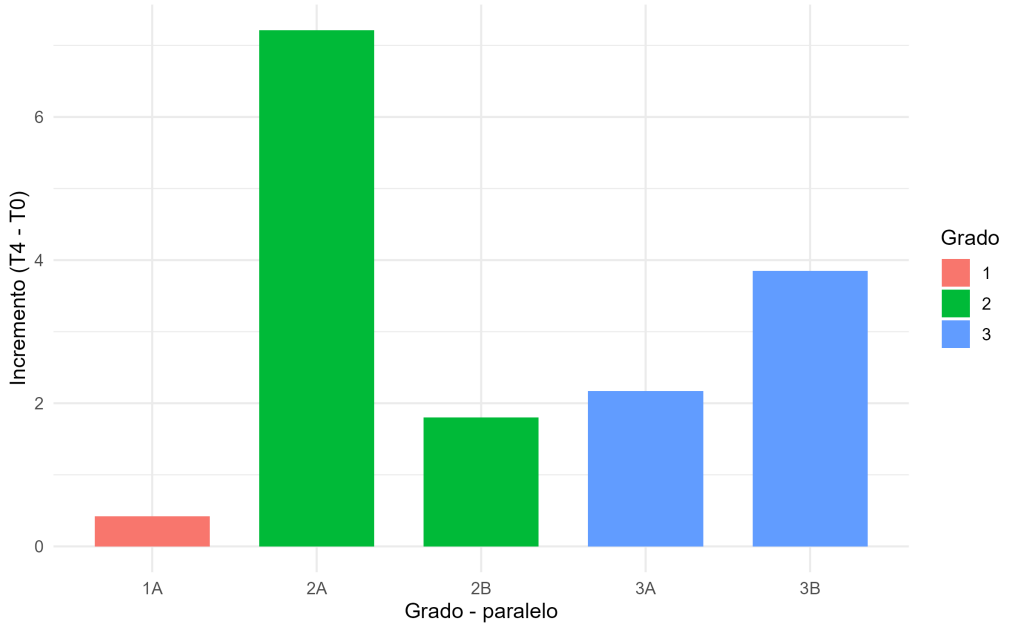
Fuente: elaboración propia.

metodologías activas aplicadas durante el proceso. Los paralelos que partían de niveles iniciales más bajos, como 2A y 3B, muestran los aumentos más pronunciados, lo cual sugiere que la intervención tuvo un efecto compensador que permitió reducir brechas de aprendizaje entre los estudiantes. Asimismo, los grupos con rendimientos iniciales más altos, como 1A y 3A, mantienen un progreso constante, confirmando que las estrategias propuestas también fortalecieron la comprensión en niveles avanzados.

Además de comparar los promedios iniciales y finales, resulta pertinente analizar la magnitud del cambio logrado por cada grupo durante la intervención. En este sentido, la Figura 4 muestra el incremento neto entre la evaluación diagnóstica (T0) y la evaluación final (T4), permitiendo identificar qué paralelos evidenciaron los avances más pronunciados.

La Figura 1.3, presenta el incremento obtenido por cada grado y paralelo entre la evaluación diagnóstica inicial y la evaluación final. Se observa que los grupos con puntajes más bajos al inicio, particularmente 2A y 3B, lograron los avances más significativos, lo que evidencia el efecto compensador de las metodologías activas aplicadas. Este compor-

Figura 1.3: Incremento del rendimiento matemático entre la evaluación inicial (T0) y la evaluación final (T4) por grado y paralelo.



Fuente: elaboración propia.

tamiento confirma que la intervención no solo mejoró los niveles de desempeño, sino que también redujo brechas entre grupos con distintos puntos de partida.

Finalmente, el valor de esta experiencia reside también en su capacidad de provocar aprendizajes duraderos. Tanto estudiantes como tutoras y docentes institucionales se vieron implicados emocional y cognitivamente. El proyecto no fue una intervención puntual, sino una vivencia formativa, una apuesta por hacer de la matemática una experiencia cercana, creativa y humanamente significativa. Como lo plantea Díaz Palencia et al. (2023), educar no es aplicar recetas, sino construir caminos en la acción misma, repensando lo que hacemos mientras lo hacemos. En ese sentido, esta sistematización no solo recupera una práctica, sino que la resignifica como punto de partida para seguir transformando la enseñanza de las matemáticas desde lo humano, lo posible y lo compartido.

1.2.1. Delimitación del objeto de estudio

Esta sistematización se enfoca en el análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a través de tutorías realizadas por estudiantes universitarios en for-

mación, en el marco de un proyecto de vinculación docente desarrollado en una institución educativa particular de la ciudad de Milagro. El núcleo de interés es el despliegue de estrategias didácticas activas, lúdicas y motivacionales implementadas por los tutores universitarios, y cómo estas influyeron en la participación, comprensión y percepción de las matemáticas en estudiantes de primero, segundo y tercero de bachillerato. En palabras de Moral-Sánchez et al. (2022), delimitar el objeto de estudio permite construir una mirada interpretativa sobre un proceso situado, reconociendo tanto sus actores como las condiciones institucionales que lo hacen posible.

El análisis se centra específicamente en el diseño, ejecución y retroalimentación de las actividades implementadas por diez tutores de quinto y sexto nivel de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales. Estos acompañaron a aproximadamente 117 estudiantes: un curso de primero de bachillerato (25 estudiantes) y cuatro cursos de segundo y tercero (alrededor de 23 cada uno). La intervención fue guiada por una coordinadora institucional del área de Matemáticas, cuya labor fue clave para la supervisión, apoyo y articulación pedagógica entre los tutores y la comunidad educativa. Su acompañamiento fortaleció el trabajo metodológico y contribuyó a consolidar un ambiente de aprendizaje ordenado, respetuoso y colaborativo.

Desde el equipo universitario, la experiencia fue estructurada y acompañada por mi persona en calidad de docente responsable del proyecto, junto a tres docentes asociados. Como equipo, nos encargamos de definir los contenidos a abordar, organizar sesiones de planificación con las tutoras, facilitar clases demostrativas, diseñar las pruebas diagnósticas, de evaluación final, y brindar orientación sobre el diseño de recursos (presentaciones, cuadernos de trabajo, fichas lúdicas, dinámicas de inicio y cierre). A lo largo del proceso, se realizaron reuniones periódicas para revisar avances, retroalimentar la práctica docente y fortalecer aspectos esenciales como el dominio de grupo, el uso adecuado del tono de voz, la gestión del tiempo y la seguridad al momento de explicar. Estas acciones fueron decisivas para mejorar el desempeño pedagógico de los tutores y consolidar el enfoque propuesto.

El periodo analizado corresponde a la fase uno del proyecto, ejecutada entre abril y julio de 2025. Aunque el proyecto tuvo una extensión mayor e incluyó una sede con estudiantes universitarios en una institución fiscal, el presente estudio se delimita al escenario particular descrito, debido a la profundidad de las evidencias obtenidas, la continuidad metodológica, el acceso al seguimiento pedagógico y la riqueza de las interacciones registradas. Esta decisión permite construir un análisis más focalizado, evitando generali-

zaciones, pero rescatando aprendizajes transferibles. Para sustentar esta sistematización se utilizaron múltiples fuentes de evidencia: pruebas diagnósticas aplicadas al inicio y final del período; planificaciones individuales y grupales; observaciones de aula con instrumentos estructurados; producciones de recursos didácticos; encuestas de valoración dirigidas a estudiantes y tutores; y testimonios espontáneos surgidos durante el proceso. Este enfoque metodológico responde a la necesidad de triangular datos desde distintas perspectivas, permitiendo una comprensión más profunda del proceso vivido. Como plantea Moral-Sánchez et al. (2022)), sistematizar implica reconstruir la experiencia a partir de los sentidos que los sujetos le otorgan, y eso solo es posible cuando la práctica es observada, documentada y analizada de forma rigurosa.

Hasta aquí se ha presentado la Introducción del capítulo, compuesta por los cinco primeros "puentes de escritura": la apertura contextual, la problematización, el propósito, los criterios de valor y la delimitación del estudio. Esta sección introductoria ha narrado el contexto y los desafíos de la experiencia, ha fundamentado la relevancia del proyecto y ha acotado el foco del análisis.

A continuación, se pasará a la Fundamentación conceptual y operativa de la experiencia, donde se identificarán los conceptos centrales que estructuran el análisis, las dimensiones de estudio, los indicadores para evaluar los resultados y las fuentes y métodos utilizados para verificar los hallazgos. Este marco conceptual-operativo brindará solidez y claridad para, posteriormente, abordar el análisis detallado de la experiencia.

1.3. Fundamentación conceptual y operativa de la experiencia

1.3.1. Conceptos estructurantes del análisis

Para interpretar integralmente esta experiencia educativa, se han identificado varios conceptos clave que sirven de ejes estructurantes del análisis. En la sistematización de una práctica innovadora es fundamental reconocer dichas categorías conceptuales, pues funcionan como lentes teóricas a través de las cuales examinamos los hechos y reflexiones emergentes (Moral-Sánchez et al., 2022). En este caso, a partir de la problemática y objetivos planteados, se han establecido cinco conceptos centrales que organizan la comprensión de lo ocurrido:

1. **Aprendizaje activo:** El aprendizaje activo parte de la premisa de que los estudiantes construyen conocimiento no cuando escuchan o memorizan información, sino cuando participan activamente en su proceso de aprendizaje, explorando, discutiendo, resolviendo problemas y reflexionando sobre lo que hacen. En lugar de ser receptores pasivos, los estudiantes se convierten en protagonistas que interactúan con los contenidos, el docente y sus compañeros, estableciendo conexiones entre lo que aprenden y su experiencia cotidiana. Este enfoque tiene raíces constructivistas, inspiradas en las ideas de Raynaudo y Peralta (2017), quienes plantearon que el conocimiento se construye de manera dinámica y social, a partir de la interacción con el entorno y con los demás.

   En la práctica, el aprendizaje activo implica promover situaciones en las que los estudiantes manipulen información, propongan soluciones, se equivoquen y aprendan de sus errores, evaluando sus propias estrategias de pensamiento. Esto rompe con la enseñanza tradicional centrada en la exposición magistral y la repetición mecánica. Freeman (1989) demostró que los métodos activos mejoran significativamente el rendimiento de los estudiantes en ciencias y matemáticas, pues activan la memoria de trabajo, fomentan la retención de largo plazo y desarrollan habilidades de razonamiento crítico.

2. **Ludificación del aprendizaje:** La ludificación del aprendizaje, también conocida como gamificación educativa, consiste en incorporar elementos propios del juego –como retos, recompensas, niveles o dinámicas competitivas y cooperativas– dentro del proceso de enseñanza, con el fin de incrementar la motivación, el compromiso y el placer por aprender. La base teórica de la ludificación se encuentra en la psicología de la motivación intrínseca Ordaya y Rivera (2022), la cual sostiene que las personas aprenden mejor cuando experimentan autonomía, competencia y relación social, tres factores que los juegos promueven naturalmente.

   En el contexto educativo, la ludificación no significa “jugar por jugar”, sino usar la lógica del juego como un medio didáctico estructurado para alcanzar objetivos de aprendizaje. Según Moral-Sánchez et al. (2022), integrar mecánicas lúdicas en la enseñanza estimula la participación sostenida, reduce la ansiedad y fortalece la memoria significativa, ya que el aprendizaje se asocia con emociones positivas. Además, al incorporar recompensas simbólicas (como estrellas, puntos o recono-

cimientos), se refuerzan conductas deseadas y se promueve la autorregulación del aprendizaje.

3. **Actitud hacia la matemática:** La actitud hacia la matemática se refiere al conjunto de creencias, emociones, percepciones y disposiciones que una persona desarrolla frente a esta disciplina, y que condicionan profundamente su manera de aprenderla. No basta con tener habilidad cognitiva; la disposición emocional y la autoconfianza son factores determinantes para el éxito. Las investigaciones muestran que la relación afectiva del estudiante con la matemática influye tanto o más que su nivel de conocimiento previo: una persona convencida de que "no sirve para las matemáticas" tiende a evitar la materia, bloqueando su propio aprendizaje. Dentro de este constructo se encuentran dos variables especialmente relevantes: la ansiedad matemática y la autoeficacia.

   La ansiedad matemática es una respuesta emocional negativa (miedo, estrés, bloqueo mental) que surge ante la necesidad de realizar tareas numéricas. Se ha comprobado, incluso desde la neurociencia, que esta ansiedad activa la amígdala cerebral, interfiriendo con la función de la corteza prefrontal, responsable del razonamiento lógico Moral-Sánchez et al. (2022). Por otro lado, la autoeficacia es la creencia de una persona en su capacidad para aprender o ejecutar una tarea. Un estudiante con alta autoeficacia matemática enfrenta los desafíos con perseverancia, mientras que uno con baja autoeficacia se rinde ante la primera dificultad.

4. **Formación práctica docente:** La formación práctica docente constituye el eje articulador entre el conocimiento teórico y la acción educativa real. Se trata de un proceso donde los futuros o actuales docentes aprenden haciendo, enfrentándose a contextos auténticos de enseñanza que los obligan a reflexionar, adaptar, decidir y mejorar continuamente su práctica. Ariza y Olatunde-Aiyedun (2024), denomina a este proceso el desarrollo del profesional reflexivo, capaz de "pensar en la acción" y "pensar sobre la acción", transformando cada experiencia en una fuente de aprendizaje profesional.

   En este sentido, la práctica docente no se reduce a aplicar técnicas o replicar estrategias aprendidas, sino a construir saber pedagógico propio a partir de la experiencia. Navarro-Ibarra et al. (2025) sostienen que el verdadero desarrollo docente surge cuando el profesor se convierte en investigador de su propia práctica, analizando

sus aciertos y errores para comprender cómo mejorar la enseñanza. Este enfoque concibe al docente no como un ejecutor de programas, sino como un agente reflexivo que diseña, experimenta y evalúa sus intervenciones.

5. **Acompañamiento pedagógico contextualizado:** El acompañamiento pedagógico contextualizado se refiere al proceso de apoyo y orientación educativa que se ofrece considerando las particularidades del entorno donde ocurre el aprendizaje. Supone reconocer que no existen recetas universales para enseñar: cada institución, comunidad y grupo de estudiantes tiene su propia cultura, necesidades, recursos y dinámicas, por lo que el acompañamiento debe adaptarse a esas condiciones. Este enfoque se fundamenta en la idea de educación situada, propuesta por Ordaya y Rivera (2022), que destaca la importancia del contexto social y cultural en la construcción del conocimiento.

   Un acompañamiento pedagógico contextualizado no se limita a supervisar o evaluar, sino que busca fortalecer las capacidades docentes mediante la observación, la retroalimentación y la co-construcción de soluciones. Según Ordaya y Rivera (2022), los procesos de mejora educativa solo son sostenibles cuando se apoyan en la colaboración, la confianza y la comprensión profunda del contexto. Ello implica acompañar sin imponer, orientar sin deslegitimar las prácticas existentes y brindar herramientas ajustadas a la realidad de cada escuela.

1.3.2. Aplicación de los conceptos en la experiencia

Estos cinco conceptos estructurantes no solo sirvieron de marco teórico, sino que se materializaron plenamente en la práctica durante la ejecución del proyecto. La experiencia vivida permitió observar cómo cada uno de ellos tomó forma dentro del aula, generando aprendizajes significativos y transformaciones reales en las tutoras universitarias y en las estudiantes de bachillerato.

Aprendizaje activo en acción

En Matemáticas sin miedo, el aprendizaje activo se reflejó en actividades donde las alumnas descubrían por sí mismas las reglas matemáticas a través de la experimentación. Por ejemplo, antes de introducir la fórmula de la pendiente de una recta, se les pedía trazar líneas en el plano cartesiano, comparar inclinaciones y deducir el patrón común. Así, el

conocimiento no se presentaba como un dato terminado, sino como una construcción vivencial, producto del razonamiento y la observación.

Este enfoque fomentó la curiosidad y la autonomía. Las estudiantes se sintieron parte del proceso, dejaron de depender de la explicación del docente y empezaron a formular hipótesis, verificar resultados y discutir conclusiones. En lugar de memorizar fórmulas, comprendieron los conceptos desde su propia experiencia, lo que consolidó un aprendizaje duradero. Para las tutoras universitarias, esta dinámica representó también un aprendizaje metodológico: comprobaron que enseñar no es solo explicar, sino guiar al estudiante para que descubra.

1.3.3. Ludificación del aprendizaje como motor metodológico

La ludificación fue el corazón del proyecto. Las tutoras diseñaron juegos didácticos y desafíos matemáticos que convirtieron el aula en un espacio de exploración y diversión. Se realizaron bingos numéricos, torneos de cálculo rápido, concursos titulados “Matemáticas en acción” y actividades tipo escape room, donde las alumnas resolvían problemas para avanzar de nivel o desbloquear pistas. Se estableció además un sistema de acumulación de estrellas, premiando el esfuerzo individual y grupal, lo que reforzó la motivación y el sentido de logro.

Estas estrategias no trivializaron el contenido, sino que lo hicieron más accesible y cercano. Por ejemplo, para enseñar fracciones, las alumnas competían por completar una “pizza matemática”, construyendo visualmente el concepto de partes y proporciones. De este modo, los juegos se convirtieron en herramientas cognitivas que conectaban la abstracción con la realidad. El aula se transformó en un ambiente emocionalmente seguro, donde equivocarse no era motivo de vergüenza, sino parte del proceso. Las risas, la cooperación y la competencia sana reemplazaron el miedo habitual, generando un aprendizaje tan efectivo como alegre.

Transformación de la actitud hacia la matemática

Cambiar la actitud de las estudiantes fue una meta transversal. Desde el diagnóstico inicial se observó ansiedad, apatía y expresiones como “yo no sirvo para esto”. A lo largo del proyecto, gracias a las dinámicas lúdicas, el acompañamiento y la empatía de las tutoras, esas frases se transformaron en “voy a intentarlo otra vez” o “ahora sí lo entien-

do". El cambio fue tanto emocional como cognitivo: la confianza reemplazó al miedo y la curiosidad al desinterés.

Las tutoras trabajaron además para desmantelar estereotipos como "las matemáticas son para hombres" o "solo los genios las entienden". Lo hicieron mostrando ejemplos cotidianos, utilizando lenguaje claro y destacando que errar es parte natural del aprendizaje. Con cada sesión, las alumnas ganaron seguridad y se sintieron capaces de resolver problemas sin temor a equivocarse. Esta transformación afectiva no fue un efecto secundario, sino un logro pedagógico intencionado que reafirma la importancia de atender el componente emocional del aprendizaje matemático.

Formación práctica docente: aprender enseñando

Para las tutoras universitarias, el proyecto representó un espacio de formación profesional auténtica. Cada clase fue un laboratorio donde debieron planificar, improvisar y reflexionar. Se enfrentaron a retos reales: mantener la atención, resolver dudas inesperadas, manejar la ansiedad de hablar frente a un grupo y adaptar estrategias sobre la marcha. Aprendieron a leer el aula, a entender cuándo insistir en un tema o cuándo cambiar la dinámica para mantener el interés.

Estas experiencias fortalecieron su identidad docente. De ser estudiantes que aprendían sobre didáctica en la universidad, pasaron a ser docentes en acción, con voz, iniciativa y responsabilidad. Las reuniones de retroalimentación, donde compartían logros y dificultades, fueron clave para consolidar ese aprendizaje. Al reflexionar sobre lo vivido, las tutoras reconocieron sus progresos y comprendieron que la docencia implica tanto dominio disciplinar como sensibilidad humana. En sus propias palabras: *"Aprendí más enseñando que en cualquier otra materia"*. Esa afirmación sintetiza el sentido profundo de la práctica: enseñar para aprender, y aprender enseñando.

Acompañamiento pedagógico contextualizado: entre universidad y escuela

El acompañamiento pedagógico se desarrolló en múltiples niveles y fue esencial para el éxito del proyecto. Desde la universidad, el equipo docente brindó seguimiento constante: observó clases, ofreció orientación metodológica y ayudó a las tutoras a gestionar tanto el contenido como las emociones que emergían en el aula. Este acompañamiento no fue una supervisión rígida, sino una guía respetuosa y personalizada que favoreció la autonomía y la mejora continua.

En el colegio receptor, la coordinadora del área de Matemáticas actuó como mediadora institucional. Facilitó la comunicación entre el equipo universitario y el plantel, ajustó horarios, y orientó sobre los contenidos prioritarios y la cultura escolar. Gracias a este diálogo permanente, las actividades fueron pertinentes y sensibles al contexto: se adaptaron al ritmo, valores y entorno de las alumnas, logrando resultados más significativos.

Además, las tutoras aprendieron a "leer el ambiente" y responder con empatía: a reconocer cuándo un grupo necesitaba reforzar la teoría y cuándo era mejor aliviar la tensión con un juego o un diálogo breve. Este acompañamiento bidireccional entre universidad y escuela convirtió el proyecto en una experiencia de aprendizaje compartido, donde todos docentes, tutoras y estudiantes aprendieron unos de otros. Demostró que cuando el acompañamiento es humano, respetuoso y contextualizado, puede transformar no solo la enseñanza, sino también las relaciones educativas.

Integración conceptual: un andamiaje para interpretar la experiencia

Estos cinco conceptos: **aprendizaje activo, ludificación del aprendizaje, actitud hacia la matemática, formación práctica docente y acompañamiento pedagógico contextualizado**, conforman el marco interpretativo de Matemáticas sin miedo. No actúan de forma aislada, sino en profunda interrelación:

- El aprendizaje activo y la ludificación se complementan como estrategias metodológicas que hacen visible la comprensión y despiertan la motivación.
- La transformación de la actitud hacia la matemática refleja el impacto emocional y cognitivo de esas estrategias.
- La formación práctica docente da sentido a la vivencia de las tutoras, quienes aprenden a enseñar aplicando teoría en la acción.
- El acompañamiento pedagógico contextualizado asegura que todo este proceso ocurra en armonía con el entorno institucional, cultural y humano.

En conjunto, estos ejes ofrecen una visión integral de la experiencia, en la que se funden lo metodológico, lo emocional, lo formativo y lo institucional. Este entramado conceptual será el punto de partida para analizar, en los siguientes apartados, las dimensiones específicas de la experiencia, sus indicadores y los hallazgos que sustentan el impacto del proyecto en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Las imágenes de las Figuras 1.4 y 1.5, presentan algunos de los recursos didácticos utilizados durante la intervención para promover la participación activa, el compromiso

Figura 1.4: Recursos lúdicos y estrategias activas implementadas durante la intervención pedagógica.

Fuente: elaboración propia.

cognitivo y la motivación del estudiantado. A la izquierda se observa el sistema de "puntos por participación", una estrategia de ludificación que incentivó el involucramiento constante y redujo la ansiedad frente a la matemática mediante el reconocimiento visible de los logros. A la derecha se muestran tarjetas de actividades diseñadas por las tutoras universitarias, las cuales integraron ejercicios contextualizados y retos matemáticos breves que favorecieron el aprendizaje activo, el razonamiento progresivo y la aplicación inmediata de los conceptos trabajados en clase. Estos materiales evidencian cómo los principios teóricos del marco interpretativo se concretaron en prácticas pedagógicas significativas y coherentes con los objetivos del proyecto.

Figura 1.5: Recursos lúdicos y estrategias activas implementadas durante la intervención pedagógica.

Fuente: elaboración propia.

1.3.4. Dimensiones de análisis

Una vez identificados los conceptos clave, el siguiente paso en la fundamentación fue traducirlos en dimensiones analíticas concretas para organizar la sistematización. En investigación educativa y en sistematización de experiencias, las dimensiones son los grandes ejes o categorías bajo las cuales se agrupan los fenómenos observados, permitiendo estructurar el análisis de manera ordenada (Boada et al., 2022). Definir dimensiones nos ayuda a enfocar la mirada en aspectos particulares del proceso, sin perder de vista la integralidad del conjunto. Para esta experiencia, se han formulado tres dimensiones principales, derivadas de los conceptos estructurantes ya descritos:

1. **Dimensión pedagógica:** corresponde al cómo de la experiencia, es decir, a las estrategias de enseñanza y aprendizaje empleadas. Incluye la metodología activa y lúdica implementada por las tutoras, el diseño de las actividades, la dinámica de interacción en las aulas y, en general, todo lo relacionado con la práctica didáctica desarrollada. Esta dimensión se vincula directamente con los conceptos de *aprendizaje activo y ludificación*. Como sostienen Rosillo y Montes (2021), analizar la dimensión pedagógica implica examinar la innovación metodológica y su capacidad de transformar la práctica educativa en tiempo real.

   En nuestro caso, abarca cómo las tutoras planificaron y llevaron a cabo las sesiones, qué estrategias utilizaron (juegos, retos, explicaciones creativas) y de qué manera estas estrategias impactaron el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ejemplo: dentro de esta dimensión observamos, por ejemplo, la implementación del sistema de estrellas y juegos matemáticos colaborativos, lo cual evidenció un cambio en la forma tradicional de enseñar matemáticas, haciendo las clases más participativas y centradas en el estudiante.

2. **Dimensión institucional-contextual:** abarca el entorno en el que se desarrolló la experiencia, incluyendo las condiciones institucionales, recursos, cultura organizacional y apoyo brindado por la escuela y la universidad. Se relaciona con el concepto de *acompañamiento pedagógico contextualizado* y también toca aspectos de gestión y liderazgo educativo. Garcia-Piqueras y Ruiz-Gallardo (2021) enfatizan que cualquier mejora educativa está mediada por la cultura y las estructuras institucionales donde ocurre; por tanto, en esta dimensión analizamos cómo el contexto particular (el colegio religioso con sus recursos, normas y apoyos; y en contrapar-

tida la experiencia paralela en el colegio fiscal con sus limitaciones) influyó en los resultados.

Incluye también la articulación escuela-universidad: la coordinación, el seguimiento por parte de docentes, y las facilidades u obstáculos encontrados a nivel institucional. *Ejemplo*: un hallazgo claro en esta dimensión fue el respaldo institucional en el colegio particular manifestado, por ejemplo, en la decisión de la docente titular de Matemáticas de incluir la puntuación de las tutoras en la nota oficial, lo que legitimó el trabajo de las tutoras y potenció la motivación de las alumnas. Asimismo, contrastamos cómo la falta de recursos tecnológicos en la institución fiscal obligó a adaptar las dinámicas (e.g., reemplazar presentaciones digitales por material impreso), mostrando la importancia del contexto en la aplicación de la metodología.

3. **Dimensión subjetiva-emocional:** esta dimensión recoge los aspectos relativos a las personas involucradas, sus percepciones, emociones, actitudes y aprendizajes individuales. Engloba tanto a las estudiantes de bachillerato como a las tutoras universitarias, atendiendo al crecimiento personal y profesional de estas últimas y al cambio de actitud de las primeras hacia la matemática. Se fundamenta en los conceptos de *actitud hacia la matemática y formación práctica docente*, incorporando también el componente reflexivo. Diego-Mantecón et al. (2021) destaca la importancia de la identidad y la comunidad de práctica en los procesos de aprendizaje; Arroyo-Barrigüete et al. (2021) subraya la reflexión sobre la acción como clave en la formación del docente.

   En esta dimensión analizamos cómo la experiencia afectó la confianza, la motivación y la identidad tanto de las alumnas como de las tutoras. Ejemplo: aquí observamos, por un lado, la disminución de la ansiedad matemática en las estudiantes de bachillerato evidenciada por sus comentarios positivos al final del programa y una mayor disposición a participar en clase y por otro, el empoderamiento de las tutoras, quienes al concluir las tutorías se sentían más seguras para ejercer la docencia (algunas expresaron que tras esta práctica real podían visualizarse mejor como futuras profesoras capaces y creativas).

Estas tres dimensiones (pedagógica, institucional y subjetiva) sintetizan los ámbitos desde los cuales examinaremos la experiencia. Cada una está bien diferenciada, pero a la vez interrelacionada con las demás, proporcionando una visión integral. En conjunto,

permiten abordar la complejidad del proyecto: la dimensión pedagógica analiza la innovación didáctica y su implementación; la institucional-contextual considera las condiciones y apoyos externos que facilitaron o dificultaron esa implementación; y la subjetiva-emocional evalúa los cambios en las personas involucradas, tanto en aprendizajes como en actitudes y valores.

Organizar el análisis por dimensiones aporta claridad y rigor. Por un lado, asegura que no se pase por alto ninguno de los aspectos cruciales de la experiencia de Aguilera et al. (2021) enfatiza la importancia de alinear nuestros análisis con los distintos objetivos implicados. Por otro lado, cada dimensión genera su propio conjunto de hallazgos, lo cual enriquece la sistematización permitiendo triangulación: si en las tres dimensiones encontramos mejoras y coherencia, la experiencia gana en validez y solidez (Trigueros et al., 2020). Precisamente, en esta sistematización veremos que los resultados pedagógicos, el entorno institucional y las vivencias personales convergen en un mismo sentido de transformación positiva, lo que fortalece las conclusiones. Estas dimensiones sientan la base para definir indicadores específicos de éxito, que se presentan a continuación.

1.3.5. Indicadores de logro y evidencias

Definir indicadores es un paso esencial para operacionalizar las dimensiones de análisis, ya que permiten medir o constatar en la práctica los cambios y resultados obtenidos en cada ámbito (Moral-Sánchez et al., 2022). Un indicador es un rasgo observable o un criterio específico que da cuenta del fenómeno que estamos analizando. En la sistematización, los indicadores funcionan como señales concretas que evidencian si la experiencia logró (o no) ciertos objetivos o transformaciones. Para garantizar la credibilidad y rigor del análisis, se procuró establecer indicadores claros y sustentados conceptualmente en cada dimensión definida, en línea con recomendaciones de estudios de caso de calidad (Moral-Sánchez et al., 2022).

A continuación, se presentan los principales indicadores de logro, organizados por dimensión, junto con la evidencia correspondiente recopilada en la experiencia:

- Dimensión pedagógica. Aumento de la participación activa de las estudiantes de bachillerato: Se espera que, al aplicar metodologías activas y lúdicas, las alumnas incrementen su nivel de involucramiento en clase (Moreno-Guerrero, García et al., 2020). Este indicador se evidenció a través de la tasa de participación voluntaria en las actividades. Por ejemplo, al inicio solo 2 o 3 estudiantes por sesión se animaban

a pasar al tablero o responder preguntas, mientras que hacia las últimas semanas prácticamente todas querían intervenir en los juegos y retos propuestos. La observación de aula documentó un crecimiento del ~50 % en intervenciones espontáneas de las alumnas durante las tutorías, señal de que el clima de confianza y motivación mejoró notablemente. Asimismo, registros como la acumulación de estrellas mostraron que más del 90 % de las estudiantes alcanzaron puntajes altos de participación, cuando al inicio ese porcentaje era inferior al 40 %. Este aumento en participación activa es un indicador directo de éxito metodológico: las estudiantes dejaron de ser agentes pasivos y asumieron un rol protagónico en su aprendizaje, confirmando la efectividad de la estrategia lúdica para involucrarlas.

- Dimensión pedagógica. Mejora en la comprensión de contenidos matemáticos fundamentales: Un objetivo central era elevar el nivel de dominio en conceptos base de matemática. Para medir este indicador se compararon los resultados de la prueba diagnóstica inicial con los de una prueba de evaluación final aplicada tras las tutorías. Los resultados mostraron que el porcentaje de estudiantes que alcanzaron al menos el nivel satisfactorio en competencias matemáticas básicas pasó de 15 % (en el diagnóstico) a 60 % en la evaluación final.

  Especialmente se observaron mejoras significativas en operaciones con fracciones y resolución de ecuaciones lineales, que fueron tópicos trabajados intensamente mediante juegos didácticos. Aunque el ideal es llegar a 100 %, este progreso cuantitativo es una señal positiva de aprendizaje. Adicionalmente, en las encuestas de retroalimentación, el 85 % de las alumnas manifestaron que “ahora entienden mejor” o “se sienten más seguras” en al menos un tema matemático que antes les resultaba confuso (por ejemplo, “aprendí a factorizar polinomios jugando domino matemático” fue un testimonio textual). Este conjunto de evidencias apunta a una mejora real en la comprensión de contenidos, indicador clave de éxito pedagógico.

- Dimensión institucional. Integración y apoyo institucional al proyecto: Para que una innovación prospere, es crucial que la institución anfitriona la incorpore y apoye (Moreno-Guerrero, García et al., 2020). Un indicador utilizado fue el grado de colaboración y respaldo brindado por el personal del colegio. Se constató, por ejemplo, la disponibilidad de recursos: el colegio proporcionó aulas equipadas con proyectores y laboratorios tanto de ciencias como de computación cuando se requirió utilizar en actividades de experimentación o con clases demostrativas, facilitó en

ciertas ocasiones materiales (papel, plumones, etc.) y permitió el uso del auditorio para la sesión de inauguración y de clausura.

Otro sub-indicador fue la participación de docentes de la institución en el proceso: la coordinadora de Matemáticas estuvo presente en todas las tutorías, ofreció comentarios a las tutoras y medió para ajustar horarios cuando hubo conflictos con otras actividades escolares. Asimismo, la decisión de incorporar los resultados de las tutorías en la evaluación oficial (ya mencionada) refleja un alto grado de institucionalización del proyecto: el colegio asumió la iniciativa como parte complementaria de su servicio educativo. Todos estos hechos, registrados en actas de reuniones y comunicaciones oficiales, evidencian un fuerte apoyo institucional indicador de que la intervención no fue vista como algo aislado o impuesto externamente, sino como una colaboración valorada por la escuela.

- Dimensión subjetiva. Cambio positivo en la actitud de las estudiantes hacia la matemática: Quizá el indicador más significativo en el plano emocional fue la transformación en la percepción y actitud de las alumnas respecto a la asignatura. Para medirlo se recurrió a encuestas de actitudes aplicadas al cierre y la comparación con los testimonios iniciales. Los resultados cualitativos fueron contundentes: el 90 % de las estudiantes describió su experiencia con términos como “divertida”, “interesante” o “muy útil”, cuando antes de las tutorías la mayoría asociaba matemática con “difícil”, “aburrida” o “estresante”. Muchas alumnas expresaron que habían perdido el miedo a equivocarse en matemáticas y que ahora entendían que podían aprender de otra manera.

  Un indicador complementario fue la alta asistencia voluntaria: a pesar de que las tutorías se hacían fuera del horario regular, la asistencia promedio se mantuvo por encima del 95 %, y en algunas sesiones las estudiantes pedían continuar un poco más para terminar un juego o desafío matemático. Esta motivación intrínseca observada es evidencia de un cambio de actitud. En suma, las estudiantes pasaron de evitar la materia a involucrarse activamente en ella, indicador poderoso de logro en la dimensión afectiva.

- Dimensión subjetiva. Desarrollo de competencias profesionales en las tutoras en formación: Para las estudiantes universitarias tutoras, la experiencia funcionó también como un catalizador de su crecimiento profesional. Se definieron varios indi-

cadores para este aspecto, basados en las competencias docentes esperadas. Uno fue la capacidad de planificar e implementar una secuencia didáctica completa: todas las tutoras elaboraron planes de clase semanales que fueron mejorando progresivamente y culminaron diseñando ellas mismas la sesión final de evaluación lúdica.

Otro indicador fue la reflexión crítica sobre su práctica: a mitad y al final del proceso realizaron autoevaluaciones escritas donde identificaron aciertos y dificultades. En ellas, 8 de las 10 tutoras mencionaron haber ganado seguridad en el manejo de grupo y creatividad didáctica, reconociendo puntos a mejorar, pero mostrando una actitud de reflexión muy madura para su nivel formativo. Adicionalmente, la retroalimentación externa sirvió como indicador: las docentes del colegio y los docentes universitarios co-supervisores coincidieron en evaluar altamente la evolución de las tutoras (ejemplos: mejoraron su proyección de voz, la claridad de sus explicaciones y la gestión del tiempo de clase). En palabras de una de las tutoras, "al principio temblaba del susto, ahora me siento capaz de dar una clase en cualquier curso". Este cambio autopercibido y validado por observadores indica que las futuras docentes desarrollaron competencias clave gracias a la vivencia, cumpliendo uno de los grandes propósitos formativos del proyecto.

Establecer estos indicadores y recabar evidencias para cada uno permitió verificar de manera tangible los resultados de la experiencia en sus distintos frentes. La diversidad de indicadores tanto cuantitativos (p.ej., mejora en exámenes, tasas de participación) como cualitativos (testimonios, observaciones), sumada a la convergencia de evidencias (encuestas, evaluaciones, opiniones de terceros), aporta una mayor credibilidad y validez al análisis (Jeong & González-Gómez, 2020). En efecto, la triangulación de datos mostró un panorama consistente: la mayoría de indicadores apuntan a logros importantes en correspondencia con los objetivos planteados. Esto refuerza la conclusión de que la experiencia de tutoría universitaria con metodologías activas tuvo impactos positivos significativos en las estudiantes de bachillerato, a la vez que enriqueció la formación docente de las tutoras.

1.3.6. Fuentes y métodos de verificación

Para respaldar rigurosamente los indicadores y hallazgos antes descritos, fue necesario apoyarse en diversas fuentes de información y métodos de verificación. La variedad de fuentes no solo enriquece la comprensión de la experiencia, sino que mejora la fiabilidad

del análisis a través de la triangulación (Arroyo-Barrigüete et al., 2021). En esta sistematización se emplearon múltiples fuentes, cada una asociada a métodos de recolección y análisis específicos, asegurando que los datos recopilados fueran pertinentes y suficientes para sustentar cada afirmación. A continuación, se detallan las principales fuentes utilizadas y cómo se verificó la información proveniente de cada una:

1. **Evaluaciones diagnóstica y final**: Pruebas escritas de matemática aplicadas a las estudiantes de bachillerato antes de iniciar las tutorías y al concluir el ciclo. Estas pruebas constituyeron la fuente primaria para medir el progreso académico. El método de verificación fue comparativo-cuantitativo: se tabularon los resultados, calculando porcentajes de aciertos y niveles de desempeño en cada contenido evaluado. Además, se realizó análisis item por item para identificar en qué áreas hubo mayores mejoras. Para garantizar validez, las pruebas fueron elaboradas en conjunto con la docente de la materia del colegio (asegurando alineación con el currículo) y revisadas por docentes universitarios (garantizando claridad y nivel adecuado). La comparación de los desempeños inicial vs. final funcionó como evidencia objetiva de aprendizaje logrado. Este enfoque se apoya en la idea de indicadores duros en evaluación educativa que proporcionan datos tangibles sobre el logro de resultados de aprendizaje (Jeong & González-Gómez, 2020).

2. **Observaciones de aula:** Registros sistemáticos de lo acontecido en las sesiones de tutoría, realizados tanto por las docentes coordinadoras (universitaria y del colegio) como por las propias tutoras mediante diarios reflexivos. Se utilizó un método de observación participante estructurada: se diseñaron pautas de observación con ítems específicos (por ejemplo, “Número de estudiantes que intervienen”, “Reacciones de las alumnas ante actividad X”, “Manejo del tiempo por parte de la tutora”), las cuales se completaron en varias sesiones a lo largo del proceso.

   Para la verificación, se compararon las notas de distintos observadores buscando consistencia Hasanein y Sobaih (2023), sugiere esta triangulación interna para aumentar confiabilidad. También se extrajeron patrones de las anotaciones cualitativas, por ejemplo: “en la sesión 1 muchas alumnas se mostraban tímidas, en la sesión 5 participan espontáneamente”. Las observaciones sirvieron como fuente principal para validar indicadores como el aumento de participación y cambios de actitud en tiempo real. Asimismo, documentaron las adaptaciones realizadas (parte de la di-

mensión institucional), funcionando como evidencia descriptiva directa de cómo se implementó el programa en la práctica.

3. **Encuestas de satisfacción y actitudes**: Cuestionarios anónimos administrados a las estudiantes tutoradas al finalizar las tutorías, y otros a las tutoras universitarias. Estas encuestas, con preguntas cerradas (escala Likert) y abiertas, fueron una fuente clave para la dimensión subjetiva-emocional. El método de verificación consistió en análisis estadístico simple de las respuestas cuantitativas (porcentajes de acuerdo con frases como "Ahora me gustan más las matemáticas" o "Recomendaría este tipo de tutorías a otros compañeros") y análisis de contenido para las respuestas abiertas, categorizando los comentarios según su tono (positivo, neutral, negativo) y temática. Para robustecer la interpretación, se trianguló la información de las encuestas con los testimonios espontáneos recogidos y con las observaciones de aula, buscando coherencia entre lo dicho por las estudiantes y lo observado en su comportamiento (Jeong & González-Gómez, 2020). Las encuestas de tutoras, por su parte, indagaron su autopercepción antes y después de la experiencia en aspectos como confianza para enseñar, manejo de grupo, etc., sirviendo para contrastar con la evaluación externa de sus desempeños. En general, las encuestas aportaron una perspectiva subjetiva directa de los participantes, funcionando como evidencia de que los cambios percibidos (mejor actitud, mayor confianza) fueron reconocidos por las propias protagonistas.

4. **Productos y planificaciones de las tutoras**: Se recopilaron todas las planificaciones de clase, materiales didácticos, juegos, evaluaciones diseñadas y reportes elaborados por las tutoras universitarias a lo largo del proyecto. Esta fuente documental permitió verificar el indicador de desarrollo profesional de las tutoras y también dio cuenta de la calidad pedagógica de las intervenciones. El método de análisis fue una evaluación documental contrastando estos productos con criterios esperados: por ejemplo, se revisó si las planificaciones incluían objetivos claros, variedad de actividades, tiempo bien distribuido, etc. (según estándares aprendidos en la malla curricular).

   Igualmente, se evaluó la creatividad y pertinencia curricular de los materiales diseñados. Para validar, se solicitó a un docente externo (no involucrado en el proyecto) que examinara una muestra de las planificaciones iniciales vs. finales de las tutoras, y emitiera observaciones. La mejora notable en la calidad de estos documentos a

lo largo del proceso actuó como evidencia de aprendizaje de las tutoras. Además, la existencia misma de estos productos tangibles (juegos de tarjetas, rompecabezas matemáticos, guías de ejercicios contextualizados) sirvió como prueba del enfoque activo-lúdico implementado, es decir, no quedó solo en intenciones, sino materializado en recursos concretos.

5. **Testimonios y entrevistas informales**: Aunque no se planificaron entrevistas formales, a lo largo de la experiencia se recogieron numerosos testimonios espontáneos de distintos actores: comentarios de las estudiantes (tanto de agrado como de dificultad), apreciaciones de los docentes del colegio, e intercambios con padres de familia durante el evento de clausura. Adicionalmente, se sostuvieron conversaciones reflexivas con las tutoras tras finalizar el programa (a modo de entrevista grupal informal). Estas voces enriquecieron cualitativamente el estudio, aportando matices y ejemplos vividos. Para su uso como fuente, se tomaron notas y se transcribieron frases textuales representativas.

   Luego se integraron en el análisis como ilustraciones de los hallazgos (por ejemplo, citar a una alumna diciendo "ahora sí puedo con esto" como reflejo del cambio de actitud). Se tuvo cuidado de verificar que estas citas fueran representativas y no casos aislados: es decir, que sintonizaban con lo expresado por la mayoría, evitando basar conclusiones en una sola opinión. Al confrontar estos testimonios con los datos duros, se encontró consonancia, lo cual añade credibilidad: por ejemplo, las expresiones de disfrute de las alumnas correspondían con la alta participación observada y con las calificaciones mejoradas, formando un cuadro coherente.

El uso combinado de todas estas fuentes y métodos le dio robustez a la sistematización. Cada fuente aportó una pieza del rompecabezas: los exámenes y encuestas proporcionaron cuantitativos, las observaciones y testimonios aportaron la vivencia cualitativa, los documentos de planificación mostraron el trabajo pedagógico detrás de escena. Esta diversidad permitió cubrir las distintas dimensiones e indicadores con evidencia apropiada y suficiente, cumpliendo con criterios de triangulación y validez constructiva en un estudio de caso (Rosillo & Montes, 2021).

Además, la coherencia interna entre fuentes resultó ser un factor crucial: cuando múltiples evidencias señalan en la misma dirección, se fortalece la confianza en las conclusiones (Arroyo-Barrigüete et al., 2021). En este estudio, casi todas las fuentes confirmaron la hipótesis central de que la intervención mejoró tanto el aprendizaje de las estudiantes

como la formación de las tutoras en varios aspectos. Por ejemplo, el aumento en aciertos de exámenes (fuente objetiva) se correspondió con la opinión de las alumnas de que aprendieron más (fuente subjetiva); la alta participación (observación) se correspondió con comentarios de disfrute (encuestas); la mejora en planificaciones (documentos) se correspondió con mayor seguridad docente (entrevistas a tutoras), y así sucesivamente.

Siguiendo a (Aguilera et al., 2021), la riqueza de una sistematización radica en articular datos y vivencias de modo significativo. El haber documentado y verificado la experiencia con rigor nos permite ahora transitar con seguridad hacia el siguiente apartado del capítulo: el análisis e interpretación de los hallazgos, y la vinculación de esta experiencia con la formación docente y el currículo oficial. Con un marco conceptual sólido, dimensiones definidas e indicadores comprobados, contamos con un conjunto de evidencias confiable que le da sustento a todo lo aprendido en esta iniciativa.

1.3.7. Justificación teórica del enfoque adoptado

Habiendo delineado los conceptos, dimensiones, indicadores y métodos, es pertinente fundamentar teóricamente el conjunto del enfoque empleado en esta sistematización. Cada decisión tomada en el proceso de análisis, qué observar, cómo categorizar, qué medir, responde a marcos conceptuales y referencias académicas que conviene explicitar, tanto para transparentar el andamiaje teórico como para reforzar la validez de la sistematización (Moreno-Guerrero, García et al., 2020). A continuación, se presenta la justificación teórica de cada elemento principal del conjunto:

- **Conceptos y dimensiones**: La identificación de conceptos estructurantes y su traducción en dimensiones de análisis se apoya en la idea de construir categorías teóricas desde las cuales interpretar la práctica (Moreno-Guerrero, Aznar-Díaz et al., 2020). En investigación cualitativa y en sistematización, delimitar categorías analíticas es fundamental para otorgar sentido a lo vivido de manera organizada. Moreno-Guerrero, Aznar-Díaz et al. (2020) justifica que las categorías surjan tanto de los referentes teóricos como de la propia experiencia; en este caso, nuestros conceptos (aprendizaje activo, ludificación, actitud, etc.) emergieron del cruce entre la problemática detectada y la literatura relevante.

  Estas categorías fueron validadas en su relevancia por autores: por ejemplo, “actitud hacia la matemática” es ampliamente reconocida como factor crítico en educación matemática (Moreno-Guerrero, García et al., 2020), “aprendizaje activo” tiene

soporte en teorías constructivistas (Díaz Palencia et al., 2023), "metodologías lúdicas" se fundamentan en enfoques de motivación intrínseca (Amaya-Fernández et al., 2024), "reflexión sobre la práctica" es base del desarrollo profesional docente (Kavitha & Joshith, 2025). Así, el conjunto de conceptos seleccionados no es arbitrario, sino que responde a ejes discutidos en la teoría educativa contemporánea. Al construir las dimensiones a partir de ellos, aseguramos que el análisis tuviera respaldo conceptual y que abarcara las aristas más relevantes del fenómeno estudiado.

- **Indicadores y validez**: La definición de indicadores medibles para cada dimensión encuentra sustento en enfoques de evaluación por competencias y resultados. (Santaolalla Pascual et al., 2025), coincide en que, incluso en estudios cualitativos, es deseable establecer criterios explícitos de éxito para fortalecer la validez interna de los hallazgos. En esta sistematización, inspirada por un enfoque de competencias, adoptamos indicadores que reflejan desempeños observables, lo cual se alinea con la orientación de (Moreno-Guerrero, García et al., 2020), sobre evidenciar las competencias a través de resultados concretos. Por ejemplo, mejorar las notas de un test o aumentar la participación son resultados de aprendizaje tangibles que respaldan afirmaciones de mejora.

  Esto contribuye a lo que se llamaría una formación en la complejidad, pero con evidencia, es decir, reconocer la complejidad de las transformaciones educativas sin renunciar a mostrar pruebas de que ocurrieron. Los indicadores actuaron como puentes entre la teoría y la práctica: nos permitieron traducir conceptos amplios (p.ej., actitud positiva) en señales verificables (comentarios favorables, asistencia voluntaria, etc.), dotando de mayor objetividad al análisis sin perder la riqueza cualitativa.

- **Fuentes y triangulación**: El diseño metodológico de utilizar múltiples fuentes de datos responde a principios de triangulación metodológica sostenidos por la investigación-acción y los estudios de caso. Autores como Trigueros et al. (2020) enfatiza que la credibilidad de un estudio de caso aumenta exponencialmente cuando se triangulan fuentes diversas (documentos, observaciones, entrevistas, medidas). Asimismo, se destaca la importancia de combinar métodos cualitativos y cuantitativos para lograr una comprensión más profunda de fenómenos educativos. En esta sistematización, incorporar exámenes, encuestas, observaciones y testimonios

fue coherente con esos lineamientos: se buscó una mirada integral y plural de la experiencia, evitando depender de una única fuente que pudiera estar sesgada.

Fuentes-Cabrera et al. (2020), señala que sistematizar implica escuchar las múltiples voces de la experiencia; en efecto, aquí se escuchó la voz de las estudiantes en sus encuestas, la voz de las tutoras en sus reflexiones, la voz de los datos duros en los exámenes, y la voz de los observadores en sus registros, entre otras. Esta convergencia da solidez argumentativa: cada conclusión presentada está respaldada por más de un tipo de evidencia. Por ejemplo, afirmar que mejoró la actitud hacia la matemática no se sustenta solo en "se notó en clase" (subjetivo) sino también en "el test de actitudes mostró disminución de ansiedad" (objetivo) y en "las estudiantes lo expresaron así" (testimonio). Esta coherencia entre fuentes es, en sí misma, un indicador de validez de la reconstrucción realizada.

- **Comunicación escrita como construcción social**: Un elemento transversal en este proceso ha sido la escritura misma del capítulo como forma de conocimiento. Cantero-Chinchilla et al. (2020), plantea que leer y escribir en la universidad son prácticas sociales que construyen saber; además, agrega que la escritura académica involucra adoptar una voz situada en una comunidad discursiva. Al sistematizar por escrito esta experiencia, se está también ejerciendo una práctica reflexiva que tiene valor formativo.

  Mencionar esto teoréticamente es relevante porque este capítulo no es solo descripción de hechos, sino un ejercicio de escritura reflexiva sobre la práctica, la forma en que se articuló y comunicó la información también tiene un sustento: consideramos la escritura como parte del proceso de investigación-acción, donde el lenguaje académico nos permitió dar sentido y compartir la experiencia de manera formal sin perder la voz cercana del docente-practicante.

La coherencia teórica del conjunto radica en que cada paso dado estuvo informado por la literatura pertinente y las mejores prácticas metodológicas. Desde la selección de qué mirar (conceptos) y cómo agruparlo (dimensiones), pasando por cómo evidenciarlo (indicadores) y cómo demostrarlo (fuentes), todo el andamiaje se apoyó en referentes académicos sólidos. Esto evita que la sistematización sea un mero anecdotario subjetivo; por el contrario, la convierte en un proceso riguroso y comunicable, cuyos hallazgos pueden ser entendidos y evaluados por otros. Como mencionan Arteaga-Martínez et al. (2020),

una sistematización bien fundamentada puede contribuir al conocimiento más allá de su contexto inmediato. Al explicitar las bases teóricas, este capítulo aspira a ofrecer no solo la crónica de una experiencia exitosa, sino un *aporte reflexivo* al campo de la didáctica: evidenciando cómo, apoyados en teoría y datos, es posible documentar transformaciones educativas y extraer lecciones valiosas de ellas.

Esta experiencia se analizó bajo un enfoque conceptual y metodológico sólidamente justificado: con categorías pertinentes, con criterios de logro explícitos, con múltiples evidencias trianguladas y con una escritura reflexiva. Este andamiaje teórico-práctico le otorga al capítulo un equilibrio entre la vivencia y la conceptualización, entre la *voz narrativa y la voz analítica*. Se ha buscado mantener coherencia argumentativa sin redundancias, hilando teoría con práctica. Este puente teórico final cierra la fundamentación conceptual y operativa, mostrando que todas las partes del conjunto contexto, problema, propósito, valor, delimitación, conceptos, dimensiones, indicadores, fuentes están alineadas entre sí y sostenidas por marcos conceptuales reconocidos.

Con esta base establecida, el capítulo puede avanzar hacia la siguiente sección, donde se integrará el análisis de la experiencia con las perspectivas formativas y curriculares de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales. En otras palabras, habiendo comprendido qué sucedió y por qué fue significativo en términos pedagógicos, pasaremos a reflexionar para qué sirve esta experiencia en el contexto más amplio de la formación docente y cómo dialoga con las competencias y resultados esperados en el perfil de egreso de las futuras profesoras de Matemáticas y Física.

Tras completar el Módulo 2 (fundamentación conceptual y operativa), contamos con un mapa teórico y metodológico claro de la experiencia: identificamos los ejes conceptuales, organizamos el análisis en dimensiones, establecimos indicadores con evidencias y justificamos cada decisión con apoyo bibliográfico. Este andamiaje brinda seguridad y solidez al proceso, preparándonos para dar el siguiente paso en el capítulo.

En el Módulo 3, abordaremos el vínculo con el currículo y el perfil de la carrera de formación docente. Es decir, integraremos lo aprendido de esta experiencia innovadora con la formación profesional de las tutoras universitarias, analizando cuáles competencias del perfil de egreso fortaleció y qué resultados de aprendizaje del plan de estudios se pusieron en juego. Esta transición es importante para demostrar la pertinencia formativa del proyecto: no fue una actividad aislada, sino que aportó al desarrollo de las futuras docentes en relación con su currículo. A continuación, se identifican las competencias más relevantes del perfil de la carrera involucradas en la experiencia, seguidas de los

resultados de aprendizaje específicos vinculados, conectando así la práctica con la teoría curricular.

1.4. Vinculación de la experiencia con el currículo de formación docente

1.4.1. Contribución a las competencias del perfil de egreso

En la formación de docentes de Matemáticas y Física, el currículo define un perfil de egreso con una serie de competencias profesionales que los futuros maestros deben adquirir al finalizar sus estudios. Las competencias, entendidas como combinaciones de conocimientos, habilidades y actitudes integradas orientan la preparación de los estudiantes hacia un desempeño efectivo en escenarios reales de enseñanza (George-Reyes & Glasserman-Morales, 2022). Es fundamental, por tanto, vincular la experiencia de tutoría sistematizada con estas competencias del perfil, para evidenciar cómo la práctica innovadora aportó al desarrollo profesional de las tutoras en formación. Vincular teoría y práctica de esta manera asegura una formación pertinente y coherente, cumpliendo con las expectativas formativas de la carrera (Ismail et al., 2024).

De acuerdo al plan de estudios de la carrera Pedagogía de las Ciencias Experimentales (Matemática y Física) de la UNEMI, se identifican al menos tres competencias clave de egreso directamente relacionadas con la experiencia vivida:

1. **Competencia didáctica en la enseñanza de las matemáticas y la física:** Consiste en la capacidad para *diseñar, planificar e implementar estrategias de enseñanza-aprendizaje innovadoras* y efectivas en el área de Matemática/Física, adaptadas al nivel medio. Implica dominar metodologías activas, recursos didácticos diversos y técnicas de evaluación formativa, con el fin de facilitar la comprensión de contenidos científicos. Esta competencia fue claramente fortalecida durante el proyecto: las tutoras tuvieron que diseñar secuencias didácticas lúdicas, preparar materiales concretos (juegos, guías) y aplicar estrategias participativas para lograr que las estudiantes aprendan. La experiencia les exigió traducir teorías didácticas a la práctica, uniendo el saber disciplinar con el saber pedagógico.

   De hecho, la planificación e implementación exitosa de las tutorías es evidencia de logro en esta competencia. En términos teóricos, esta competencia se apoya en la

idea de *docencia centrada en el estudiante* y en el concepto de constructive alignment (alineamiento constructivo) de Amaya-Fernández et al. (2024): las tutoras tuvieron que alinear objetivos, actividades y evaluaciones buscando que sus alumnas realmente entendieran los conceptos. Ejemplo concreto: una tutora diseñó un juego de tarjetas para enseñar funciones lineales (cada tarjeta con gráfica, ecuación o tabla para emparejar).

Esto muestra desempeño competente en selección de recursos y en hacer comprensible un tema abstracto usando material visual-manipulativo, que es precisamente un indicador de competencia didáctica. Además, durante el proyecto recibieron retroalimentación continua, lo que refinó su habilidad para planificar clases – habilidad central de esta competencia.

2. **Competencia de gestión del aula y motivación del aprendizaje:** Se refiere a la capacidad para crear un ambiente propicio de aprendizaje, gestionando eficazmente el grupo, manteniendo la disciplina de forma positiva, motivando a los estudiantes y atendiendo a la diversidad en el aula. Incluye destrezas de comunicación asertiva, liderazgo pedagógico y empatía para comprender las necesidades del alumno adolescente. Esta competencia fue ampliamente ejercitada en la experiencia, dado que las tutoras debieron enfrentar el manejo real de grupos de bachillerato, con el desafío adicional de revertir actitudes negativas hacia la materia. Aprendieron a motivar a estudiantes desanimados a través del juego y el refuerzo positivo.

   Asimismo, desarrollaron técnicas para mantener el orden sin caer en autoritarismo, generando un clima de confianza y respeto. Ejemplo concreto: al inicio algunas tutoras expresaban dificultad para captar la atención de todas las alumnas; tras varias sesiones, incorporaron dinámicas rompe hielo y reglas claras de convivencia que mejoraron notablemente el ambiente. Una tutora relató: *"Aprendí a silenciar al grupo sin gritar, con señas que acordamos jugando al inicio"*. Este aprendizaje práctico se vincula directamente con la competencia de gestión de aula.

   Teóricamente, esta competencia se apoya en la gestión socioemocional del aprendizaje, Mancera Rueda (2025) menciona que un buen profesor no solo domina contenidos, sino sabe comunicarlos y generar implicación. También conecta con la construcción de la autoridad pedagógica basada en la empatía y el respeto. Las tutoras, al lograr que las estudiantes las vieran como guías cercanas y no como figuras amenazantes, ejercitaron un liderazgo educativo efectivo, cumpliendo con lo

que se llamaría habilidades para la "sociedad del conocimiento" donde el docente es facilitador y orientador más que transmisor.

3. **Competencia de reflexión e investigación sobre la práctica docente:** Engloba la capacidad de analizar críticamente la propia práctica para mejorarla continuamente, y de participar en procesos de investigación educativa básica (ejemplo, sistematizar experiencias, aplicar evaluaciones, analizar datos de aprendizaje). Esta competencia implica que el futuro docente no sea un simple aplicador de técnicas, sino un profesional reflexivo, según Moreno-Guerrero, Aznar-Díaz et al. (2020)), debe ser capaz de autoevaluarse, de adaptarse al contexto y de generar conocimiento a partir de su práctica. La participación en este proyecto de tutorías, sumada al ejercicio mismo de la sistematización, aportó significativamente a esta competencia.

Las tutoras no solo enseñaron, sino que reflexionaron sobre su enseñanza en reuniones de retroalimentación, revisaron evidencias (resultados de pruebas de sus alumnas, por ejemplo) y propusieron ajustes. Además, al colaborar en la recolección de datos para esta sistematización (llenando diarios de campo, aplicando encuestas a sus alumnas, etc.), tuvieron una primera aproximación a la investigación educativa. Ejemplo concreto: cada tutora escribió un informe final describiendo las dificultades encontradas y estrategias implementadas para superarlas, muchos citaron teoría que habían aprendido en sus clases de pedagogía para explicar sus decisiones. Esto muestra un ejercicio metacognitivo valioso y un enlace entre teoría y práctica, evidenciando competencia reflexiva.

Desde el punto de vista académico, esta competencia se relaciona con aprender a aprender y con la mejora continua profesional, competencias genéricas esenciales en la educación superior. También conecta con la idea de "profesor investigador", donde el docente investiga su propio contexto para mejorarlo. Haber vivenciado un proceso sistematizador (aunque sea guiado) sin duda siembra en las tutoras la actitud investigativa y reflexiva, que es parte del perfil de egreso esperado.

Cabe mencionar que, además de estas tres, otras competencias genéricas como comunicación efectiva y trabajo en equipo también fueron ejercitadas. La comunicación tanto oral con las alumnas, como escrita en sus planificaciones e informes mejoró visiblemente, cumpliendo con el objetivo de formarlas, en comunicar conocimiento científico de manera clara y adecuada al público, Mancera Rueda (2025) destaca la importancia de la comunicación académica; las tutoras practicaron esto adaptando el lenguaje matemático a términos comprensibles para adolescentes. Igualmente, trabajaron en equipo entre ellas

para coordinarse, compartir materiales y unificar criterios de evaluación, desarrollando competencias colaborativas y de liderazgo distribuido.

La alineación entre la experiencia y el perfil de egreso fue, en general, muy fuerte. *¿Para qué formamos a los futuros docentes?* Para que sepan enseñar bien su materia (competencia didáctica), para que sepan conducir un aula real (competencia de gestión/motivación) y para que reflexionen y mejoren continuamente (competencia investigativa-reflexiva), entre otras cosas. Precisamente esos tres grandes pilares fueron puestos en juego en este proyecto de vinculación. Esto demuestra la pertinencia curricular de la actividad: lejos de ser un "extra" desconectado del currículo, la tutoría resultó ser un espacio formativo integral donde las estudiantes de la carrera ejercitaron las habilidades medulares de su profesión.

Desde la perspectiva de la teoría curricular basada en competencias podríamos decir que esta experiencia contribuyó a "afinar" el perfil de egreso, siguiendo la metáfora de Tuning (Chaffee, 2025). Es decir, acercó a las tutoras un paso más a ese ideal de profesora de matemática que el programa busca lograr, proporcionándoles un aprendizaje auténtico en situación real. (Moreno-Guerrero, Aznar-Díaz et al., 2020), argumenta que, en la sociedad del conocimiento, los profesionales requieren una formación que les permita enfrentar contextos complejos e inciertos; esta experiencia, con sus retos y logros, expuso a las futuras docentes a la complejidad del aula real, obligándolas a integrar teoría y práctica, y preparándolas mejor para su futuro desempeño en un entorno educativo cambiante.

Las competencias del perfil de egreso seleccionadas encontraron en el proyecto un escenario propicio para desarrollarse y evidenciarse. Las tutoras aprendieron haciendo, y al hacerlo, crecieron en las dimensiones clave de su perfil profesional. Esto no solo beneficia a las estudiantes en su aprendizaje inmediato, sino que sienta bases para que como futuras profesoras tengan más herramientas pedagógicas, mayor capacidad de gestión y una actitud proactiva de reflexión e innovación en su práctica. En términos formativos, la experiencia fue una suerte de microcosmos donde se condensó la esencia de ser docente, permitiéndoles adelantarse vivencialmente a roles que formalmente ejercerán tras graduarse. De este modo, podemos afirmar con convicción que la experiencia de vinculación aportó significativamente al logro del perfil de egreso de la carrera, cumpliendo con objetivos formativos institucionales además de los objetivos inmediatos del proyecto.

1.4.2. Resultados de aprendizaje vinculados con la experiencia

Además de las competencias generales de egreso, el currículo de la carrera se estructura en resultados de aprendizaje más específicos, asociados a asignaturas o módulos particulares. Estos resultados de aprendizaje describen en términos más concretos lo que el estudiante debe saber, saber hacer o valorar al terminar un curso determinado (Fuentes-Cabrera et al., 2020). Vincular la experiencia con tales resultados permite identificar qué contenidos académicos y habilidades puntuales del plan de estudios fueron puestos en práctica y fortalecidos durante el proyecto. Esto es importante para evidenciar que la experiencia de tutoría no distrajo a las tutoras de sus estudios, sino que, por el contrario, reforzó aprendizajes curriculares de manera aplicada, cumpliendo así con la deseada alineación constructiva entre la formación teórica y la práctica (Ismail et al., 2024).

A continuación, se señalan tres resultados de aprendizaje clave del currículo de Pedagogía de Matemática y Física que estuvieron directamente involucrados en la experiencia, junto con ejemplos de cómo se manifestaron:

1. **Resultado de aprendizaje en Didáctica de la Matemática:** *"Diseña e implementa situaciones de aprendizaje innovadoras para la enseñanza de conceptos matemáticos en educación media, utilizando recursos didácticos variados y estrategias centradas en el estudiante."* Este resultado corresponde a asignaturas de Didáctica Específica de la Matemática, donde los estudiantes aprenden a planificar clases y explorar metodologías activas. La experiencia de tutoría fue prácticamente la aplicación directa de este resultado: las tutoras diseñaron situaciones didácticas no tradicionales (juegos, concursos, proyectos sencillos) para enseñar conceptos como factorización, geometría básica, funciones, etc. Ejemplo evidencial: en el tema de geometría, las tutoras crearon una *"búsqueda del tesoro"* en el patio del colegio donde las pistas eran problemas geométricos; esto ejemplifica perfectamente la implementación de una situación de aprendizaje activa e innovadora, tal como el resultado de aprendizaje prescribe.

   Además, las tutorías sirvieron de laboratorio para probar lo aprendido en sus clases de Didáctica: muchas técnicas discutidas teóricamente (como aprendizaje colaborativo, uso de material concreto) pudieron ponerlas en práctica y ajustar detalles. De hecho, varias tutoras comentaron que comprendieron mejor las lecturas y teorías de sus cursos de didáctica después de vivir la experiencia, pues la práctica les dio

contexto y sentido. Esto ilustra la doble vía de la alineación: la teoría informando la práctica, y la práctica consolidando la teoría (Ismail et al., 2024).

2. **Resultado de aprendizaje en Evaluación Educativa:** *"Elabora y aplica instrumentos de evaluación diagnóstica y formativa adecuados al contenido y nivel educativo, analizando los resultados para retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje."* Este resultado corresponde al curso de Evaluación de los Aprendizajes o similar. En el proyecto, las tutoras participaron en la elaboración de la prueba diagnóstica inicial, aplicaron evaluaciones formativas durante las sesiones (quizzes, juegos evaluativos) y colaboraron en la prueba final. Asimismo, tuvieron que analizar los resultados de esas evaluaciones para identificar dificultades persistentes y ajustar sus estrategias. Ejemplo evidencial: tras la prueba diagnóstica, las tutoras detectaron que casi todas las estudiantes fallaron en operaciones con fracciones; con esa información, decidieron incorporar más ejercicios de fracciones en sus juegos de la primera semana y diseñaron un material visual (un pastel fraccionado) para reforzar ese concepto.

   Este ciclo de evaluación y retroalimentación es exactamente lo que el resultado de aprendizaje plantea. Además, hacia el final, vivieron la experiencia de calificar y analizar la evaluación sumativa, discutiendo entre ellas qué ítems mejoraron y cuáles no, y reflexionando sobre posibles causas (algunas dijeron *"tal vez no insistimos suficiente en ecuaciones cuadráticas"*). Esa reflexión evaluativa, guiada en parte por la docente universitaria, permitió cumplir el resultado de *"analizar resultados para retroalimentar"*. En la realidad futura, ellas usarán esa habilidad para sus propios cursos. La tutoría fue un espacio auténtico donde ejercitar la evaluación diagnóstica y formativa, un componente esencial del quehacer docente, a veces difícil de practicar solo en simulaciones de aula universitaria, Freeman (1989) menciona que evidenciar la competencia evaluativa requiere situaciones reales de aplicación, lo cual se logró aquí.

3. **Resultado de aprendizaje en Práctica o Pasantía Pre-profesional:** *"Interactúa con estudiantes de nivel medio demostrando empatía, ética profesional y habilidades de comunicación, adaptando su intervención pedagógica a las características del contexto escolar."* Este resultado suele pertenecer a los módulos de prácticas docentes o pasantías que las carreras de educación incluyen en niveles avanzados. Aunque las tutoras de quinto y sexto nivel posiblemente estaban por cursar dichas

prácticas, la participación en el proyecto de vinculación cumplió anticipadamente con gran parte de este resultado.

Ellas interactuaron intensivamente con estudiantes adolescentes, debieron ejercer una actitud ética (por ejemplo, manejar con responsabilidad la confianza que las alumnas depositaron en ellas, ser puntuales y cumplir compromisos, respetar la confidencialidad de algunos problemas que las chicas les contaban, etc.), mostraron empatía al entender las dificultades de las alumnas sin juzgarlas, y desarrollaron habilidades de comunicación al explicarse con claridad y al saber escuchar a sus estudiantes. También adaptaron su intervención al contexto: no fue lo mismo trabajar en el colegio religioso con ciertas normas que en la escuela fiscal, y las tutoras demostraron flexibilidad para adecuarse a cada entorno (un rasgo crucial que se espera de los practicantes). Ejemplo evidencial: al inicio, algunas tutoras usaban un lenguaje muy técnico propio de nivel universitario; tras unas sesiones, aprendieron a *"traducir"* los términos al lenguaje cotidiano de los bachilleres sin perder rigor. Una tutora anotó en su diario: *"Tuve que explicar derivada como pendiente de la recta tangente con un ejemplo de la vida real, porque me di cuenta de que con formalismos no me entendían"*.

Este es un claro indicador de haber logrado la habilidad comunicativa adaptada al público, que es parte del resultado de práctica. Adicionalmente, en la interacción cotidiana, surgieron situaciones donde la ética y la empatía se pusieron de manifiesto: por ejemplo, una alumna confesó a su tutora que se sentía *"tonta"* en matemáticas; la manera en que la tutora manejó esa conversación alentando, asegurando confidencialidad, buscando ayuda adicional, evidenció madurez y ética profesional, tal como se espera en una pasantía real.

Estos resultados de aprendizaje específicos muestran la conexión directa entre lo que las tutoras debían aprender en su carrera y lo que aprendieron haciendo en el proyecto. La experiencia reforzó conocimientos didácticos, habilidades evaluativas y actitudes profesionales, entre otros aspectos. Incluso resultados de aprendizaje más teóricos, como los de cursos de Matemática Superior, encontraron eco en la tutoría: por ejemplo, una tutora comentaba que para responder preguntas curiosas de sus alumnas (como "¿para qué sirve un logaritmo?") tuvo que recordar aplicaciones vistas en sus clases universitarias de matemática pura, dándole sentido práctico a contenidos que antes veía muy abstractos.

Desde el punto de vista de alineación curricular, la tutoría actuó casi como un integrador curricular: permitió que las tutoras combinaran saberes de distintas asignaturas en un solo proyecto práctico. Chaffee (2025), señala que un buen diseño curricular logra que los estudiantes apliquen de manera integrada lo aprendido; en este caso, sucedió orgánicamente. Esta es una fuerte justificación del valor pedagógico de la vinculación: al involucrar a los estudiantes en contextos reales, se activa un aprendizaje más profundo y conectado. George-Reyes y Glasserman-Morales (2022), habla de "aprendizaje complejo" necesario para el mundo real, y aquí lo vemos materializado.

Por último, hay que resaltar que no se descuidaron los contenidos disciplinares. Si bien el enfoque estuvo en metodologías, las tutoras tuvieron que repasar y afianzar conocimientos matemáticos básicos para poder enseñarlos correctamente (un docente aprende aún más del tema cuando lo prepara para explicarlo). En cierta forma, esto también contribuyó a los resultados de aprendizaje del área disciplinar: consolidaron su dominio de matemáticas elementales, reforzando cimientos que son importantes incluso para entender temas superiores, Aguilera et al. (2021) asegura que al enseñar se termina de aprender un contenido.

Los resultados de aprendizaje vinculados muestran que la experiencia fue *curricularmente relevante*: no solo formó competencias generales, sino que permitió evidenciar y afianzar aprendizajes concretos esperados en la carrera. Cada interacción, cada planificación, cada evaluación en el proyecto fue a la vez un ejercicio práctico de algo aprendido en las aulas universitarias. Este es el ideal de la educación basada en competencias: lograr una articulación real entre la teoría y la práctica. En este caso, gracias a la experiencia, las tutoras pueden decir con propiedad que han alcanzado ciertos resultados de aprendizaje no solo en el papel, sino en la vida real con estudiantes reales. Esto las prepara mejor para sus futuras prácticas preprofesionales formales y, desde luego, para su desempeño como docentes graduadas.

1.4.3. Relevancia curricular y aportes formativos

La integración de esta experiencia de tutoría universitaria al currículo de formación docente resulta altamente significativa desde diversas perspectivas. En primer lugar, demuestra un alineamiento exitoso entre la formación teórica recibida en la carrera y la aplicación práctica en un contexto educativo real. Los análisis anteriores evidenciaron que las competencias clave del perfil de egreso (didáctica, gestión del aula, reflexión/investigación,

comunicación, trabajo en equipo, etc.) se pusieron en juego y se robustecieron a través del proyecto. Igualmente, los resultados de aprendizaje concretos de materias como Didáctica de la Matemática, Evaluación Educativa y Práctica Pre-profesional encontraron un escenario idóneo para manifestarse y consolidarse. Esto confirma la pertinencia curricular de iniciativas de vinculación como esta: lejos de ser una actividad extracurricular que distrae de la malla, actuó como catalizador para integrar conocimientos y habilidades, potenciando el logro de los objetivos formativos de la carrera.

Desde la óptica institucional, esta experiencia puede verse como un modelo de currículo integrado con la comunidad. La pedagogía moderna aboga por la formación situada y contextualizada, donde los estudiantes universitarios aprenden también fuera del aula, enfrentando problemas reales (Fuentes-Cabrera et al., 2020). Este proyecto respondió precisamente a ese paradigma: las tutoras aprendieron haciendo en la comunidad, y la comunidad educativa se benefició de su aprendizaje. La retroalimentación fue mutua. En términos del enfoque de aprendizaje servicio o aprendizaje basado en la comunidad, se obtuvieron ganancias para todos los involucrados: las alumnas de bachillerato mejoraron en matemáticas, y las futuras docentes mejoraron en docencia. Esto realza la relevancia social del currículo, mostrando cómo la universidad puede impactar positivamente el entorno mientras forma mejor a sus estudiantes.

Otro aspecto a destacar es que la sistematización misma de la experiencia plasmada en este capítulo, se convierte en evidencia de logro de las competencias investigativas y comunicativas del perfil de egreso. Al haber recopilado datos, analizado y escrito sus hallazgos, las tutoras (junto conmigo como docente guía) generaron un producto académico tangible. En la mayoría de los casos, los estudiantes de pregrado no llegan a publicar ni a escribir documentos formales sobre sus prácticas; aquí, sin embargo, se ha dado un paso hacia la cultura investigativa. Esto es una fortaleza curricular, pues promueve la actitud de *profesores reflexivos y comunicadores de sus experiencias*, algo invaluable para la mejora continua del sistema educativo (Jeong & González-Gómez, 2020).

Cabe señalar que los hallazgos de esta experiencia pueden informar también el propio currículo de la carrera. Por ejemplo, la marcada dificultad de las alumnas de bachillerato en ciertos temas básicos podría motivar a reforzar esos tópicos en las asignaturas de Matemática Básica de la carrera, para asegurar que los futuros docentes los dominen a cabalidad y tengan múltiples estrategias para enseñarlos. Asimismo, las lecciones aprendidas sobre estrategias lúdicas exitosas podrían incorporarse formalmente en las guías didácticas de las asignaturas pedagógicas, retroalimentando el currículo con innovación

comprobada. Este es un beneficio adicional: la experiencia no solo se alinea con el currículo existente, sino que ofrece insumos para enriquecerlo y actualizarlo, en un ciclo virtuoso de mejora se sugiere que los currículos deben revisarse a la luz de las experiencias prácticas (Chaffee, 2025).

La relevancia curricular de la experiencia "Matemáticas sin miedo" es manifiesta. Constituyó un espacio formativo integral donde las tutoras vivenciaron las competencias y resultados que la carrera espera de ellas, en un contexto real, con impacto social positivo. Validó que los conocimientos impartidos en el aula universitaria sí son aplicables y efectivos cuando se llevan con creatividad y pasión a la escuela. Y, quizá lo más importante, reforzó en las futuras docentes su vocación y confianza, demostrándoles que están en camino de ser profesionales competentes capaces de cambiar historias educativas. En palabras de una de ellas al finalizar: *"Ahora sé por qué estudié esta carrera y me siento capaz de ser la profesora que siempre quise tener"*. Esa frase resume el espíritu de la vinculación curricular lograda: cuando el currículo se encuentra con la realidad, cobra vida, se resignifica y logra encender en los estudiantes en este caso, nuestras tutoras la convicción de su propio perfil profesional.

1.5. Conclusiones

A lo largo de este capítulo se ha reconstruido y analizado la experiencia de vinculación universitaria "Matemáticas sin miedo", destacando sus contextos, desafíos, estrategias y resultados tanto en el nivel de bachillerato como en la formación de las futuras docentes participantes. Esta sistematización permite extraer varias conclusiones valiosas:

En primer lugar, se confirma que las metodologías activas y lúdicas pueden transformar significativamente la dinámica de aprendizaje de las matemáticas. Las estudiantes de bachillerato involucradas pasaron de sentir temor y apatía hacia la materia, a mostrarse motivadas y participativas, mejorando su comprensión de conceptos fundamentales. Esto refuerza la idea de que el problema de la enseñanza de la matemática no reside en la dificultad inherente de la disciplina, sino muchas veces en la forma en que se la presenta. Cuando se enseñan las matemáticas de manera contextualizada, creativa y empática, los aprendizajes mejoran y, quizá igual de importante, mejora la relación afectiva del alumnado con la asignatura. En un país donde la matemática suele ser "la piedra en el zapato" del sistema educativo, experiencias como esta demuestran rutas posibles para humanizar y amenizar su enseñanza sin perder rigor académico.

En segundo lugar, se evidenció el gran potencial de los proyectos de vinculación interinstitucional para la formación inicial docente. La participación de las tutoras universitarias en un entorno escolar real, asumiendo un rol docente bajo supervisión, les permitió desarrollar competencias profesionales de manera acelerada y profunda. En pocos meses, estas estudiantes en formación vivieron situaciones que usualmente enfrentarían solo al iniciar su carrera docente, aprendiendo lecciones que ningún simulacro en aula universitaria podría ofrecer con igual autenticidad. Así, se pone de relieve que la articulación entre universidad y escuela, entre teoría y práctica, enriquece la preparación de los futuros profesores y debería fomentarse desde etapas tempranas de la carrera. Esto sugiere que las mallas curriculares de pedagogía pueden beneficiarse incorporando más instancias de práctica guiada desde mitad de la carrera, no solo al final, dado el impacto formativo comprobado.

En tercer lugar, la sistematización reveló la importancia de considerar las condiciones institucionales y contextuales en cualquier intervención educativa. El contraste entre los dos colegios (particular y fiscal) permitió reflexionar sobre las brechas de equidad y cómo afectan los procesos de enseñanza-aprendizaje. Si bien la metodología activa resultó efectiva en ambos entornos, las adaptaciones necesarias y el apoyo requerido fueron distintos. Esto enseña a los futuros docentes que su labor deberá ser siempre contextualizada: las estrategias deben ajustarse a la realidad de sus estudiantes y escuelas. A nivel macro, también invita a tomadores de decisión a seguir trabajando por reducir las brechas en recursos e infraestructura entre escuelas, pues las condiciones materiales sí inciden en las oportunidades de aprendizaje (aunque la pasión docente pueda paliar algunas carencias, como se vio, no debería recaer solo en ello la compensación de inequidades).

Por último, esta experiencia y su análisis aportan a la construcción de conocimiento pedagógico situado. Al escribir sobre la práctica, integrando datos con vivencias, se generó un relato reflexivo que puede servir de referencia a otros docentes e instituciones interesados en replicar o adaptar iniciativas similares. Como afirma Amaya-Fernández et al. (2024), sistematizar permite que lo vivido trascienda a su contexto original y nutra a la comunidad educativa más amplia. En ese sentido, “Matemáticas sin miedo” no es solo la historia puntual de un proyecto local, sino un testimonio de que es posible hacer cambios en la forma de enseñar matemáticas, de que los estudiantes pueden aprender con una sonrisa, y de que los futuros maestros pueden formarse creando impacto social positivo desde su etapa estudiantil.

La experiencia deja como legado la certeza de que cuando se enseña con empatía,

entusiasmo y creatividad, se puede cambiar el destino educativo de muchos jóvenes y que los docentes en formación, al ser parte de ese cambio, también se transforman en profesionales más completos y conscientes. Matemáticas sin miedo es, en el fondo, sinónimo de educación sin miedo: sin miedo a innovar, sin miedo a tender puentes entre la academia y la realidad, sin miedo a aprender de los errores e intentar caminos distintos. Ojalá estas páginas inspiren a más educadores a atreverse a enseñar de manera distinta, porque nuestros estudiantes lo merecen y porque, como se demostró, funciona.

Bibliografía

Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Vílchez-González, J. M., & Perales-Palacios, F. J. (2021). In search of a long-awaited consensus on disciplinary integration in STEM education. *Mathematics*, *9*(6). https://doi.org/10.3390/math9060597

Amaya-Fernández, F. O., Agudelo Velásquez, O. L., Cano-Vásquez, L. M., & Ángel-Uribe, I. C. (2024). STEM Teacher Training Methodology: A Pathway for Its Integration in Primary and Secondary Education. *Edutec*, (90), 34-53. https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3393

Ariza, J. Á., & Olatunde-Aiyedun, T. G. (2024). A systematic literature review on STEAM pre- and in-service teacher education for sustainability: Are teachers ready? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *20*(9). https://doi.org/10.29333/ejmste/14982

Arroyo-Barrigüete, J. L., Carabias-López, S., Curto-González, T., & Hernández, A. (2021). Portability of predictive academic performance models: An empirical sensitivity analysis. *Mathematics*, *9*(8). https://doi.org/10.3390/math9080870

Arteaga-Martínez, B., Macías, J., & Pizarro, N. (2020). Representation in the solution of mathematical problems: An analysis of metacognitive strategies of secondary education students. *Uniciencia*, *34*(1), 263-280. https://doi.org/10.15359/ru.34-1.15

Boada, I., Rodríguez, A., Llenas, B., & Xiberta, P. (2022). TAECon, a web-based platform to promote STEM. *International Journal of Serious Games*, *9*(2), 43-61. https://doi.org/10.17083/ijsg.v9i2.488

Cantero-Chinchilla, F. N., Díaz-Martín, C., García-Marín, A. P., & Estévez, J. (2020). Innovative Student Response System Methodologies for Civil Engineering Practical Lectures. *Technology, Knowledge and Learning*, *25*(4), 835-852. https://doi.org/10.1007/s10758-019-09410-z

Chaffee, G. (2025). Study of an effective machine learning-integrated science curriculum for high school youth in an informal learning setting. *International Journal of STEM Education*. https://doi.org/10.1186/s40594-025-00543-5

Civit, M., Escalona, M. J., Cuadrado, F., & Reyes-de-Cozar, S. (2024). Class integration of ChatGPT and learning analytics for higher education. *Expert Systems*, *41*(12). https://doi.org/10.1111/exsy.13703

Díaz Palencia, J. L., Sánchez Sánchez, A., & Roa González, J. (2023). Status of the Use of Active Teaching Methodologies in Secondary Mathematics Classrooms. *REDIMAT*, *12*(3), 229-245. https://doi.org/10.17583/redimat.12852

Diego-Mantecón, J.-M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., & Ortiz-Laso, Z. (2021). An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school mathematics perspective. *ZDM – Mathematics Education*, *53*(5), 1137-1148. https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9

Freeman, D. (1989). Teacher Training, Development, and Decision Making: A Model of Teaching and Related Strategies for Language Teacher Education. *TESOL Quarterly*, *23*(1), 27. https://doi.org/10.2307/3587506

Fuentes-Cabrera, A., Parra-González, M. E., López-Belmonte, J., & Segura-Robles, A. (2020). Learning mathematics with emerging methodologies – The escape room as a case study. *Mathematics*, *8*(9). https://doi.org/10.3390/math8091586

Garcia-Piqueras, M., & Ruiz-Gallardo, J.-R. (2021). Green STEM to improve mathematics proficiency: ESA Mission Space Lab. *Mathematics*, *9*(17). https://doi.org/10.3390/math9172066

George-Reyes, C. E., & Glasserman-Morales, L. D. (2022). Preparation and reliability analysis of a questionnaire to measure, from the student's perspective, the teacher's digital skills in non-classroom teaching environments. *Revista Complutense de Educación*, *33*(3), 413-424. https://doi.org/10.5209/rced.74467

Hasanein, A. M., & Sobaih, A. E. E. (2023). Drivers and Consequences of ChatGPT Use in Higher Education: Key Stakeholder Perspectives. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, *13*(11), 2599-2614. https://doi.org/10.3390/ejihpe13110181

Ismail, A. F., Abdullatif, A. K. A., Elmorsy, G. N., Al-Muoaeweed, O., Al Yahya, H. T., Thakir, R. S. H., Badran, A. H. A., & Shahpo, S. M. (2024). Exploring the Adherence to AI-Generated Writing Standards: Practice Levels among University Students. *Journal of Curriculum and Teaching*, *13*(5), 252-270. https://doi.org/10.5430/jct.v13n5p252

Jeong, J. S., & González-Gómez, D. (2020). Adapting to PSTs' pedagogical changes in sustainable mathematics education through flipped E-Learning: Ranking its criteria with MCDA/F-DEMA. *Mathematics*, *8*(5). https://doi.org/10.3390/math8050858

Kavitha, K., & Joshith, V. P. (2025). Artificial Intelligence Powered Pedagogy: Unveiling Higher Educators' Acceptance with Extended TAM. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, *21*(8). https://doi.org/10.53761/s1pkk784

Mancera Rueda, A. (2025). Meta-analysis on Research about Political Communication on Social Media in Spain and Latin America. *Círculo de Lingüística Aplicada a la Comunicación*, *101*, 31-49. https://doi.org/10.5209/clac.100069

Moral-Sánchez, S. N., Sánchez-Compaña, M. T., & Romero, I. (2022). Geometry with a STEM and Gamification Approach: A Didactic Experience in Secondary Education. *Mathematics*, *10*(18). https://doi.org/10.3390/math10183252

Moreno-Guerrero, A.-J., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, P., & Alonso-García, S. (2020). E-learning in the teaching of mathematics: An educational experience in adult high school. *Mathematics*, *8*(5). https://doi.org/10.3390/math8050840

Moreno-Guerrero, A.-J., García, M. R., Heredia, N. M., & Rodríguez-García, A.-M. (2020). Collaborative learning based on Harry Potter for learning geometric figures in the subject of mathematics. *Mathematics*, *8*(3). https://doi.org/10.3390/math8030369

Navarro-Ibarra, L. A., Cuevas-Salazar, O., Acuña-Michel, L. L., & Valenzuela-Ochoa, J. M. (2025). Mathematics education and technology: Bibliometric analysis and systematic review (2000–2024). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *21*(3). https://doi.org/10.29333/ejmste/16072

Ordaya, C. B., & Rivera, A. A. P. (2022). Ability to solve mathematical problems and their relationship with teaching strategies in students of the first grade of secondary school. *Educación Matemática*, *34*(2), 275-288. https://doi.org/10.24844/EM3402.10

Piedra, A. B., & Reascos, I. (2024). Production and evaluation of audiovisual material to support the teaching of mathematics in eighth-grade learners. *Journal on Mathematics Education*, *15*(3), 883-904. https://doi.org/10.22342/jme.v15i3.pp883-904

Raynaudo, G., & Peralta, O. (2017). Cambio conceptual: Una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. *Liberabit*, *23*(1), 110-122. https://doi.org/10.24265/liberabit.2017.v23n1.10

Rosillo, N., & Montes, N. (2021). Escape room dual mode approach to teach maths during the covid-19 era. *Mathematics*, *9*(20). https://doi.org/10.3390/math9202602

Saadati, F., & Celis, S. (2023). Student Motivation in Learning Mathematics in Technical and Vocational Higher Education: Development of an Instrument. *International*

Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, *11*(1), 156-178. https://doi.org/10.46328/ijemst.2194

Santaolalla Pascual, E., Martín Carrasquilla, O., & Rodríguez Moreno, J. (2025). Improving attitudes toward mathematics and teacher self-efficacy through Service-Learning and Gamification. *Revista Complutense de Educación*, *36*(3), 419-428. https://doi.org/10.5209/rced.96438

Trigueros, R., Aguilar-Parra, J. M., Mercader, I., Fernández-Campoy, J. M., & Carrión, J. (2020). Set the controls for the heart of the maths. The protective factor of resilience in the face of mathematical anxiety. *Mathematics*, *8*(10), 1-11. https://doi.org/10.3390/math8101660

2

Andamiaje didáctico emergente en contextos de carencia sistematización de una experiencia en la enseñanza de la geometría descriptiva

José Luis Viteri Morales[2]

.

El capítulo sistematiza una experiencia de enseñanza de Geometría Descriptiva desarrollada en un contexto de carencia material y brechas formativas en los estudiantes de primer semestre de Arquitectura Sostenible. Su propósito es analizar el andamiaje didáctico emergente que permitió superar la falta de habilidades instrumentales y la ausencia de mesas de dibujo. La metodología combina observación, análisis de trabajos y reflexiones estudiantiles. Los principales aprendizajes evidencian que la instrucción explícita, la demostración visual, la retroalimentación continua y la resiliencia emocional posibilitaron un progreso significativo en la precisión gráfica y la confianza del estudiantado.

[2]Universidad Estatal de Milagro, `jviterim2@unemi.edu.ec`.

Índice

2.1. Formación inicial en Geometría Descriptiva 55
2.1.1. Problematización 56
2.1.2. Propósito 57
2.1.3. Criterios de valor 58
2.1.4. Delimitación del objeto de estudio 59
2.2. Fundamentación 61
2.2.1. Bisagra textual 61
2.2.2. Definición de conceptos centrales 62
2.2.3. Formulación de dimensiones 63
2.3. Construcción de indicadores 65
2.4. Fuentes y métodos de verificación 67
2.4.1. *Explicación de fuentes y métodos de verificación* 68
2.5. Justificación teórica del conjunto 69
2.6. Transición hacia el vínculo curricular 71
2.7. Identificación de competencias del perfil de la carrera 72
2.8. Resultados de aprendizaje vinculados 73
2.9. Actividades y evidencias 75
2.10. Reflexión sobre la alineación curricular 79
2.11. Integración del vínculo curricular y perfil de la carrera 81
2.12. Transición hacia la operacionalización estratégica 81
2.13. Estrategias núcleo en acción 82
2.14. Estrategias de soporte aplicadas 84
2.15. Estrategias de contingencia desplegadas 86
2.16. Arquitectura del ecosistema estratégico 88
2.17. Cierre integrador del Ecosistema Estratégico 89
2.18. Transición hacia la evaluación 90
2.19. Instrumentos de evaluación aplicados 91

2.20. Indicadores de evaluación y criterios de validez **93**

2.21. Análisis preliminar de evidencias **95**

2.22. Validez, sesgos y factibilidad **97**

2.23. Cierre integrador de la evaluación **98**

2.24. Reflexión crítica sobre la experiencia **99**

2.1. Formación inicial en Geometría Descriptiva

Contexto de la experiencia

La presente sistematización explora una experiencia pedagógica situada en el umbral de la formación profesional. Se desarrolla en la asignatura de Geometría Descriptiva, pilar fundamental del primer semestre en la carrera de Arquitectura Sostenible. Este escenario, ubicado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, representa el primer encuentro formal de los estudiantes con el lenguaje gráfico y espacial que define su disciplina. La experiencia se enfoca en la transición crítica desde la concepción abstracta hacia la representación técnica precisa, un paso inicial y determinante en su futura práctica profesional.

Los participantes de esta práctica son estudiantes de grado que inician su trayectoria universitaria, impulsados por altas expectativas sobre la carrera. Su perfil evidencia una brecha formativa clave: la gran mayoría carece de una base en dibujo técnico, producto de una ausencia curricular en su educación secundaria. Por tanto, llegan a la asignatura con un entusiasmo notable por abordar una materia completamente nueva, pero al mismo tiempo con una nula familiaridad con los instrumentos de dibujo análogo, herramientas que la academia tradicionalmente presupone como conocidas.

Este desfase se hizo evidente durante la tercera clase. Al explicar la función de escuadras y reglas, fue claro que la mayoría sostenía estos instrumentos por primera vez. Lejos de generar apatía, la revelación transformó el aula: un murmullo de preguntas inundó el salón y el interés se hizo palpable. A pesar de la torpeza inicial con que manejaban las herramientas, el momento culminante fue observar la expresión de satisfacción en sus rostros al lograr trazar su primera línea precisa sobre la cartulina. Aquel pequeño logro personal representó la superación de un primer obstáculo tangible en su camino como futuros arquitectos.

La experiencia estuvo enmarcada por una dualidad de condiciones. Como factor favorable, la motivación intrínseca de los estudiantes y el uso de un proyector para demostraciones visuales actuaron como catalizadores del aprendizaje. Sin embargo, esta energía chocaba con una limitación estructural severa: la falta de mesas de dibujo. Los estudiantes debían usar tableros sobre pupitres escolares, lo que generaba una postura corporal forzada. Esta incomodidad no era un mero inconveniente, sino un obstáculo pedagógico directo que provocaba errores de precisión en sus trabajos.

Dicho contexto es, por tanto, el epicentro del desafío formativo. La tarea trasciende la enseñanza de la geometría para convertirse en la construcción de un puente sobre una brecha de habilidades previas. La tensión entre el deseo de aprender y las barreras físicas define el problema central. Curiosamente, la dificultad impuesta por la falta de infraestructura se convierte en un campo de pruebas para la resiliencia y la adaptabilidad, valores fundamentales en la arquitectura. El problema formativo, entonces, no es solo cómo enseñar a dibujar, sino cómo hacerlo en un escenario que exige a los estudiantes ser recursivos desde su primer día.

2.1.1. Problematización

El problema central de esta práctica docente se define como la tensión entre la exigencia curricular del dominio del lenguaje gráfico disciplinar y la ausencia de condiciones formativas iniciales y materiales adecuadas. Este desfase, que combina una deficiencia en la alfabetización de base y una limitación estructural, dificulta el acceso a la cultura gráfica de la Arquitectura Sostenible. El problema trasciende la falta de herramientas, situándose en el desafío de incorporar saberes específicos de forma remedial, reconociendo que la adquisición de la competencia gráfica es un proceso de adaptación a las culturas específicas de la universidad y una práctica que debe ser enseñada explícitamente.

La relevancia de este problema radica en que el dominio del dibujo técnico análogo constituye la puerta de entrada a la cognición espacial y a la representación arquitectónica. Si la asignatura de Geometría Descriptiva es el pilar del primer semestre, la incapacidad de los estudiantes para manejar instrumentos básicos como escuadras y reglas no es un mero retraso, sino una barrera epistémica. Esta carencia interrumpe el proceso de traducción de la idea abstracta a la forma técnica precisa. Este obstáculo es crucial porque el dibujo, más allá de ser una habilidad manual, es un instrumento para el desarrollo de la percepción y la visualización espacial, que es fundamental para el razonamiento en diseño.

De no resolverse esta problemática, las consecuencias se proyectan negativamente sobre la trayectoria académica y profesional de los estudiantes. En el corto plazo, se afecta directamente la precisión y calidad de las representaciones gráficas, resultando en errores sistemáticos que desvirtúan el aprendizaje de la geometría. A largo plazo, se socava la confianza de los futuros arquitectos en su propia capacidad para manipular y producir conocimiento técnico. La omisión de la enseñanza explícita de estas habilidades, sumada a las deficiencias de infraestructura (falta de mesas de dibujo), genera un desequilibrio

emocional y cognitivo en el estudiante, afectando su autoeficacia percibida para el aprendizaje.

La manifestación más clara de esta tensión se observó en la incomodidad física y la postura forzada adoptada por los estudiantes al trabajar sobre pupitres escolares en lugar de mesas de dibujo adecuadas. Esta condición material no solo generaba fatiga, sino que introducía una fuente de error en la precisión de los trazos, un requisito innegociable en Geometría Descriptiva. La torpeza inicial en el manejo de los instrumentos, si bien compensada por el entusiasmo, confirmaba la brecha formativa previa. Este escenario obliga al docente a actuar como un mediador que facilita el uso de las herramientas y el entorno para que el aprendizaje ocurra, transformando un obstáculo físico en una oportunidad de andamiaje.

En síntesis, el problema formativo es la necesidad de crear un andamiaje pedagógico situado que subsane las brechas de habilidades análogas y mitigue la limitación de la infraestructura. La innovación de esta práctica surge precisamente de cómo se gestiona esa dualidad: transformar la carencia en un catalizador de resiliencia y recursividad. Es imperativo sistematizar esta experiencia para generar un conocimiento aplicable a contextos similares con recursos limitados. Por tanto, el Tercer Puente de Escritura buscará definir claramente el Propósito de la sistematización, estableciendo qué se espera aprender de esta práctica y cómo se contribuirá a la didáctica de la disciplina. (Rincón, 2019)

2.1.2. Propósito

La presente sistematización tiene como propósito fundamental comprender y analizar el andamiaje pedagógico situado que permitió a los estudiantes superar la brecha de habilidades de dibujo análogo, a pesar de las limitaciones de infraestructura, para generar conocimiento transferible sobre didáctica en contextos de diseño.

El sentido de este ejercicio reflexivo surge directamente de la tensión evidenciada en el primer puente: el desfase entre el conocimiento previo de los estudiantes y las exigencias del primer semestre de Arquitectura. El propósito no se limita a describir la dificultad, sino a develar la lógica pedagógica emergente implementada para transformar el pupitre en un entorno de aprendizaje funcional. Se busca documentar cómo la improvisación docente ante la carencia se convirtió en una estrategia didáctica consciente, centrada en la mediación activa de los instrumentos técnicos y en el fomento de la autoeficacia del estudiante ante el desafío inicial de la Geometría Descriptiva.

Esta sistematización adquiere una gran relevancia para la didáctica de las disciplinas de diseño e ingeniería en el contexto latinoamericano, caracterizado a menudo por la escasez de recursos óptimos. Al documentar una intervención pedagógica exitosa bajo coerción material, se provee un estudio de caso sobre la adaptabilidad curricular en el nivel superior. El propósito se alinea con la visión de la docencia como investigación, donde el profesorado debe observar, conceptualizar y validar su propia práctica para generar teoría aplicable, contribuyendo así a la profesionalización continua del rol docente.

Para el lector, el principal aporte de esta experiencia radica en la demostración de que las barreras infraestructurales no anulan el potencial innovador de la didáctica. La sistematización ofrece modelos concretos de andamiaje técnico y emocional aplicables a cualquier asignatura que requiera el desarrollo de habilidades análogas previas. También proyecta una reflexión crucial sobre cómo el contexto adverso puede ser resignificado, fomentando en los estudiantes valores de resiliencia y recursividad esenciales para el ejercicio de la Arquitectura Sostenible y otras profesiones que demandan solución de problemas bajo presión.

En resumen, el propósito de esta sistematización es convertir una práctica reactiva en conocimiento didáctico explícito y transferible. Se trata de un ejercicio intencional para producir saber desde la experiencia, validando las decisiones pedagógicas tomadas en el aula de Geometría Descriptiva. Habiendo definido el qué (el problema) y el por qué (el propósito), el paso siguiente, el Cuarto Puente, consistirá en establecer los Criterios de Valor que permitirán evaluar la profundidad, la coherencia y la calidad de la reflexión generada sobre esta práctica. (UNIR, 2020)

2.1.3. Criterios de valor

El valor fundamental de esta experiencia reside en haber transformado una carencia formativa y material en un escenario didáctico que promueve la autosuperación y la construcción de conocimiento técnico de manera recursiva.

La práctica se distingue por su enfoque de investigación-acción en la micro aula, donde la respuesta pedagógica no fue una adaptación curricular formal, sino una intervención emergente y reflexiva ante las necesidades inmediatas. El docente no esperó soluciones institucionales a la falta de mesas de dibujo o a la brecha de habilidades, sino que utilizó el contexto adverso como parte de la estrategia formativa. Esta aproximación, que involucra la experimentación constante con el método y la observación detallada del proceso

de aprendizaje, sitúa la práctica dentro de los ciclos de mejora continua y la validación docente.

Los beneficios de esta intervención se reflejaron primariamente en el logro tangible de la precisión gráfica por parte de los estudiantes, un hito que, dadas las condiciones iniciales, era improbable. Más allá de la competencia técnica, la experiencia generó un impacto emocional y actitudinal profundo: la superación del obstáculo físico y técnico fomentó la confianza y la autoeficacia en los arquitectos noveles. El análisis de esta práctica permite comprender la importancia de la reflexión en la acción, donde el conocimiento profesional se construye en el momento mismo de la enseñanza, evidenciando un docente capaz de aprender y ajustarse a la realidad del aula.

La principal cualidad de transferibilidad de esta sistematización radica en su baja dependencia de recursos de alta tecnología. Los principios de andamiaje, la enseñanza explícita del uso instrumental y la resignificación de la infraestructura limitada son replicables en cualquier asignatura de diseño, ingeniería o arte que enfrente la misma dualidad: altas exigencias disciplinarias y bajos recursos materiales. La experiencia sirve como un poderoso caso que demuestra la necesidad de compartir las prácticas situadas y los conocimientos generados por el profesorado, fortaleciendo el cuerpo de saberes didácticos de la comunidad.

En conclusión, esta experiencia es valiosa porque demuestra la viabilidad de la innovación bajo coerción, genera un impacto positivo en la autoeficacia del estudiante y ofrece un modelo didáctico transferible. Se establece así que la práctica tiene la capacidad de generar conocimiento socialmente relevante, digno de ser incorporado al debate sobre la didáctica de las disciplinas técnicas. Con los criterios de valor definidos, el siguiente paso, el Quinto Puente, se centrará en la delimitación del Objeto de Estudio, aislando el foco analítico exacto de la experiencia para guiar la fase de conceptualización.

2.1.4. Delimitación del objeto de estudio

El objeto de estudio se delimita al análisis descriptivo y conceptual del andamiaje didáctico emergente implementado para suplir las carencias de habilidades de dibujo análogo, en el marco de la asignatura de Geometría Descriptiva.

La dimensión principal de análisis es la relación pedagógica entre el docente, los instrumentos técnicos y la adversidad infraestructural (pupitres), enfocándose en la primera unidad de contenidos de la asignatura. El foco no recae en la evaluación final del apren-

dizaje técnico, sino en el proceso de mediación que permitió a los estudiantes noveles superar la frustración y adquirir la competencia básica de trazo preciso. Se busca aislar la secuencia de las decisiones pedagógicas tomadas en el momento, para comprender cómo la práctica reactiva se puede formalizar como una estrategia didáctica consciente.

El estudio está rigurosamente acotado al semestre académico ej. septiembre 2024febrero 2025, lapso en el cual se desarrolló la fase inicial de la asignatura Geometría Descriptiva. La población analizada incluye a los estudiantes de primer semestre de la carrera de Arquitectura Sostenible, ubicados en el aula de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería. El alcance de la sistematización considera únicamente las evidencias generadas durante este periodo: notas de campo del docente, registros de observación directa de aula y los productos de las primeras tres tareas de trazo lineal. Este recorte excluye los impactos posteriores o la evaluación de las unidades subsiguientes, pues desbordan el marco temporal y espacial fijado.

La elección de esta delimitación responde a la necesidad de ganar profundidad conceptual en un segmento específico de la experiencia. Si el objeto de estudio es demasiado amplio, la capacidad de generar conocimiento transferible se diluye. Es imprescindible fijar límites claros en la investigación cualitativa para que el fenómeno estudiado pueda ser interpretado de manera rigurosa y exhaustiva. Se justifica el enfoque en el andamiaje inicial porque fue el momento de mayor tensión formativa, donde la brecha de habilidades y la carencia material convergieron con mayor intensidad.

En síntesis, el foco analítico se ha delimitado a la intervención didáctica durante la fase de iniciación instrumental en un grupo específico de estudiantes y bajo condiciones materiales adversas. Esta precisión garantiza que el capítulo entregue un conocimiento útil y bien fundamentado. Al acotar el estudio, la sistematización gana fuerza para generar teoría sobre la práctica, asegurando que las conclusiones sean pertinentes al contexto de la didáctica en diseño. Con el objeto de estudio claramente definido, la próxima fase del capítulo podrá iniciar la conceptualización teórica y el análisis de la información recolectada.

2.2. Fundamentación

2.2.1. Bisagra textual

Esta primera sección del capítulo ha establecido el marco fundacional de la sistematización. Se ha contextualizado la práctica en Geometría Descriptiva, identificando la brecha de habilidades de dibujo análogo y las limitaciones infraestructurales como el problema formativo central. A partir de este diagnóstico, se declaró el propósito de analizar el andamiaje didáctico emergente, demostrando su valor por la innovación y la capacidad de transferencia a otros contextos. Finalmente, el objeto de estudio se delimitó rigurosamente a la fase de iniciación instrumental durante el semestre específico, lo que confiere la precisión analítica necesaria para la generación de conocimiento. Con esta cartografía del qué, por qué y dónde, el relato de la experiencia trasciende la mera anécdota.

Ahora se realiza un cambio de registro para pasar de la dimensión narrativa a la fundamentación conceptual y operativa de la experiencia. El objetivo es desentrañar los pilares teóricos que subyacen a la práctica innovadora y formalizar el método de análisis. Por lo tanto, el nuevo apartado desarrollará los conceptos clave (como andamiaje didáctico y cognición espacial) que explican el fenómeno, definirá las dimensiones e indicadores utilizados para analizar las evidencias recolectadas y, finalmente, presentará las fuentes documentales y los métodos de procesamiento que se aplicaron a las notas de campo y a los trabajos iniciales del estudiantado. Esta fase garantiza el rigor y la solidez argumentativa del conocimiento producido.

La experiencia pedagógica analizada en Geometría Descriptiva se articula en torno a un conjunto de conceptos estructurantes que permiten categorizar y analizar la intervención didáctica. Estos marcos conceptuales trascienden la simple descripción y dotan de rigor teórico a las decisiones tomadas ante la adversidad. Los conceptos identificados son: Andamiaje Didáctico Situado, Cognición Espacial, Lenguaje Gráfico Disciplinar, Brecha Formativa, Resiliencia Docente y Afectividad en el Aprendizaje.

La selección de este entramado conceptual no es aleatoria, sino que obedece a la necesidad de explicar la complejidad del fenómeno observado. Conceptos como Andamiaje y Afectividad ayudan a comprender la respuesta pedagógica y emocional ante la falta de base instrumental. Por otro lado, Cognición Espacial y Lenguaje Gráfico definen la habilidad disciplinar que se buscaba construir. Finalmente, la Brecha Formativa sitúa el problema dentro de las políticas curriculares, mientras que la Resiliencia Docente legitima la

capacidad de adaptación del profesional ante la limitación infraestructural. Este conjunto asegura que el análisis cubra tanto el acto de enseñar como el objeto de aprendizaje.

2.2.2. Definición de conceptos centrales

Andamiaje Didáctico Situado

El andamiaje didáctico se conceptualiza como el conjunto de soportes, guías y retroalimentación que el docente ofrece para que el estudiante transite de manera exitosa desde un nivel de ejecución inicial hacia el dominio de una tarea. En este contexto, el andamiaje es situado porque surge de forma reactiva e improvisada para compensar la falta de mesas de dibujo y la nula familiaridad con los instrumentos. Esta idea se alinea con el principio de que la ayuda pedagógica debe ser ajustada y temporal para fomentar la autonomía del aprendiz, permitiendo el desarrollo de la habilidad con un apoyo que se retira progresivamente.

Cognición Espacial y Lenguaje Gráfico Disciplinar

La cognición espacial es la capacidad de generar, manipular y razonar sobre estructuras y relaciones espaciales, siendo el pilar fundamental de la Arquitectura. Esta habilidad se materializa en el lenguaje gráfico disciplinar, que es el código comunicativo y técnico específico (planos, proyecciones, isometrías) que la asignatura exige. La experiencia demostró que el lenguaje gráfico no se aprende solo por imitación, sino que es un proceso mediado por instrumentos y herramientas que actúan como extensiones del pensamiento. Esta concepción enfatiza que el desarrollo de la habilidad espacial requiere la alfabetización en los códigos representacionales propios de la comunidad de práctica.

Afectividad en el Aprendizaje

Se incorpora la afectividad para analizar la dimensión emocional de la práctica, evidenciada en la frustración inicial por el manejo torpe de los instrumentos y la satisfacción posterior al lograr el primer trazo preciso. Este concepto reconoce que las emociones son intrínsecas a la cognición y que la autoeficacia del estudiante es crucial para persistir ante tareas desafiantes. Abordar la afectividad permite reconocer que el entorno de aprendizaje, incluyendo las carencias infraestructurales, modula las respuestas emocionales y la motivación intrínseca necesaria para superar las barreras.

Estos conceptos estructurantes proveen el andamiaje teórico para la sistematización, permitiendo movernos del "¿Qué pasó?.ªl "¿Cómo se explica?". La articulación del andamiaje situado con la cognición espacial y la afectividad nos permite desglosar la experiencia en unidades de análisis observables. Por lo tanto, el siguiente paso metodológico consistirá en operacionalizar estos conceptos. Esto implica definir las dimensiones de análisis que se utilizarán para clasificar la evidencia recolectada, determinando así los indicadores específicos que nos permitirán medir y evaluar la calidad del proceso de andamiaje implementado.

2.2.3. Formulación de dimensiones

Una vez definidos los conceptos estructurantes que dan sustento teórico a la práctica, el siguiente paso en la sistematización es la operacionalización. Esto implica pasar de los conceptos abstractos a las categorías concretas que serán utilizadas para clasificar y analizar las evidencias recolectadas. Las dimensiones de análisis funcionan como grandes ejes temáticos que organizan el material empírico, garantizando que el proceso de reflexión no se quede en la mera descripción, sino que aborde la complejidad del fenómeno de manera rigurosa. Esta etapa metodológica es vital porque orienta la mirada y asegura que la generación de conocimiento sea sistemática y fiel al propósito del estudio.

Para analizar el andamiaje didáctico emergente y su impacto en la brecha de habilidades, la experiencia se abordará a través de tres dimensiones principales. Estas categorías son derivadas directamente de los conceptos clave identificados previamente (Andamiaje, Cognición y Afectividad).

- Dimensión 1: Pedagógica y de Mediación Instrumental.
- Dimensión 2: Cognitiva y de Apropiación del Lenguaje Gráfico.
- Dimensión 3: Subjetiva y Emocional del Aprendizaje.

Tabla 2.1: Definición y fundamentación de cada dimensión

Dimensión	Enfoque principal	Fundamento teórico	Ejemplo en la práctica
1: Pedagógica y de Mediación Instrumental	El rol activo y reflexivo del docente frente a la adversidad, específicamente en la naturaleza del andamiaje (ayudas, guías) implementado para suplir carencias de infraestructura y habilidades.	Teoría de la Investigación-Acción Educativa, centrada en la reflexión crítica del docente sobre su práctica.	Uso del proyector para demostrar el agarre y la postura del instrumento en un plano vertical, compensando la falta de mesas de dibujo horizontales.
2: Cognitiva y de Apropiación del Lenguaje Gráfico	El objeto de aprendizaje: la construcción de la cognición espacial y la alfabetización en el lenguaje gráfico. Analiza la apropiación de códigos, convenciones y precisión por parte del estudiante.	Didáctica de las Disciplinas (Shulman, 1986), que enfatiza que el conocimiento está ligado a las formas de representación y comunicación del campo profesional.	Observación de la mejora en la precisión de las líneas y la correcta interpretación de los ángulos entre la Tarea 1 (trazos libres) y la Tarea 3 (trazos con escuadra y medida).
3: Subjetiva y Emocional del Aprendizaje	La relación del estudiante con la tarea desafiante. Explora cómo se gestiona la frustración inicial hasta alcanzar el logro y la satisfacción.	Teorías del Aprendizaje Experiencial y las Comunidades de Práctica, que reconocen el papel del compromiso y la superación de obstáculos.	El punto de inflexión emocional al lograr el primer trazo preciso o la manifestación de sorpresa del estudiante al comprender la utilidad práctica de la escuadra.

Nota. Estas dimensiones representan los ejes centrales para el análisis y la evaluación de la práctica docente y el proceso de aprendizaje en un entorno con recursos limitados.
Fuente: elaboración propia.

La articulación de estas tres dimensiones garantiza una mirada integral y holística de la práctica, evitando reduccionismos. Al combinarlas, es posible entender la dialéctica entre la intervención del docente (D1), la adquisición del saber (D2) y la respuesta del estudiante (D3). La formulación de estas dimensiones es el puente directo hacia la fase de construcción de indicadores, donde cada una de ellas se desglosará en elementos de observación concretos. Los indicadores permitirán "medir"la presencia de los conceptos en las evidencias, dotando de validez y fiabilidad al análisis de la sistematización (Gutiérrez-Braojos & Ríos-Campo, 2024)

2.3. Construcción de indicadores

La fase de operacionalización concluye con la construcción de indicadores, que actúan como unidades mínimas de observación. Si las dimensiones son los grandes ejes temáticos, los indicadores son los marcadores observables que permiten constatar la presencia y la intensidad de un fenómeno en la evidencia empírica. Su necesidad radica en transformar la narrativa de la experiencia en datos sistemáticos, lo cual es fundamental para el rigor de la sistematización. Este proceso asegura la trazabilidad entre la teoría (conceptos) y la práctica (evidencia), permitiendo que las conclusiones sean verificables y no queden en la simple opinión. Esta etapa dota de credibilidad al proceso analítico.

A partir de las tres dimensiones formuladas, se han definido un total de nueve indicadores que permitirán la codificación y el análisis de los materiales de la sistematización (notas de campo, trabajos estudiantiles y registros de tutoría).

- **Dimensión 1: Pedagógica y de Mediación Instrumental**
    1. Tipo de Retroalimentación Docente (Énfasis en proceso, tarea o yo).
    2. Frecuencia del Uso de Metáforas Espaciales (Analogías para la abstracción).
    3. Grado de Adaptación Instrumental (Soluciones pedagógicas al pupitre/tablero).
- **Dimensión 2: Cognitiva y de Apropiación del Lenguaje Gráfico**
    1. Nivel de Precisión del Trazo (Cumplimiento de cotas y ángulos).
    2. Coherencia Representacional (Correcta proyección espacial).
    3. Uso de Convenciones Disciplinares (Aplicación de tipos de línea y escalas).

- **Dimensión 3: Subjetiva y Emocional del Aprendizaje**

  1. Persistencia ante el error (Solicitud de ayuda versus abandono).
  2. Manifestaciones de logro (Expresiones de satisfacción/autoeficacia).
  3. Autoevaluación del proceso (Capacidad de reflexión sobre la mejora).

Explicación y fundamentación de los indicadores

Dimensión 1: Pedagógica y de Mediación Instrumental

Los indicadores de esta dimensión buscan capturar el acto de andamiaje como una intervención de alto impacto. El Tipo de Retroalimentación es crucial, pues se indaga si el docente enfatizó la tarea específica (corregir el trazo) o el proceso (cómo mejorar la postura), lo cual influye directamente en la autoeficacia del estudiante. Asimismo, el indicador de Adaptación Instrumental mide la efectividad de las soluciones improvisadas para mitigar la carencia de mesas de dibujo, evidenciando la reflexión en la acción docente. El análisis de estos indicadores muestra cómo el docente actuó como mediador entre la brecha de habilidades y la meta disciplinar.

Ejemplo en la práctica: El registro de tutoría evidencia la retroalimentación centrada en el proceso: "No te enfoques en el resultado, concéntrate en la fuerza y dirección que le das a la escuadra."

Dimensión 2: Cognitiva y de Apropiación del Lenguaje Gráfico

Estos indicadores permiten cuantificar la adquisición del lenguaje disciplinar que es, en esencia, la meta de la asignatura. La Precisión del Trazo y la Coherencia Representacional no son solo indicadores técnicos, sino marcadores de la cognición espacial en acción. Se fundamenta en la idea de que la percepción y la creación visual están intrínsecamente ligadas, y que el dibujo técnico es una forma estructurada de pensamiento. Por lo tanto, el análisis de estos indicadores revela en qué momento el estudiante logró transformar la idea abstracta en una representación técnica fiel a las convenciones de la Arquitectura.

Ejemplo en la práctica: La Tarea 3 de Geometría Descriptiva mostró que el 80 % de los estudiantes logró la Coherencia Representacional de las proyecciones ortogonales, un marcador claro de apropiación cognitiva.

Dimensión 3: Subjetiva y Emocional del Aprendizaje

Esta dimensión emplea indicadores para observar las respuestas conductuales y emocionales que acompañan el aprendizaje en un entorno desafiante. La Persistencia ante el Error y las Manifestaciones de Logro son indicadores directos de la mentalidad de crecimiento del estudiante, demostrando que la creencia en la propia capacidad de mejora es vital para el éxito. Al centrarse en estos aspectos, la sistematización valida el impacto de la intervención en el desarrollo de la identidad profesional y la resiliencia, elementos que son tan cruciales como la técnica para un futuro arquitecto.

Ejemplo en la práctica: El registro de notas de campo documenta las Manifestaciones de Logro, como el estudiante que exclamó: "¡Al fin la línea es perfecta!", tras una hora de intentos.

Síntesis sobre el valor de los indicadores

La batería de indicadores construida provee la arquitectura necesaria para validar los hallazgos de la sistematización. Al estar anclados a las dimensiones y fundamentados en la literatura, garantizan la validez interna del estudio, confirmando que se está midiendo lo que se propuso medir. Además, aseguran la credibilidad de los resultados al permitir que la clasificación de las evidencias sea transparente y replicable. De esta manera, el relato de la experiencia trasciende la opinión para convertirse en un conocimiento validado y metodológicamente riguroso, listo para el análisis y la discusión.

2.4. Fuentes y métodos de verificación

El rigor de la sistematización requiere ir más allá de la memoria y el relato para anclarse en las evidencias objetivas generadas por la práctica. Las fuentes de verificación son los documentos, artefactos o registros que contienen la información necesaria para constatar la presencia de los indicadores definidos previamente. Por su parte, los métodos de verificación son las técnicas utilizadas para extraer, organizar y analizar la información contenida en dichas fuentes. La coherencia entre la fuente elegida y el indicador que se busca medir es esencial para la validez del estudio, asegurando que el análisis de la experiencia sea sistemático y no sesgado.

Para abordar las tres dimensiones de análisis (Pedagógica, Cognitiva y Subjetiva), se han seleccionado tres fuentes primarias que cubren los distintos planos de la experiencia: la intervención del docente, el producto del estudiante y la respuesta emocional del aula.

- Fuente 1: Registros de tutoría y notas de campo del docente.
- Fuente 2: Trabajos prácticos estudiantiles de la tarea 3.
- Fuente 3: Reflexiones escritas o diarios de aprendizaje.

2.4.1. *Explicación de fuentes y métodos de verificación*

Fuente 1: Registros de tutoría y notas de campo del docente

Esta fuente recoge la perspectiva del investigador y la dinámica inmediata de la clase, capturando las decisiones pedagógicas in situ. Su propósito es verificar los indicadores de la Dimensión Pedagógica (Tipo de Retroalimentación y Adaptación Instrumental). El Método de Verificación será el Análisis de Contenido Inductivo, centrado en codificar las frases que denotan andamiaje, el uso de metáforas espaciales, o la descripción de soluciones implementadas ante el déficit de infraestructura. Esta fuente es crucial para entender el rol activo del docente como diseñador de la intervención.

Fuente 2: Trabajos prácticos estudiantiles de la tarea 3

Los productos concretos de los estudiantes son la fuente principal para verificar la Dimensión Cognitiva (Precisión del Trazo, Coherencia Representacional y Uso de Convenciones). El Método de Verificación será el Análisis Documental Estructural. Este método implica la evaluación sistemática y comparativa de los productos gráficos, utilizando una rúbrica de precisión técnica para asignar un valor numérico a los indicadores de trazo, ángulo y aplicación de escalas. Esta aproximación garantiza la fiabilidad de la evidencia al trabajar con artefactos tangibles del proceso de aprendizaje.

Fuente 3: Reflexiones escritas o diarios de aprendizaje

Esta fuente, proveniente directamente de los estudiantes, es fundamental para la dimensión subjetiva (persistencia ante el error, manifestaciones de logro y autoevaluación del proceso). El Método de Verificación será el Análisis Temático, buscando identificar

patrones de lenguaje relacionados con la autoeficacia, la frustración, la superación o la reflexión metacognitiva. Los diarios permiten acceder a la voz interna del estudiante, validando cómo la intervención didáctica impactó su esfera emocional y motivacional para persistir en la tarea desafiante. (Mena Torres, 2019)

Síntesis y robustez de la sistematización

La selección de fuentes heterogéneas (narrativas, gráficas y reflexivas) y su abordaje con métodos complementarios (análisis de contenido, análisis estructural y análisis temático) asegura la triangulación metodológica. Esta triangulación no solo dota de robustez y credibilidad a los hallazgos al confrontar las tres perspectivas (docente, producto y estudiante), sino que también garantiza la saturación teórica de los indicadores. El proceso metodológico, al estar claramente definido desde los conceptos hasta las fuentes, proporciona el marco de garantía necesario para que las conclusiones de este capítulo sean consideradas como conocimiento válido y transferible a otras prácticas educativas.

2.5. Justificación teórica del conjunto

El marco conceptual y sus dimensiones no surgen de la intuición, sino de la necesidad de teorizar una práctica pedagógica situada en el umbral disciplinar. El foco en el Andamiaje Didáctico Situado se justifica en la teoría socio-cultural de Raynaudo y Peralta (2017), que postula la mediación como un requisito indispensable para que el estudiante acceda a la Zona de Desarrollo Próximo. En la experiencia de Geometría Descriptiva, el andamiaje fue la respuesta a la brecha de habilidades previas, transformando la carencia instrumental en una oportunidad de aprendizaje guiado.

La elección de las dimensiones Pedagógica, Cognitiva y Subjetiva se justifica porque el aprendizaje disciplinar opera simultáneamente en estos tres planos. No es suficiente con trazar líneas (Cognitivo); se requiere una participación legítima guiada por el docente (Pedagógico) y una gestión de la identidad y la creencia en la propia capacidad (Subjetivo). La aproximación se alinea con las Comunidades de Práctica de Lave y Wenger (1991), donde la formación profesional es vista como un proceso de afiliación y apropiación de un habitus que no puede ser reducido a la mera transferencia de información.

Justificación de indicadores

La traducción de las dimensiones a indicadores observables se justifica por la necesidad de garantizar la transparencia analítica. En la investigación cualitativa, los indicadores actúan como protocolos de observación que permiten clasificar las evidencias de manera sistemática y no arbitraria. Su función es asegurar la verificabilidad de los hallazgos. Al centrarse en aspectos como el "Tipo de Retroalimentación Docente.º la "Persistencia ante el Error", los indicadores mueven el foco del producto final (el dibujo) al proceso de aprendizaje y la interacción dentro del campo.

Esta justificación se apoya en el criterio de autenticidad metodológica de Lincoln y Guba (1985), que busca la çonfiabilidad"de los datos. La desagregación detallada de los indicadores es esencial para que otros docentes puedan comprender la lógica interna de la sistematización y aplicar los mismos criterios de observación en contextos similares. Así, el indicador se convierte en una herramienta para la transferencia de conocimiento práctico, tal como lo proponen Miles y Huberman (1994) al abogar por la necesidad de reducir y presentar datos cualitativos de forma estructurada.

Justificación de fuentes y métodos

La selección de tres fuentes heterogéneas (Notas de Campo, Trabajos Prácticos y Diarios de Aprendizaje) y la aplicación de métodos complementarios (Análisis de Contenido, Análisis Documental y Análisis Temático) se justifica en la necesidad de la triangulación. La triangulación, más que un adorno metodológico, es una estrategia para dotar de robustez y validez ecológica a la sistematización. Permite contrastar la percepción del docente con la realidad del producto y la experiencia subjetiva del estudiante.

El análisis del lenguaje gráfico como una forma de discurso se justifica en el trabajo de Gee (2014), entendiendo que el dibujo técnico es un acto identitario y comunicacional, no solo una técnica. Al mismo tiempo, el análisis de la postura y el contexto institucional se enmarca en la necesidad de entender el campo y el habitus en el sentido de Bourdieu (1990), donde la práctica pedagógica está condicionada por las estructuras sociales y físicas de la universidad. El conjunto de fuentes, por lo tanto, garantiza una interpretación contextualizada y profunda.

Síntesis final del conjunto

El marco teórico-operativo construido es un engranaje metodológico diseñado para asegurar que la reflexión sobre la experiencia de Geometría Descriptiva trasciende la anécdota. La articulación secuencial desde los conceptos que le dan sentido teórico a la práctica, hasta las fuentes que permiten verificar empíricamente, garantiza el rigor y la solidez del capítulo. Este andamiaje metodológico convierte la intervención docente en conocimiento validado y potencialmente transferible. El conjunto de categorías y métodos está listo para ser puesto a prueba en la confrontación con las evidencias.

2.6. Transición hacia el vínculo curricular

Este capítulo ha culminado con la construcción de un andamiaje metodológico robusto que garantiza la trazabilidad del análisis. Este marco se fundamentó en conceptos clave como el andamiaje situado, se organizó en dimensiones analíticas (Pedagógica, Cognitiva y Subjetiva), y se hizo operativo mediante indicadores concretos y la selección de fuentes para la triangulación. Tras definir el cómo se abordará la experiencia, es indispensable reorientar la mirada hacia el contexto profesional y el marco normativo que confiere sentido a la asignatura de Geometría Descriptiva. El rigor de la sistematización exige que los hallazgos trasciendan la clase para dialogar con el perfil de egreso del futuro Arquitecto Sostenible.

Por ello, el capítulo 3 establece un giro estratégico, conectando las evidencias recolectadas con las competencias profesionales y las exigencias del currículo. Se explorará la matriz curricular para identificar los vínculos explícitos e implícitos de la asignatura con el resto del plan de estudios. Además, se definirá cómo el desafío de la brecha de habilidades instrumentales se transforma en una oportunidad para consolidar las competencias fundamentales requeridas en la práctica profesional, como la resiliencia, la precisión y la solución creativa de problemas. Este análisis curricular proveerá la base para interpretar el impacto real de la innovación pedagógica en la formación integral.

2.7. Identificación de competencias del perfil de la carrera

La sistematización de la experiencia en Geometría Descriptiva debe trascender la anécdota del aula para situarse en el marco mayor del currículo profesional. Este currículo no es solo un listado de asignaturas, sino la matriz de valor donde se define el perfil de egreso y las competencias que la sociedad demanda del futuro profesional. Las competencias actúan como el lenguaje articulador entre la práctica pedagógica y el mercado laboral, asegurando que la formación universitaria sea pertinente y transferible. Por lo tanto, el rigor del análisis exige conectar la intervención didáctica con el desarrollo de estas capacidades fundamentales, demostrando que la asignatura es un nodo estratégico en la trayectoria formativa.

Las competencias, en el contexto educativo superior, se definen como la combinación integrada de conocimientos, habilidades y actitudes que se ponen en acción para resolver problemas complejos en contextos reales y diverso. No se trata solo de saber hacer, sino de saber actuar con juicio y responsabilidad. La justificación para identificarlas radica en que el desafío de la brecha instrumental en el dibujo análogo requiere activar competencias que van más allá de la técnica pura. La respuesta del estudiante al déficit de infraestructura o la torpeza inicial con los instrumentos moviliza capacidades de autorregulación y pensamiento crítico, las cuales son tan valiosas como el dominio de la proyección espacial.

En el perfil del Arquitecto Sostenible, la asignatura de Geometría Descriptiva contribuye de forma directa e indirecta a varias competencias. Se identifican tres categorías nucleares que fueron potenciadas por la experiencia sistematizada: Esta es la competencia más evidente y el eje temático de la asignatura. Se entiende como la capacidad de usar el lenguaje gráfico tridimensional para conceptualizar, diseñar y comunicar ideas arquitectónicas con precisión técnica y rigor. La dificultad inicial de los estudiantes para manejar reglas y escuadras activó la necesidad de explicitar las convenciones de este lenguaje, reforzando su dominio. La justificación de esta competencia se alinea con Perrenoud (2004), quien enfatiza que las competencias implican la movilización de recursos ante una situación problemática; en este caso, el estudiante moviliza su cognición espacial para dominar la herramienta de comunicación fundamental.

La experiencia se vio marcada por la limitación física (falta de mesas de dibujo), lo que obligó al estudiante a resolver un problema no técnico, sino logístico y postural. Esta

situación potenció la competencia de resolución de problemas situados. La arquitectura, como disciplina, exige la adaptación constante a las restricciones del sitio, los materiales y el presupuesto. La respuesta del estudiante a la incomodidad del pupitre buscando mejores ángulos, ajustando el tablero demostrando una capacidad de aprendizaje flexible y adaptativo, un componente clave del perfil profesional.

Esta competencia atañe al plano subjetivo, pero es crucial para el éxito académico y profesional. La frustración inicial ante la dificultad del trazo preciso o la corrección de errores en la proyección requiere una gestión emocional activa. El desarrollo de la Autorregulación implica que el estudiante aprenda a monitorear su propio proceso, a persistir a pesar del error y a solicitar ayuda de manera efectiva. Este desarrollo es central, ya que la identidad profesional se construye precisamente en la confrontación con el fracaso y la capacidad de superarlo, lo cual es esencial para el tránsito hacia la vida profesional.

Las tres competencias identificadas (representación gráfica, resolución situada y autorregulación) permiten situar el valor de la sistematización en el perfil de egreso de la carrera. La intervención didáctica innovadora funcionó como un catalizador que forzó la activación y el desarrollo temprano de estas capacidades. El desafío no resuelto del currículo (la brecha de dibujo) se convirtió, mediante la intervención docente, en un espacio de entrenamiento de la resiliencia disciplinar. Este análisis de competencias es el puente que garantiza que los hallazgos de las evidencias empíricas y se interpreten no como sucesos aislados, sino como aportes concretos a la formación integral del Arquitecto Sostenible.

2.8. Resultados de aprendizaje vinculados

El diseño curricular moderno exige que exista una coherencia explícita entre las competencias amplias del perfil de egreso, los contenidos de la asignatura y, fundamentalmente, los resultados de aprendizaje (RA) declarados en el syllabus. Esta coherencia, conocida como alineación constructiva, es la piedra angular para garantizar que lo que se enseña y se evalúa contribuye activamente a la formación profesional del estudiante. Los RA, por lo tanto, no son meros enunciados, sino promesas formativas que deben ser evidenciables. La sistematización de la experiencia se justifica, en este punto, al demostrar cómo una práctica docente innovadora logra cerrar la brecha entre la declaración curricular y la realidad del aprendizaje.

La intervención pedagógica en Geometría Descriptiva, centrada en el andamiaje explícito de habilidades instrumentales, facilita la transición desde un modelo de enseñanza basado en el contenido a uno basado en el resultado. Este enfoque, asociado al Outcome-Based Education (OBE) de Spady (1994), traslada el foco de la enseñanza a lo que el estudiante debe ser capaz de hacer al finalizar el curso. La brecha de habilidades detectada en el aula se convirtió en la oportunidad para forzar esta alineación: al tener que enseñar el çómo sostener una escuadra", el docente obligó a que los RA procedimentales se trabajarán de manera explícita y no implícita, como tradicionalmente se asume.

La identificación de los resultados de aprendizaje se estructura en tres dimensiones que reflejan los dominios cognitivo, procedimental y actitudinal de la asignatura, evidenciando la contribución de la experiencia sistematizada a cada uno de ellos.

El resultado de aprendizaje principal, vinculado a la competencia de representación gráfica disciplinar, es la capacidad de aplicar los principios de proyección diédrica y cónica para representar objetos tridimensionales con precisión y uso correcto de la normativa. La innovación didáctica impactó directamente en este RA al desglosar la precisión técnica en sub-habilidades medibles (manejo de instrumentos, control del trazo, limpieza). La carencia instrumental obligó a que la enseñanza de la normativa dejará de ser teórica para convertirse en un proceso de aprendizaje activo y reflexivo, lo cual potencia el resultado de una manera más profunda que la mera repetición de ejercicios.

El resultado de aprendizaje relacionado con la competencia de resolución de problemas situados y adaptabilidad es la capacidad de diagnosticar errores de representación espacial y proponer soluciones correctivas en el proceso de dibujo análogo. Este RA es clave en la formación del arquitecto, y se desarrolló incidentalmente por la limitación de infraestructura. La dificultad para dibujar en el pupitre, lejos de ser un mero obstáculo, se transformó en un problema de diseño en sí mismo. El estudiante que ajusta su tablero y optimiza su postura está aplicando pensamiento de diseño en un contexto real, demostrando que la adaptabilidad es un resultado de aprendizaje tan importante como la proyección misma.

Finalmente, el resultado de aprendizaje vinculado a la Competencia de Autorregulación y Persistencia es la capacidad de evaluar el propio desempeño instrumental, identificar áreas de mejora y mantener la perseverancia ante la frustración técnica. Aunque este RA a menudo es subestimado en el syllabus, la experiencia demostró que es vital para la retención. La confrontación con la dificultad inicial y el subsiguiente logro de la línea perfecta es la evidencia de que se cumple este RA actitudinal. Esto se fundamenta en la idea

de que el aprendizaje efectivo es aquel que se hace visible y que permite la metacognición del estudiante.

Implicaciones para la validez de la evidencia

El análisis de la experiencia desde la óptica de estos resultados de aprendizaje formalizados garantiza que las evidencias recolectadas (trabajos, diarios de campo, testimonios) serán interpretadas bajo un criterio de validez curricular. Los hallazgos demostrarán cómo la intervención didáctica creó un entorno para que los RA se manifestaran de forma más robusta y auténtica. Esta aproximación se alinea con la metodología de Diseño Inverso de Wiggins y McTighe (2005), que obliga a los docentes a planificar el curso comenzando por los resultados deseados y las evidencias de logro requeridas. De este modo, la sistematización prueba que la innovación didáctica generó evidencias de cumplimiento de los RA declarados en la asignatura.

La articulación entre las competencias del perfil de egreso y los resultados de aprendizaje específicos establece la relevancia curricular de la experiencia. Se confirma que la asignatura, mediante el andamiaje situado, contribuye directamente a la formación técnica, procedimental y actitudinal del arquitecto sostenible. Los resultados de aprendizaje no son solo metas, sino criterios de éxito que serán utilizados en el capítulo 4 para interpretar las evidencias empíricas. Este vínculo asegura que el análisis de la experiencia tenga un impacto directo en la mejora del syllabus y el diseño de futuras intervenciones pedagógicas, cerrando el ciclo de la mejora continua (Biggs, 1996)

2.9. Actividades y evidencias

La Alineación Constructiva, principio rector de este análisis, exige que exista una correspondencia inequívoca entre los Resultados de Aprendizaje (RA) declarados y las actividades de enseñanza que se diseñan para alcanzarlos. La actividad didáctica no debe ser un simple vehículo de contenidos, sino el espacio intencional donde el estudiante tiene la oportunidad de movilizar la competencia y generar la evidencia de su logro. Tal como argumenta Bain (2004), la eficacia docente reside en crear entornos de aprendizaje que obliguen al estudiante a confrontar sus preconcepciones y a practicar la habilidad compleja en un contexto significativo. En la experiencia sistematizada, la actividad fue adaptada

deliberadamente para exponer la brecha instrumental y, al mismo tiempo, cambiar la solución.

La innovación no residió en cambiar el contenido (proyecciones diédricas), sino en la modificación de las actividades procedimentales para que la carencia inicial (falta de dibujo técnico) se convirtiera en un activador de la reflexión y la autoeficacia. Este proceso asegura que la sistematización cuente con evidencias auténticas, es decir, productos que reflejan directamente la aplicación de los conocimientos y las habilidades en situaciones que replicaron la complejidad del contexto de Arquitectura Sostenible. Sin esta conexión rigurosa, la innovación se desvanece en la intención, por lo que la actividad es el nexo fundamental entre la teoría curricular y la práctica de aula.

Para garantizar la coherencia metodológica, se estableció una tríada analítica que vincula cada Resultado de Aprendizaje con una actividad específica y su evidencia correspondiente. Este diseño didáctico asegura que cada pieza de material recolectada (trabajos, notas, testimonios) sea relevante para al menos una de las tres dimensiones de análisis definidas previamente. La efectividad de esta alineación se sustenta en que el diseño curricular, según Taba (1962), debe ser un proceso organizado y sistemático donde los objetivos guíen la selección de experiencias de aprendizaje.

Actividad 1: Taller de Manejo Instrumental y Lámina Iniciales

- **Resultado de Aprendizaje (RA):** Aplicar los principios de proyección diédrica y cónica con precisión.

- **Actividad Central:** Taller de Manejo Instrumental Explícito y Graduado. Consistió en sesiones dedicadas a enseñar explícitamente el agarre de instrumentos, la postura corporal, el control de la presión y la secuencia correcta para trazar líneas paralelas y perpendiculares sobre los pupitres.

- **Evidencia de Verificación:** Láminas Iniciales de Trazado (L1–L3) y los Registros Fotográficos de la Postura Corporal. Estas evidencias permiten medir el nivel de precisión del trazo (indicador) antes y después de la intervención, y evaluar el éxito del andamiaje pedagógico situado en la dimensión instrumental.

Figura 2.1: Postura Corporal.

Fuente: elaboración propia.

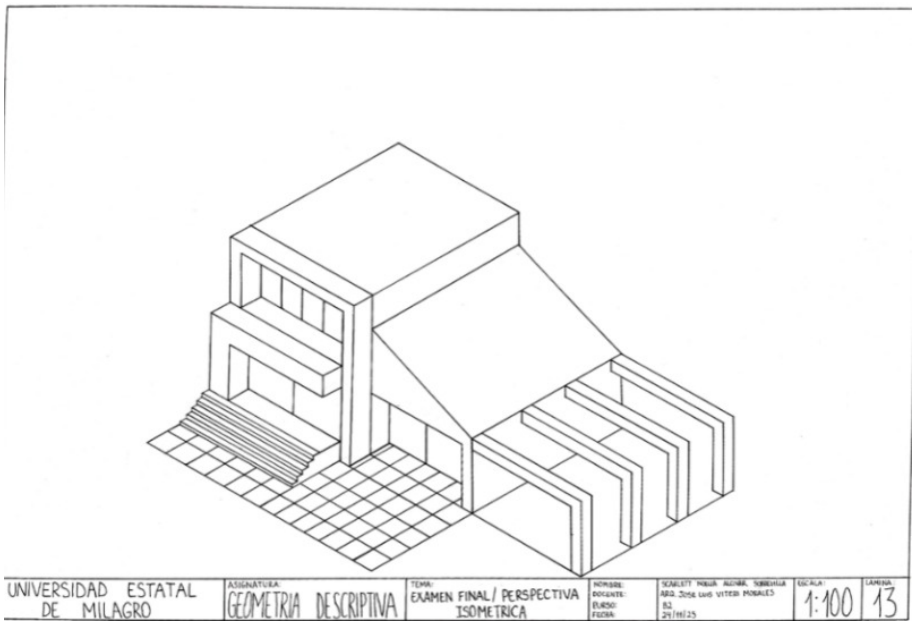
Actividad 2: Ejercicios de Proyección bajo Restricción

- **Resultado de Aprendizaje (RA):** Diagnosticar errores de representación espacial y proponer soluciones correctivas.
- **Actividad Central:** Ejercicios de Proyección Diédrica con Restricción Física. Se solicitó a los estudiantes resolver proyecciones complejas manteniendo la restricción de usar el pupitre, obligándolos a documentar los errores de precisión generados por la postura forzada y las estrategias que adoptaron para mitigarlos.
- **Evidencia de Verificación:** Fichas de Autocorrección y Reporte de Ajuste Técnico. Estas fichas son documentos que capturan el proceso metacognitivo del estudiante, revelando el grado de adaptación instrumental y la capacidad de diagnóstico y solución al problema técnico-logístico, siendo un reflejo del pensamiento de diseño en acción.

Actividad 3: Bitácora de Resiliencia y Logro

- **Resultado de Aprendizaje (RA):** Evaluar el propio desempeño, identificar mejoras y mantener la perseverancia.

Figura 2.2: Perspectiva Isometrica.



Fuente: elaboración propia.

- **Actividad Central:** Bitácora de Reflexión Técnica y Emocional. Un diario breve donde los estudiantes registran la dificultad diaria con los instrumentos y la emoción generada al lograr la precisión. El foco era la persistencia ante el error.
- **Evidencia de Verificación:** Extractos de la Bitácora Personal y Testimonios Escritos. Estos registros son la fuente directa para codificar las manifestaciones de logro y persistencia ante el error (indicadores), validando el impacto de la experiencia en la dimensión subjetiva y la construcción de la identidad profesional resiliente.

La selección de estas evidencias trasciende la calificación sumativa. Cada artefacto generado desde la lámina con el trazo imperfecto hasta la bitácora emocional es una expresión auténtica del proceso de aprendizaje en un contexto de complejidad. El aprendizaje, especialmente en disciplinas proyectuales, es un fenómeno complejo que implica la interacción entre la acción, la emoción y la cognición. Por lo tanto, las evidencias deben ser igualmente multifacéticas.

La Bitácora, por ejemplo, proporciona un dato narrativo que permite comprender por qué la mejora en el trazo fue tan significativa para el estudiante. Los trabajos corregidos, por su parte, son datos procedimentales que demuestran la transferencia de la habilidad

andamiada. Esta convergencia de información, o triangulación de la evidencia, es lo que otorga credibilidad al análisis final. La sistematización se apoya en esta variedad para demostrar que la superación de la barrera física fue, de hecho, un catalizador para un aprendizaje significativo y profundo.

El establecimiento de esta triada (RA, Actividad y Evidencia) establece la ruta para la fase de análisis. Se ha garantizado que cada acción pedagógica tuvo una intencionalidad clara, alineada con las competencias del perfil de egreso, y que esa intencionalidad se tradujo en artefactos verificables. Al contar con un corpus de evidencias tan rico y diverso, la sistematización está preparada para codificar los hallazgos con los indicadores definidos y responder con solidez a las preguntas iniciales.

2.10. Reflexión sobre la alineación curricular

La coherencia didáctica, definida por la tríada entre competencias, resultados de aprendizaje y actividades, no es un estado estático, sino un proceso dinámico que exige la constante reflexión y ajuste. El currículo formal, aun siendo un documento planificado, es en la práctica un proyecto cultural y político que se interpreta y reconfigura en el aula. La sistematización de una experiencia innovadora se convierte, por lo tanto, en una herramienta esencial para auditar esta alineación. El foco de la reflexión es entender si la innovación surgió para subsanar un déficit en la planificación (una desalineación) o si simplemente optimizó un proceso ya coherente. El análisis debe demostrar que el docente actúa como el intérprete final y el gestor de la pertinencia curricular.

La experiencia sistematizada en Geometría Descriptiva expuso una desalineación inicial: la asunción curricular implícita de que el estudiante de primer semestre poseía las habilidades instrumentales básicas de dibujo. Al carecer de esta base, el currículo quedaba funcionalmente incompleto para el grupo específico, generando una incertidumbre técnica y emocional en el aula. Esta situación refleja la inevitable complejidad de los sistemas educativos, donde la planificación lineal choca con la diversidad del ingreso. La brecha instrumental no sólo impedía el logro del RA de precisión, sino que comprometía la continuidad curricular, pues habilidades posteriores (como el diseño asistido por computadora) dependen de una sólida cognición espacial y del control motriz fino adquirido en el dibujo análogo.

La falla en la alineación se centró en un problema de secuencia y prerrequisitos. Al asumir el currículo que la habilidad estaba presente, se ignoró la necesidad de un anda-

miaje inicial. Esto nos lleva a concluir que la innovación didáctica se activó como un mecanismo de emergencia para restablecer la coherencia perdida. La reflexión crítica, entonces, se concentra en cómo el docente, al identificar la brecha y crear el andamiaje, asumió una función de diseñador curricular situado, ajustando el qué y el cómo de la enseñanza para adecuarlos a la realidad del estudiante de Arquitectura Sostenible.

La intervención del docente al diseñar el Taller de Manejo Instrumental Explícito no fue un acto pedagógico aislado, sino una forma de investigación en la acción que reestructuró la didáctica de la asignatura. Este enfoque metodológico permitió que la práctica docente generará conocimiento que, a su vez, mejoró el currículo. La sistematización de este proceso demuestra que la enseñanza efectiva no solo implementa un plan, sino que lo cuestiona y lo enriquece. Al hacer explícitos los pasos instrumentales y procedimentales, se garantizó que los Resultados de Aprendizaje ya no dependieran del conocimiento previo adquirido fuera de la universidad, sino de una instrucción intencional y guiada.

La realineación se manifestó en dos planos: Técnico (al lograr la precisión del trazo, cumpliendo el RA) y Metodológico (al validar que la didáctica se basa en la realidad del aula y no solo en la idealización curricular). Este ciclo de mejora continua, donde la práctica informa a la teoría, es fundamental para la pertinencia de los programas académicos. La innovación probó ser un catalizador que obligó a una coherencia didáctica más profunda, asegurando que el estudiante adquiriese competencias de procedimiento y gestión emocional, además del contenido temático de la Geometría Descriptiva.

La reflexión sobre la alineación curricular debe extenderse hasta el perfil de egreso, específicamente en cómo esta experiencia prepara al estudiante para la incertidumbre inherente a la práctica arquitectónica. Las competencias son la integración de saberes ante problemas que son siempre contextuales y cambiantes. El profesional de la Arquitectura Sostenible enfrenta constantemente carencias (de materiales, de presupuesto, de tiempo). Al confrontar y superar la limitación del pupitre, el estudiante practicó la adaptabilidad y la resiliencia, competencias de alto nivel que superan la mera técnica de dibujo.

Por lo tanto, la sistematización demuestra que el currículo se alineó con la complejidad profesional al convertir una carencia física en una oportunidad de entrenamiento de la resiliencia. Esta es la mayor contribución a la formación: que el futuro arquitecto aprenda que las limitaciones no son excusas, sino restricciones de diseño que deben ser superadas con ingenio, persistencia y metacognición. La experiencia genera evidencia de que la asignatura es un laboratorio de pensamiento flexible, lo cual es esencial para un perfil profesional que debe liderar el cambio hacia la sostenibilidad.

La reflexión final valida que la sistematización de la experiencia en Geometría Descriptiva se erige como un modelo de flexibilidad curricular. Demuestra que el currículo debe ser visto no como una camisa de fuerza, sino como un marco adaptable que el docente está habilitado para ajustar ante las necesidades reales de los estudiantes. Este proceso de ajuste, documentado y validado es lo que promueve el cambio educativo significativo.

2.11. Integración del vínculo curricular y perfil de la carrera

Con la culminación de este capítulo, el mismo ha establecido el marco de coherencia analítica necesario para interpretar la experiencia. Se ha trazado un mapa riguroso que vincula las competencias amplias del perfil de egreso con los resultados de aprendizaje específicos de la asignatura, los cuales fueron operativizados a través de actividades intencionales y validados por la generación de evidencias auténticas. Esta alineación asegura que la intervención didáctica, nacida de una necesidad de andamiaje, se configure como una respuesta robusta y pertinente a la formación del arquitecto sostenible, trascendiendo la simple anécdota de aula para convertirse en un modelo curricular situado.

Esta transición de la intención a la evidencia es el punto donde la sistematización cumple su objetivo. Al demostrar la efectividad del andamiaje situado bajo condiciones de limitación infraestructural, se genera un conocimiento útil y reproducible para otros contextos de formación inicial. El capítulo pasa de ser un registro a una propuesta de mejora curricular, validando al docente como un agente clave en la innovación educativa y la pertinencia de la arquitectura sostenible.

2.12. Transición hacia la operacionalización estratégica

Una vez validada la coherencia vertical y horizontal de la experiencia demostrando cómo las competencias del perfil de egreso se alinearon con los resultados de aprendizaje específicos, las actividades intencionales y las evidencias de la asignatura, se cierra formalmente el análisis del marco curricular. La sistematización ha establecido la pertinencia del andamiaje situado como una respuesta profesional y didáctica a la brecha de habilidades. Este rigor fundacional es lo que confiere a la práctica un carácter de propuesta de

mejora curricular, trascendiendo el nivel operativo para influir en la matriz de formación de la Arquitectura Sostenible.

El foco del relato se desplaza ahora del "por qué y para quéçurricular al çómo"de la intervención. Este nuevo apartado, titulado Ecosistema Estratégico, se adentrará en la ingeniería didáctica de la experiencia. Se describe con precisión el conjunto de estrategias operativas, agrupadas en categorías de núcleo, soporte y contingencia, que permitieron gestionar la complejidad del aula y superar la limitación de la infraestructura. Este análisis detallado es clave para que el conocimiento generado sea útil y reproducible en otros contextos académicos con desafíos similares.

2.13. Estrategias núcleo en acción

Las estrategias núcleo representan el centro metodológico de la sistematización, siendo aquellas intervenciones didácticas diseñadas para atacar frontalmente la brecha de habilidades de dibujo análogo y la falta de familiaridad instrumental en la geometría descriptiva. Su implementación se fundamentó en la necesidad de generar un andamiaje explícito y situado, partiendo del principio de que el conocimiento disciplinar debe ser construido activamente, no meramente transmitido. Estas estrategias fueron cuidadosamente articuladas para transformar la torpeza inicial de los estudiantes en un manejo instrumental auto eficaz, esencial para su progresión en la carrera de arquitectura sostenible.

La primera estrategia núcleo consistió en desglosar las técnicas de dibujo análogo, tradicionalmente consideradas çonocimiento previo", en unidades de aprendizaje micro planificadas. Esto implicó dedicar tiempo específico, desde la primera clase, a la instrucción explícita sobre la postura corporal, el agarre de las escuadras, la presión del lápiz y la limpieza del trazo, prácticas que la academia a menudo presupone. Este enfoque, que legitima la necesidad de aprender a "hacer.ªntes de çonceptualizar", genera un entorno de baja ansiedad donde el error se entiende como un paso necesario hacia la maestría. Al hacerlo, se reconoce que el aprendizaje es una práctica social y situada, donde la comunidad es responsable de socializar sus códigos.

Otra estrategia central fue la implementación de un ciclo constante de demostración visual seguida de repetición asistida. Utilizando el proyector, el docente modelaba cada trazo y proyección en tiempo real, transformando el espacio abstracto del dibujo en un proceso visible y rastreable. Inmediatamente después, el estudiante replicaba la acción bajo supervisión directa. Esta inmediación en el modelado facilita la cognición visual,

permitiendo que el estudiante construya una correspondencia directa entre la intención espacial y la ejecución motriz. Este método es crucial para la adquisición de un lenguaje que es fundamentalmente gráfico y espacial, donde la técnica es indisociable de la comprensión del concepto.

- **Ejemplo en la práctica:** La demostración de cómo "frenar" la escuadra con el dedo anular para mantener la precisión de la línea vertical se repitió hasta que la mayoría del grupo logró automatizar el gesto.

  El tercer pilar de las estrategias núcleo fue la implementación de una retroalimentación formativa continua, cuyo foco principal no era la nota, sino el proceso de ejecución. Siguiendo principios de evaluación para el aprendizaje, se priorizó la retroalimentación cualitativa y oportuna, dirigida a la tarea específica y al proceso de mejora individual. El docente actuó como un mentor que ayudaba al estudiante a identificar la causa del error (postura, instrumento, concepto) antes de sugerir la corrección. Este diálogo constante minimiza la frustración y fomenta la autoeficacia, ya que el estudiante percibe que el dominio no es una habilidad innata, sino el resultado directo del esfuerzo y la estrategia aplicada.

- **Ejemplo en la práctica:** La corrección se dirigía a la base del problema: "Tu línea es gruesa porque no has afilado el lápiz correctamente; la solución no es borrar, sino mejorar el instrumento."

  Estas tres estrategias (instrucción explícita, demostración visual y retroalimentación formativa) constituyen el andamiaje de primer orden que permitió a los estudiantes cerrar la brecha inicial y avanzar en la Geometría Descriptiva.La efectividad de este núcleo reside en su capacidad para operacionalizar la teoría en acciones concretas que son medibles a través de los indicadores definidos. Sin embargo, su éxito depende intrínsecamente de otras acciones de apoyo que gestionaron la logística y la afectividad.Por lo tanto, el siguiente apartado se centrará en describir las estrategias de soporte, que fueron esenciales para que este núcleo pedagógico pudiera sostenerse en un entorno de infraestructura limitada.

2.14. Estrategias de soporte aplicadas

Si las estrategias núcleo (instrucción, demostración, feedback) se enfocaron en la transferencia directa de habilidades, las estrategias de soporte fueron el entramado de apoyo que aseguró la viabilidad, la gestión afectiva y la sostenibilidad de la innovación en un contexto de limitación. En un ecosistema pedagógico, estas acciones operan como un capital social y logístico indispensable, permitiendo que las intervenciones didácticas de primer orden se realicen sin colapsar ante las barreras infraestructurales y emocionales. La identificación y sistematización de estos soportes transforma la práctica improvisada en un modelo reproducible, apto para ser transferido a otras asignaturas con desafíos similares.

Estrategia 1: La gestión logística del espacio (Espacio Flexible)

Ante la carencia de mesas de dibujo dedicadas, el primer soporte crucial fue la gestión activa y flexible del espacio. Esta estrategia implicó la organización de los pupitres del aula en configuraciones variables (filas enfrentadas, islas de trabajo) que, sin ser óptimas, permiten el uso compartido de la mesa central por parte del docente para demostraciones en tiempo real. Este ejercicio logístico demostró una adaptación contextual que superó la rigidez institucional, promoviendo una cultura de colaboración y resolución de problemas entre los estudiantes. Dicha flexibilidad de la práctica docente es un indicador clave de cómo los profesionales negocian el currículo en acción, convirtiendo una limitación en una oportunidad de innovación situada.

Ejemplo de aplicación: Las herramientas de dibujo de los estudiantes se guardaban en cajas individuales y etiquetadas para minimizar el caos logístico y maximizar el tiempo de clase dedicado al dibujo.

Estrategia 2: El refuerzo del factor afectivo y motivacional

Reconociendo que la frustración inicial ante la brecha de habilidades impacta directamente la persistencia (Dimensión Subjetiva), se implementó un sistema de soporte afectivo centrado en la cultura del esfuerzo. Esta estrategia consistió en visibilizar y celebrar los pequeños logros (la primera línea perfecta, la comprensión de un concepto tridimensional) y contextualizar los errores como desafíos superables, no como fallos de capacidad. Se generó un espacio de confianza donde el estudiante se sentía seguro al preguntar "lo

básico". Esta intervención afectiva es vital para el aprendizaje complejo, ya que la autoeficacia y la mentalidad de crecimiento son factores determinantes en la asimilación disciplinar a largo plazo.

Ejemplo de aplicación: Las sesiones de revisión iniciaban con la pregunta: "¿Qué fue lo más difícil y cómo lo superaste?", enfocando el diálogo en el proceso de solución y no en el juicio final.

Estrategia 3: La consolidación de la Comunidad de Práctica (Tutoría Paritaria)

La tercera estrategia fue la promoción de la Tutoría Paritaria, transformando la interacción entre pares en una comunidad de práctica. Los estudiantes con mayor destreza inicial fueron sutilmente animados a guiar a sus compañeros, replicando el andamiaje del docente a nivel horizontal. Esta estrategia descentralizó el conocimiento y reforzó la idea de que la maestría se construye colectivamente. La creación de esta cultura de ayuda mutua fortaleció la cohesión grupal y liberó tiempo del docente, permitiendo que este se concentrará en casos de dificultad extrema, optimizando el recurso humano en un entorno con alta demanda de atención individualizada.

Ejemplo de aplicación: Se crearon parejas de trabajo temporales (un estudiante con mayor habilidad y uno con menor), rotando semanalmente para diversificar el conocimiento compartido.

Fortalecimiento de las Estrategias Núcleo

El impacto de estas estrategias de soporte en el núcleo didáctico es innegable. La gestión flexible del espacio aseguró que la demostración visual (estrategia núcleo) fuese posible en cada sesión; el soporte afectivo mantuvo la persistencia necesaria para que la retroalimentación formativa (estrategia núcleo) tuviera efecto; y la tutoría paritaria multiplicó los puntos de andamiaje, amplificando la efectividad de la instrucción explícita. La imbricación de estos soportes demuestra que la innovación educativa no reside solo en el método, sino en la capacidad de crear un ecosistema resiliente capaz de operar bajo condiciones adversas.

Síntesis y sostenibilidad del Ecosistema Estratégico

En síntesis, las estrategias de soporte transformaron las limitaciones materiales en un recurso pedagógico. Al sistematizar la gestión logística, el acompañamiento afectivo y la

mediación entre pares, esta experiencia demuestra que la innovación es sostenible cuando se enfoca tanto en el que enseñar como en el cómo gestionar el entorno para que ese aprendizaje ocurra. La solidez de este ecosistema estratégico es lo que permite que el capítulo pueda proponer una ruta de transferencia válida.

2.15. Estrategias de contingencia desplegadas

La sistematización de una experiencia innovadora debe trascender la descripción de lo planificado (núcleo y soporte) para integrar la gestión de lo imprevisto. Las estrategias de contingencia son aquellas acciones reactivas que el docente despliega ante eventos inesperados logísticos, técnicos o emocionales que amenazan la continuidad del proceso formativo. Su inclusión en el análisis es un indicador de credibilidad y autenticidad del estudio, pues la realidad del aula nunca es lineal. Al documentar estas respuestas, la experiencia demuestra ser un sistema dinámico y resiliente, capaz de mantener el rumbo pedagógico a pesar de la fricción del entorno.

Durante el periodo de la sistematización, se enfrentaron varios imprevistos que exigieron una rápida adaptación de la ingeniería didáctica. Los tres más significativos fueron: la ausencia masiva de insumos, donde un 30 % del grupo no adquirió el material necesario a tiempo; la falla técnica del proyector institucional, que inhabilitó el principal medio de demostración visual; y la baja afectiva inesperada de un subgrupo de estudiantes, quienes mostraron signos de frustración o burnout disciplinar tras las primeras semanas. La capacidad para responder a estos nudos críticos sin detener el flujo de aprendizaje fue una medida clave de la eficacia operativa del ecosistema.

Contingencias aplicadas

El imprevisto de la Ausencia masiva de insumos se abordó mediante una Contingencia de Redistribución de Recursos. En lugar de penalizar el incumplimiento, se solicitó a los estudiantes con materiales completos que trabajaran en modo taller rotatorio y se hizo una petición urgente de un pequeño kit de préstamo de reglas básicas a la dirección de carrera. Esta acción mitigó la desigualdad de inicio y reforzó la Tutoría Paritaria (estrategia de soporte), haciendo que los pares se responsabilizaran del acceso instrumental de sus compañeros, garantizando que el tiempo de clase no se desperdiciara.

La falla técnica del proyector se resolvió con una contingencia de recurso análogo reforzado. En lugar de cancelar la demostración, el docente cambió la escala de la demostración a la pizarra y a formatos de dibujo de gran tamaño (plottable), acompañado del uso de un software de cámara en el teléfono para proyectar su propia mesa a una pantalla pequeña portátil disponible. Esta acción enfatizó la prioridad de la habilidad manual sobre el soporte tecnológico, demostrando que la mediación pedagógica puede persistir incluso sin la herramienta de apoyo principal.

Ante la baja afectiva inesperada, se implementó una contingencia de pausa reflexiva guiada. Se detuvo la instrucción técnica para abrir un espacio de diálogo metacognitivo de 15 minutos, donde los estudiantes expresaron sus dificultades y se les recordó explícitamente la curva de aprendizaje del dibujo. Esta intervención fue crucial para reenganchar al grupo, utilizando el feedback afectivo como una herramienta para gestionar la emocionalidad ligada al rendimiento y reforzando la noción de que la arquitectura es una disciplina que exige resiliencia psicológica.

Las estrategias de contingencia fueron el factor que garantizo la continuidad del proceso y la integridad de los resultados de aprendizaje. Si la ausencia de insumos hubiese persistido, la dimensión pedagógica habría colapsado por falta de práctica. Si la falla del proyector no se hubiera resuelto, la demostración visual (estrategia núcleo) se habría perdido, afectando directamente la coherencia representacional (indicador cognitivo). El manejo proactivo de la baja afectiva evitó la deserción y mantuvo alta la persistencia ante el error (indicador subjetivo). Esta capacidad de respuesta válida garantiza la robustez metodológica del estudio, cumpliendo con la exigencia de validez externa en estudios de caso.

Así mismo, la sistematización de estas contingencias revela que la flexibilidad adaptativa es una competencia tan esencial para el docente como la experticia disciplinar. La necesidad de crear soluciones en tiempo real se convierte en un valioso insight para la política institucional, sugiriendo la necesidad de mecanismos de apoyo logístico y emocional en los planes de estudio. En esencia, la incertidumbre no es un error a evitar, sino una fuente de conocimiento que enseña sobre los límites reales de la infraestructura y las capacidades latentes del profesor. Este aprendizaje derivado de la crisis es lo que confiere a la sistematización su valor predictivo y de mejora sistémica.

2.16. Arquitectura del ecosistema estratégico

El conjunto de intervenciones implementadas en Geometría Descriptiva conformado por estrategias núcleo, de soporte y de contingencia no opera como una colección de acciones aisladas, sino como un ecosistema estratégico interdependiente. La coherencia de la innovación reside precisamente en esta articulación: el núcleo define el propósito pedagógico (el qué), el soporte asegura las condiciones de viabilidad (el cómo) y la contingencia garantiza la resiliencia (el *si pasa, qué). Esta visión sistémica permite entender que la falla en una capa, como la ausencia de soporte logístico, habría comprometido fatalmente la eficacia de las estrategias núcleo de instrucción.

La arquitectura del ecosistema se asemeja a un andamiaje fortificado. El núcleo pedagógico (demostración, retroalimentación formativa) es el andamio principal, directamente responsable de la adquisición de la habilidad. Sin embargo, este núcleo se apoya sobre el soporte logístico y afectivo, que actúa como la base de cimentación al mitigar los factores externos de riesgo (falta de materiales, desmotivación). Por ejemplo, la tutoría paritaria (soporte) no es solo un acto de colaboración; es un multiplicador de la retroalimentación formativa (núcleo), haciendo que la mediación docente se descentralice y sea más densa.

La capa de contingencia, a su vez, funciona como un sistema de alarma y respuesta que protege al núcleo y al soporte de colapsos inesperados. La necesidad de improvisar una redistribución de recursos ante la falta de insumos o el recurso análogo reforzado ante la falla del proyector, son pruebas de que el sistema didáctico estaba diseñado para aprender de la incertidumbre. Esta arquitectura, donde cada componente refuerza a los otros, es lo que transformó una intervención puntual en un modelo de gestión del cambio adaptativo.

La descripción de esta arquitectura estratégica cierra el relato de la implementación. Demuestra que la solución a la brecha de habilidades fue un fenómeno complejo y gestionado, donde el éxito no dependió de un único factor genial, sino de la alineación rigurosa de múltiples intervenciones intencionadas. Este enfoque sistémico es el que confiere el mayor valor de transferencia a la sistematización. Al identificar las capas necesarias (núcleo, soporte, contingencia), se ofrece una hoja de ruta para que otros docentes puedan replicar la lógica de la intervención en sus propios contextos con brechas instrumentales o cognitivas similares, adaptando los insumos sin perder la estructura operativa de la solución.

2.17. Cierre integrador del Ecosistema Estratégico

La puesta en acción del ecosistema estratégico detallado en sus capas de núcleo, soporte y contingencia representa la materialización operativa de las metas curriculares. La innovación didáctica en Geometría Descriptiva actuó como un mediador indispensable, transformando una problemática disciplinar (la brecha de dibujo y la carencia de infraestructura) en un campo de acción deliberado. La finalidad de esta arquitectura estratégica no fue simplemente impartir la asignatura, sino garantizar la coherencia vertical entre los actos diarios del aula y el perfil de egreso profesional. El cierre de este módulo se centra en demostrar cómo cada capa estratégica contribuyó de manera diferenciada al logro de las tres competencias nucleares identificadas en el currículo.

El logro de la competencia de representación y lenguaje gráfico fue directamente impulsado por el núcleo pedagógico. Las estrategias de instrucción explícita y demostración visual proporcionaron la base teórica y procedimental, mientras que la retroalimentación formativa ajustó el trazo y la convención. Sin embargo, este núcleo no habría prosperado sin el soporte logístico flexible, que asegurara el espacio y el tiempo adecuados para la práctica intensiva. La capacidad del estudiante para transferir conocimiento abstracto al plano, esencial en esta competencia, se fundamenta en la movilización de recursos técnicos y cognitivos, una práctica que el ecosistema facilitó al eliminar barreras materiales y metodológicas.

La competencia de resolución de problemas situados se consolidó gracias a la interacción entre el Núcleo y la capa de contingencia. Los problemas enfrentados por los estudiantes no fueron sólo técnicos, sino situacionales (cómo dibujar sin la mesa adecuada, cómo continuar sin proyector). Las estrategias de contingencia desplegadas como la redistribución de recursos o el recurso análogo reforzado forzaron al docente y a los estudiantes a encontrar soluciones creativas e inmediatas, simulando la incertidumbre propia del campo profesional. Este ejercicio de adaptación en tiempo real es lo que distingue el saber actuar de la mera acumulación de conocimiento, validando la contribución del ecosistema a esta competencia clave.

La competencia de autorregulación y persistencia fue fortalecida primordialmente por el soporte afectivo y las intervenciones metacognitivas. El refuerzo afectivo sistemático y la estrategia de pausa reflexiva guiada transformaron la frustración inicial en resiliencia, enseñando al estudiante a gestionar su emocionalidad y a entender el error como parte del proceso. La tutoría paritaria complementa este soporte, situando la responsabilidad

del aprendizaje en la comunidad y promoviendo el pensamiento crítico sobre el propio desempeño. La formación de un profesional competente implica, por ende, el desarrollo de la identidad y la agencia necesarias para navegar en entornos de alta demanda.

En conclusión, la arquitectura del ecosistema estratégico demostró ser una solución de alta coherencia y pertinencia a la brecha detectada. La coherencia se manifiesta en la trazabilidad clara entre cada estrategia implementada y la competencia que buscaba impactar. La pertinencia radica en que la intervención fue situada, abordando directamente las limitaciones materiales y cognitivas específicas del aula. Al integrar de manera visible las acciones planeadas y las respuestas contingentes, se establece un modelo de transferibilidad que puede ser adaptado a otros contextos universitarios. El ecosistema no sólo resolvió un problema, sino que sentó las bases para un modelo de gestión de la complejidad educativa que garantiza los resultados de aprendizaje a pesar de la adversidad. (Educación, R., 2023)

2.18. Transición hacia la evaluación

Una vez establecida y justificada la arquitectura estratégica de la intervención la cual detalló las acciones de núcleo, soporte y contingencia implementadas para abordar la brecha de habilidad de dibujo, es necesario realizar el tránsito hacia el análisis de sus efectos. La mera descripción de la implementación, por muy rigurosa que sea, no es suficiente para generar conocimiento; es la evaluación sistemática la que confiere validez y credibilidad al proceso.

La fase que ahora se inicia se centra en la operacionalización de la evaluación, utilizando los indicadores previamente definidos para interpretar las evidencias empíricas recolectadas (trabajos, notas de campo, testimonios). Este análisis no solo mide el antes y el después, sino que profundiza en el cómo y el porqué de las transformaciones. Al contrastar las tres dimensiones con las fuentes de verificación, el análisis garantizará la triangulación de la información, factor indispensable para la confiabilidad y transferibilidad de los hallazgos. De esta forma, los aprendizajes derivados de la experiencia trascienden el aula de Geometría Descriptiva para convertirse en conocimiento útil para la didáctica de la Arquitectura.

2.19. Instrumentos de evaluación aplicados

En una sistematización de experiencias, los instrumentos de evaluación trascienden la mera calificación; actúan como lentes metodológicos que permiten transformar la práctica vivida en datos interpretables. Su selección debe ser intencionada y coherente con los indicadores de análisis definidos previamente. La función primordial de estos instrumentos es garantizar la objetividad y la trazabilidad del proceso: si la sistematización es un juicio fundamentado sobre la práctica, dichos juicios deben estar sólidamente apoyados en evidencias recogidas de manera sistemática. La coherencia entre el indicador (qué busco) y el instrumento (con qué lo mido) es el pilar de la credibilidad de los hallazgos.

Instrumentos aplicados en la experiencia

Para evaluar la efectividad del Ecosistema Estratégico en Geometría Descriptiva, se aplicaron tres instrumentos principales, diseñados para capturar datos en las tres dimensiones de análisis (Pedagógica, Cognitiva y Subjetiva):

- Rúbricas de Evaluación Analítica (REA): Orientadas a medir la dimensión cognitiva.
- Diario de Campo Docente (DCD): Orientado a medir la dimensión pedagógica.
- Encuestas de Autopercepción (EAP): Orientadas a medir la dimensión subjetiva.

La selección de estos instrumentos obedece a la necesidad de implementar una estrategia de triangulación de datos, esencial en la investigación cualitativa. Se combinaron métodos para observar el mismo fenómeno desde diferentes perspectivas: la observación directa del docente (DCD), el producto final del estudiante (REA) y la voz y percepción del estudiante (EAP). Esta combinación permite que las debilidades de un instrumento sean compensadas por las fortalezas de otro, robusteciendo los hallazgos. Además, la aplicación constante de instrumentos formativos garantiza la relevancia pedagógica del proceso de recolección.

Credibilidad y validez del proceso

La aplicación rigurosa y combinada de las REA, el DCD y las EAP asegura que la sistematización se basa en una base empírica sólida. La triangulación lograda confiere

Tabla 2.2: Descripción y función de cada instrumento

Instrumento	**Siglas**	**Dimensión que captura**	**Propósito y valor principal**
Rúbrica de Evaluación Analítica	REA	Dimensión Cognitiva y de Apropiación del Lenguaje Gráfico (Precisión y Coherencia)	Diseñada para medir indicadores de precisión del trazo y coherencia representacional. Permitió una visión longitudinal del progreso cognitivo y sirvió como evaluación formativa (guiando estándares de calidad).
Diario de Campo Docente	DCD	Dimensión Pedagógica y de Mediación Instrumental (Adaptación y Retroalimentación)	Principal fuente para documentar la adaptación instrumental, el uso de metáforas y el tipo de retroalimentación docente. Su valor radica en capturar el proceso *in vivo* y la práctica reflexiva sobre el andamiaje situado.
Encuestas de Autopercepción	EAP	Dimensión Subjetiva y Emocional del Aprendizaje (Autoeficacia y Resiliencia)	Aplicadas en formato pre-test y post-test para medir la persistencia ante el error y las manifestaciones de logro/autoeficacia. Validaron el impacto del soporte afectivo y las transformaciones en la identidad del estudiante.

Nota. La combinación de estos tres instrumentos de recolección de datos permitió obtener una evidencia triangulada del proceso de enseñanza-aprendizaje, cubriendo los aspectos técnico, pedagógico y emocional del estudio.
Fuente: elaboración propia.

credibilidad a las interpretaciones, al reducir el sesgo inherente a una sola fuente. Al mostrar la evidencia de los logros técnicos (REA), del proceso docente (DCD) y de la transformación subjetiva (EAP), la experiencia trasciende el relato anecdótico y se presenta como un estudio de caso fundamentado. De esta manera, los instrumentos no son accesorios, sino elementos constitutivos que validan el tránsito de la práctica a la producción de conocimiento transferible.

2.20. Indicadores de evaluación y criterios de validez

Los indicadores de evaluación, concebidos en la fase de fundamentación operativa, cumplen su función crítica al actuar como criterios de lectura de la evidencia empírica. No son elementos de chequeo, sino herramientas que permiten medir la intensidad y la transformación lograda en cada una de las dimensiones de análisis. Su correcta aplicación es lo que diferencia la sistematización de un simple relato de experiencia, dotándola de carácter científico y verificable. El rigor metodológico de este puente se concentra en demostrar la trazabilidad entre el fenómeno teórico y su manifestación observable, lo cual es esencial para que las conclusiones generadas sean consideradas juicios fundamentados.

Indicadores aplicados y su relevancia en el análisis

Para el proceso de evaluación, se aplicaron selectivamente los siguientes indicadores, asegurando que cada uno estuviera directamente asociado a los instrumentos y evidencias detalladas en el puente anterior:

- Adaptación Instrumental (Dimensión Pedagógica): Mide la capacidad del docente para improvisar soluciones didácticas al déficit de infraestructura.
- Coherencia Representacional (Dimensión Cognitiva): Mide la habilidad del estudiante para proyectar formas tridimensionales en el plano con rigor técnico.
- Persistencia ante el Error (Dimensión Subjetiva): Mide el nivel de resiliencia y autoeficacia del estudiante frente a las dificultades del dibujo.

Aplicación de los indicadores

El indicador adaptación instrumental fue codificado a partir del diario de campo docente (DCD). Se buscó la frecuencia y el tipo de menciones donde el profesor describe

la creación o modificación de recursos (ej. uso del pupitre inclinado, aplicación de reglas flexibles). El análisis arrojó evidencia de una alta plasticidad pedagógica, mostrando que la estrategia de contingencia no fue un parche, sino un acto de reflexión en la acción deliberado y constante. Este indicador valida que el andamiaje didáctico fue efectivamente situado y sensible al contexto adverso.

El indicador coherencia representacional se midió directamente en los productos finales (proyecciones ortogonales y axonometrías) mediante las rúbricas de evaluación analítica (REA). La medición se centró en la correlación entre la precisión técnica y la correcta articulación espacial de los elementos. La evidencia producida aquí es de naturaleza cuantificable, permitiendo mostrar la curva de progreso a lo largo del semestre. Este indicador demuestra la transformación cognitiva, estableciendo que la intervención logró un salto cualitativo en la apropiación del lenguaje gráfico como sistema de pensamiento.

El indicador persistencia ante el error fue analizado a través de las encuestas de autopercepción (EAP), contrastando las respuestas iniciales (pre-test) con las finales (post-test). Se codificaron las respuestas relacionadas con la frustración y la motivación, así como la acción concreta de solicitar ayuda o reiniciar la tarea. La evidencia arrojada por este indicador es de corte subjetivo y afectivo, validando que el ecosistema estratégico no solo impactó la técnica, sino también la agencia del estudiante sobre su propio aprendizaje. El aumento en la puntuación de persistencia refuerza la efectividad del soporte afectivo.

Criterios de validez cualitativa adoptados

Para garantizar que la interpretación de los resultados sea rigurosa, se adoptaron los criterios de calidad propuestos por Lincoln y Guba (1985) para la investigación naturalista, en lugar de los criterios positivistas de validez interna y externa. Los criterios aplicados fueron:

- **Credibilidad (Verosimilitud):** Asegurada mediante la triangulación de fuentes (DCD, REA, EAP), donde los hallazgos de un instrumento deben ser consistentes con los de otro.

- **Transferibilidad (Aplicabilidad):** Asegurada por la descripción densa de la experiencia, lo que permite a otros docentes evaluar la pertinencia de aplicar las estrategias en sus propios contextos.

- **Dependabilidad (Consistencia):** Asegurada por la trazabilidad de todo el proceso metodológico, permitiendo que la cadena de evidencia desde el problema hasta el resultado sea clara y auditada.

En síntesis, la aplicación selectiva y rigurosa de estos indicadores, sostenida por los criterios de credibilidad y transferibilidad. Los indicadores actuaron como puentes medidores que conectaron la teoría didáctica con los resultados observables. Al justificar el proceso de codificación y los criterios de calidad, el estudio se presenta no sólo como un relato de éxito, sino como una sistematización válida y reproducible, lista para interpretar las transformaciones logradas y generar conocimiento transferible al campo de la didáctica de la Arquitectura. El próximo paso será el análisis temático de los hallazgos.

2.21. Análisis preliminar de evidencias

La fase de recolección, guiada por los instrumentos (REA, DCD y EAP) y los indicadores detallados, generó un volumen significativo de evidencia empírica que valida el proceso. Estas evidencias se estructuraron en tres conjuntos principales: artefactos gráficos (proyecciones y láminas), registros narrativos (notas de campo, reflexiones post-clase) y datos afectivos (respuestas de autoeficacia y persistencia). El primer paso fue la curación y anonimización de la información, asegurando que los trabajos gráficos estuvieran asociados únicamente a un código de estudiante para mantener la ética del proceso. El corpus de datos, compuesto por más de 120 láminas y 50 entradas de diario, estaba listo para la codificación.

Para procesar esta diversidad de datos, se adoptó un enfoque metodológico que combinó técnicas cualitativas y cuantitativas elementales, tal como lo sugieren Miles y Huberman (1994) en la reducción de datos. Los artefactos gráficos (REA) fueron sometidos a un análisis cuantitativo descriptivo, calculando la media de precisión del trazo y coherencia representacional en tres momentos del semestre (inicio, medio y final) para establecer una curva de progreso. Por su parte, los registros narrativos (DCD) y los datos afectivos (EAP) fueron procesados mediante codificación temática, agrupando las menciones recurrentes que se alineaban con los indicadores de adaptación instrumental y persistencia ante el error. Este proceso riguroso permitió transformar narrativas amplias en patrones focales.

El análisis preliminar de las evidencias reveló tendencias claras que sostienen la tesis de la sistematización. En la dimensión cognitiva, se identificó un patrón de crecimiento exponencial en la Coherencia Representacional entre el momento medio y el final del semestre, coincidiendo con la intensificación de las Estrategias Núcleo. En contraste, la Dimensión Pedagógica mostró una alta frecuencia de menciones de adaptación Instrumental en el DCD durante las primeras seis semanas, una tendencia que disminuyó al estabilizarse las soluciones de contingencia. Finalmente, la dimensión subjetiva reveló una correlación directa entre la mejora técnica (REA) y el aumento de la persistencia ante el error (EAP), sugiriendo que el logro alimenta la autoeficacia, tal como propone Creswell (2012) sobre la identificación de patrones Inter dimensiónales.

Ejemplos ilustrativos de evidencias para el análisis

Para ilustrar la transformación, se seleccionaron ejemplos concretos:

- **Evidencia de Adaptación Instrumental (DCD):** El registro del día 15 de marzo narra la decisión de usar tiras de cartón para nivelar las reglas T en los pupitres curvos, lo que generó una tensión institucional inicial, pero una mejora inmediata en la precisión del trazo de los estudiantes (CR). Este ejemplo ilustra la relación directa entre estrategia de contingencia y resultado cognitivo.

- **Evidencia de Coherencia Representacional (REA):** La lámina final del estudiante con el código “E-14” muestra una axonometría isométrica que, aunque presentaba errores de cota iniciales, demostró una correcta articulación espacial de las proyecciones. Esta lámina, calificada con alta puntuación en CR, evidencia el “salto cualitativo” en la apropiación del lenguaje.

- **Evidencia de Persistencia (EAP):** La respuesta de la encuesta final del estudiante “E-07” a la pregunta “¿Qué haces cuando te equivocas?” pasó de “Me rindo temporalmente” a “Busco el error en mi proyección antes de pedir ayuda”, indicando una internalización de la autorregulación.

En síntesis, el análisis preliminar de las evidencias confirma la efectividad del ecosistema estratégico diseñado. Las tendencias encontradas demuestran que la combinación de estrategias (Núcleo, Soporte, Contingencia) generó un ambiente donde la brecha de habilidad no fue un impedimento, sino un catalizador para el desarrollo de la cognición

espacial y la agencia estudiantil. Estos hallazgos preliminares, apoyados por la triangulación y la rigurosidad en la codificación, permiten al estudio de caso ir más allá de la descripción. Se establece así una base empírica sólida para la siguiente fase: la interpretación profunda de los aprendizajes logrados, vinculándolos nuevamente con el marco conceptual y el perfil profesional de la carrera de Arquitectura Sostenible.

2.22. Validez, sesgos y factibilidad

La validez del presente estudio de sistematización no se basa en la generalización estadística, sino en el rigor estructural y la trazabilidad de la evidencia, en línea con los principios del estudio de caso. Para asegurar la validez interna, se utilizó la triangulación metodológica, contrastando los hallazgos de los Artefactos Gráficos (REA) con los Registros Narrativos (DCD) y la Autopercepción (EAP). La coincidencia de resultados en las tres fuentes (ej. la mejora técnica se correlaciona con el aumento de la autoeficacia) incrementa la credibilidad de las conclusiones. Además, la cadena de evidencia se mantuvo rigurosamente documentada, conectando cada indicador con su instrumento y su evidencia empírica correspondiente, permitiendo la auditabilidad del proceso.

En todo proceso de investigación, especialmente en la sistematización de la propia práctica, existe el riesgo de sesgos. El principal sesgo identificado es el sesgo del investigador-participante, es decir, la tendencia natural del docente a priorizar o magnificar los resultados positivos de su propia innovación. Para mitigar este efecto, se aplicaron dos estrategias clave, siguiendo las recomendaciones de Maxwell (2013) para la investigación cualitativa. Primero, se utilizó la descripción densa y literal de las entradas del Diario de Campo Docente, minimizando la interpretación inmediata. Segundo, se dio peso equitativo a las evidencias negativas o neutras (ej. láminas que no mejoraron al mismo ritmo), asegurando que el análisis no se centrara únicamente en los casos de éxito.

La factibilidad se refiere a la capacidad del estudio de caso para ser replicado o transferido, y se vio desafiada por las limitaciones institucionales iniciales (ausencia de mesas de dibujo, pupitres curvos). La solución implementada para asegurar la factibilidad fue la creación de un ecosistema estratégico flexible. La descripción detallada de la adaptación instrumental y las estrategias de contingencia permite a otras instituciones replicar el modelo sin necesidad de una infraestructura ideal, lo que aumenta la utilidad práctica del estudio. El modelo demuestra que la innovación didáctica puede ser más importante que la inversión en infraestructura.

La reflexión sobre la validez, sesgos y factibilidad revela que el aprendizaje más significativo no reside sólo en los resultados académicos de los estudiantes, sino en la madurez metodológica adquirida. La experiencia demostró que el rigor no se encuentra en la estandarización, sino en la conciencia crítica sobre los límites del propio estudio. Al integrar la gestión de sesgos y la factibilidad como parte integral del diseño, la sistematización se posiciona como una práctica auto corregible y sostenible. Esto garantiza que las conclusiones que se presentarán a continuación sean juicios prudentes, creíbles y altamente transferibles, contribuyendo al cuerpo de conocimiento sobre la didáctica de la arquitectura en contextos de incertidumbre.

2.23. Cierre integrador de la evaluación

Este apartado culmina con la confirmación empírica de que la experiencia innovadora trascendió la mera actividad docente para constituirse como una intervención transformadora y metodológicamente sólida. La evaluación, entendida como un juicio fundamentado sobre la utilidad y el impacto, verificó la adquisición de las competencias clave, particularmente la cognición espacial y la autorregulación afectiva. Mediante la triangulación de evidencias los resultados de las rúbricas de evaluación analítica (REA) correlacionados con el aumento de la persistencia ante el error (EAP) se demostró que el ecosistema estratégico fue eficaz para cerrar la brecha inicial de habilidades. Este hallazgo dota de validez a la sistematización, mostrando que el diseño didáctico produjo los resultados esperados, no por casualidad, sino por un proceso intencional y medible.

Si bien el análisis confirma el éxito en el desarrollo de competencias, es crucial matizar las conclusiones para mantener la credibilidad cualitativa del estudio. Una de las principales limitaciones fue la disparidad en la velocidad de aprendizaje; aunque la tendencia general fue positiva, un pequeño porcentaje de estudiantes requirió de una dedicación tutoría mucho más intensa, lo que generó una sobrecarga en la adaptación instrumental del docente. Este matiz, lejos de invalidar la experiencia, señala una oportunidad de mejora para futuras implementaciones, enfocada en la creación de recursos de aprendizaje más auto gestionables que permitan una diferenciación didáctica más eficiente. La identificación de estas limitaciones contextuales permite una visión más honesta y completa del proceso.

Habiendo completado la fase de evaluación, se consolida la solidez metodológica del estudio al confirmar empíricamente la efectividad del Ecosistema Estratégico diseñado.

La triangulación de instrumentos validó los logros formativos, demostrando que la innovación no solo cerró la brecha de habilidad inicial, sino que impulsó la cognición espacial y la autorregulación afectiva en el estudiantado. No obstante, la evaluación también arrojó matices esenciales, como la gestión de la disparidad en la velocidad de aprendizaje, que, lejos de ser un fracaso, se convierte en un área crucial para la mejora sistémica y la definición de la sostenibilidad pedagógica del proyecto a largo plazo.

Este cierre del apartado evaluativo marca un giro en el propósito discursivo del capítulo. Dejamos atrás la presentación de datos y la comprobación de logros para iniciar la reflexión crítica y la generación de conocimiento transferible. La etapa final se centrará en destilar el significado profundo de la experiencia, interpretando los resultados a la luz del marco teórico y las necesidades del perfil de la carrera. Se trata de una proyección hacia el futuro, donde se esbozan las conclusiones definitivas y se propondrán estrategias concretas para la transferibilidad de esta arquitectura didáctica a otros contextos universitarios. (RED, 2015)

2.24. Reflexión crítica sobre la experiencia

La sistematización revela que la experiencia constituye un aporte significativo que excede el logro de los resultados de aprendizaje específicos de la asignatura. El diseño del Ecosistema Estratégico que combinó andamiaje didáctico con estrategias de soporte y contingencia no sólo resolvió la brecha inicial de habilidades de dibujo, sino que generó un conocimiento transferible sobre cómo gestionar la incertidumbre pedagógica en contextos de precariedad (Barnett, 2001). El principal logro reside en la confirmación de que la adaptación instrumental docente tiene el potencial de actuar como un currículum compensatorio que, basado en la reflexión constante, es capaz de mitigar las inequidades de infraestructura. Este hallazgo demuestra la eficacia de una pedagogía situada que se transforma a sí misma para alcanzar la justicia formativa en el aula.

La dimensión afectiva, a menudo subestimada en asignaturas técnicas, se erige como un aporte fundamental. La implementación consciente de estrategias para fomentar la Persistencia ante el Error y las Manifestaciones de Logro impactó directamente en el desarrollo de la autoeficacia de los estudiantes. Al conseguir que el estudiantado creyera en su capacidad de dominar el lenguaje gráfico, la innovación se convirtió en un proceso de empoderamiento cognitivo. De esta manera, el profesor dejó de ser un simple transmi-

sor de técnica para convertirse en un intelectual transformador cuya práctica reflexiva se orientó a la superación de las barreras estructurales a través de la mediación didáctica.

Otro aporte decisivo es el valor del propio proceso de sistematización, entendido como un ejercicio de producción de conocimiento sobre la propia práctica. El docente dejó de ser un ejecutor de un currículo preestablecido para ser el investigador de su propia realidad. Al someter las acciones cotidianas (el uso de metáforas, la retroalimentación procesual, la gestión del tablero) a la luz de los conceptos estructurantes, se logró objetivar la sabiduría práctica que, de otra forma, habría permanecido en el ámbito de lo anecdótico. Este ejercicio de reflexión-sobre-la-práctica transforma una experiencia puntual en un modelo pedagógico aplicable a otros docentes que enfrentan desafíos similares.

A pesar de los logros, la sistematización evidenció tensiones inherentes al operar un ecosistema innovador dentro de un campo institucional con resistencias estructurales. La principal tensión se localiza entre la demanda de profundidad del aprendizaje, propia de la complejidad de la Cognición Espacial, y la presión del tiempo curricular para cubrir un programa extenso. Lograr que el estudiante desarrollará resiliencia y precisión requirió un tiempo de inversión tutorial y emocional que desborda las horas asignadas formalmente, poniendo de relieve la carga emocional y el esfuerzo invisible del docente innovador.

La tensión entre el plan y el imprevisto fue una constante operativa. Si bien las Estrategias de Contingencia demostraron ser eficaces para asegurar la continuidad del proceso (falta de materiales, fallas en el aula), la dependencia de la reflexión en la acción del profesor para resolver estos problemas introduce un límite a la transferibilidad. No todos los docentes poseen el habitus o la capacidad reflexiva para improvisar soluciones de manera efectiva y fundamentada. Esta dependencia subraya una falla sistémica: la innovación se sostiene sobre el hombro individual del docente, y no sobre políticas institucionales de soporte pedagógico continuo que formalicen las soluciones de contingencia.

Finalmente, se identificó una tensión de carácter político-pedagógico: la necesidad de transformar un problema técnico (la falta de dominio del dibujo) en un acto de concientización sobre la desigualdad formativa. El docente tuvo que balancear la exigencia disciplinar de la Arquitectura con la empatía necesaria para abordar la brecha como un problema de acceso a códigos culturales y económicos previos. Esta doble militancia generó fricciones emocionales en el aula, demandando un esfuerzo constante para mantener un clima de aprendizaje positivo y no caer en la mera estandarización técnica sin reflexión crítica.

La lección más profunda que emerge de la experiencia es la necesidad ineludible de la reflexión sistemática como herramienta de gestión del riesgo y la mejora continua. La bitácora docente y las Notas de Campo revelaron que la adaptación no es un evento fortuito, sino un ciclo intencional de observación, evaluación y ajuste que debe ser institucionalizado. Este aprendizaje válido que la experiencia es el único laboratorio para generar conocimiento pedagógico auténtico, siendo la sistematización el método para hacer explícita esta sabiduría práctica. La arquitectura del Ecosistema Estratégico, con sus interdependencias, se convierte en un marco de referencia para entender la educación como un sistema complejo adaptativo.

Otro aprendizaje crucial es la centralidad de la afectividad para el desempeño cognitivo. La experiencia demostró que el andamiaje didáctico fracasa si no va acompañado de un andamiaje emocional. La resiliencia disciplinar y la persistencia son el verdadero motor de la adquisición de la técnica, y la tarea docente debe incluir explícitamente la gestión de las emociones asociadas al error y al desafío. Este enfoque holístico sugiere que la formación del futuro Arquitecto Sostenible debe anclarse tanto en el dominio técnico como en la capacidad de lidiar con la incertidumbre y el fracaso inherentes a la profesión.

Finalmente, la experiencia generó un aprendizaje prospectivo sobre la transferibilidad. Al haber descompuesto la innovación en sus componentes (núcleo, soporte, contingencia), se evidencia que la arquitectura didáctica es escalable. Los principios de andamiaje y la gestión del error son universales. Por lo tanto, el conocimiento generado permite la recontextualización de las estrategias en otras asignaturas de la malla curricular que compartan desafíos de habilidades previas, transformando una solución local en un paradigma metodológico más amplio para la universidad.

El análisis crítico confirma que la innovación en Geometría Descriptiva representa una praxis educativa exitosa que capitaliza la reflexión docente para superar las limitaciones estructurales. Este estudio, anclado en la experiencia concreta, se proyecta como un modelo de connoisseurship educativo, ofreciendo una mirada detallada y matizada sobre los factores reales que intervienen en la transformación del aula. Habiendo interpretado los aportes, las tensiones y los aprendizajes, el capítulo está ahora en condiciones de destilar sus conclusiones definitivas y establecer las propuestas de transferencia que garantizarán que esta sabiduría pedagógica se convierta en una política educativa sostenible.

Bibliografía

Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 347-364. https://doi.org/10.1007/BF00138871

Bourdieu, P. (1990). *The Logic of Practice*. Stanford University Press. https://doi.org/10.1515/9781503621749

Educación, R. (2023). La formación docente y capacitación constante en el manejo de estrategias didácticas innovadoras sobre evaluación formativa. *Educación*, *47*(2), e794. https://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v47n2/2215-2644-edu-47-02-00794.pdf

Gutiérrez-Braojos, C., & Ríos-Campo, C. (2024). Andamiaje docente para la construcción del conocimiento en el aula de investigación educativa. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *27*(2). https://doi.org/10.5944/ried.27.2.38969

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Aprendizaje situado: Participación periférica legítima*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. SAGE Publications. http://dx.doi.org/10.1016/0147-1767(85)90062-8

Mena Torres, M. K. (2019). Sistematización científica pedagógica de la contribución de los educadores desde la producción intelectual. *Atenas*, *1*(45), 129-144. https://www.redalyc.org/journal/4780/478058273009/html/

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. SAGE. https://www.metodos.work/wp-content/uploads/2024/01/Qualitative-Data-Analysis.pdf

Raynaudo, G., & Peralta, O. (2017). Cambio conceptual: Una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. *Liberabit*, *23*(1), 110-122. https://doi.org/10.24265/liberabit.2017.v23n1.10

RED. (2015). Las estrategias para asegurar la calidad de la investigación cualitativa. https://www.redalyc.org/journal/349/34962082004/html/

Rincón, P. S. (2019). Alfabetización gráfica: proceso fundamental en el aprendizaje y enseñanza del diseño en la arquitectura. *Arquetipo*, (14), 20. https://doi.org/10.31908/22159444.3526

UNIR. (2020). Teorías del andamiaje de Bruner y Vygotsky: características y aplicación. https://www.unir.net/educacion/revista/andamiaje-bruner-vigotsky/

A

Anexo del Capítulo Andamiaje didáctico emergente en contextos de carencia sistematización de una experiencia en la enseñanza de la geometría descriptiva

El anexo de figuras al final del Capítulo Andamiaje didáctico emergente en contextos de carencia sistematización de una experiencia en la enseñanza de la geometría descriptivareúne evidencias visuales del proceso de aprendizaje en Geometría Descriptiva en condiciones de recursos limitados. Las imágenes documentan a los estudiantes realizando dibujos técnicos durante distintas etapas de la práctica, mostrando tanto avances como dificultades. Se destacan escenas de ejecución del trazo, así como problemáticas asociadas a la infraestructura: mala postura, incomodidad física y poco espacio de trabajo debido al uso de pupitres en lugar de mesas de dibujo. En conjunto, las figuras complementan el análisis del capítulo al ilustrar la dimensión procedimental y corporal del aprendizaje, y respaldan la necesidad del andamiaje docente y adaptaciones instrumentales.

A.1. Imágenes

Figura A.1: Realización de dibujos técnicos por los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.2: Realización de dibujos técnicos por los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.3: Realización de dibujos técnicos por los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.4: Realización de dibujos técnicos por los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Figura A.5: Realización de dibujos técnicos por los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Sistematizaciones didácticas en contextos de carencia: experiencias en matemática y geometría descriptiva

Resumen

El presente libro reúne dos sistematizaciones didácticas desarrolladas en contextos de formación superior marcados por la carencia de recursos, la brecha formativa de entrada y la necesidad de implementar estrategias pedagógicas emergentes. Ambas experiencias, centradas en la enseñanza de la Matemática y de la Geometría Descriptiva, evidencian cómo el andamiaje docente, la mediación emocional y el aprendizaje activo se convierten en herramientas clave para superar limitaciones de infraestructura, escaso dominio instrumental y dificultades cognitivas asociadas a la visualización y representación técnica.

El primer capítulo analiza la experiencia "Matemáticas sin miedo", donde la incorporación de metodologías activas y lúdicas permitió transformar la percepción de los estudiantes hacia la asignatura, promover la participación y fortalecer la comprensión conceptual. El segundo capítulo aborda el desafío de enseñar Geometría Descriptiva en ausencia de mesas de dibujo y con estudiantes que presentan vacíos significativos en el manejo del dibujo técnico. A través de un andamiaje didáctico situado, una secuencia estructurada de apoyo y un enfoque socio-emocional, se logró que el estudiantado desarrollara progresivamente habilidades de representación espacial y autonomía en la resolución gráfica.

En conjunto, las dos experiencias ofrecen evidencia sobre la potencia de la práctica docente reflexiva en contextos adversos, demostrando que la innovación pedagógica no depende exclusivamente de los recursos disponibles, sino de la capacidad del docente para generar oportunidades de aprendizaje significativo. El libro se presenta como un aporte valioso para investigadores, docentes y formadores interesados en estrategias replicables, contextualizadas y humanizadas para la enseñanza de disciplinas técnicas.

Palabras claves: Matemática, Didáctica, Sistematización, Innovación

Abstract

he present book brings together two didactic systematizations developed in higher-education contexts marked by a lack of resources, entry-level training gaps, and the need to implement emerging pedagogical strategies. Both experiences—focused on the teaching of Mathematics and Descriptive Geometry—show how instructional scaffolding, emotional mediation, and active learning become key tools for overcoming infrastructural limitations, limited instrumental mastery, and cognitive difficulties associated with technical visualization and representation.

The first chapter analyzes the experience "Mathematics Without Fear," where the incorporation of active and playful methodologies helped transform students' perceptions of the subject, foster participation, and strengthen conceptual understanding. The second chapter addresses the challenge of teaching Descriptive Geometry in the absence of drawing tables and with students who have significant gaps in technical drawing skills. Through situated didactic scaffolding, a structured support sequence, and a socio-emotional approach, students progressively developed spatial representation skills and autonomy in graphic problem solving.

Taken together, the two experiences provide evidence of the power of reflective teaching practice in adverse contexts, demonstrating that pedagogical innovation does not depend exclusively on available resources, but on the teacher's ability to create opportunities for meaningful learning. The book is presented as a valuable contribution for researchers, teachers, and teacher educators interested in replicable, contextualized, and human-centered strategies for teaching technical disciplines.

Keywords : Mathematics, Didactics, Systematization, Innovation