INNOVACIÓN, HUMANIZACIÓN Y TECNOLOGÍA:

Sistematizaciones pedagógicas en la educación superior contemporánea

AUTORÍA

Betty Pazmiño Gómez
Carlos Daniel Campoverde Pillajo
Julio Cesar Villavicencio Mera

EDICIONES RISEI

COLECCIÓN:
Sistematización de Experiencias Educativas

Innovación, humanización y tecnología: sistematizaciones pedagógicas en la educación superior contemporánea

Autores

Betty Judith Pazmiño Gómez
Carlos Daniel Campoverde Pillajo
Julio César Villavicencio Mera

© 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: Innovación, humanización y tecnología: sistematizaciones pedagógicas en la educación superior contemporánea.
Autoría: Betty Judith Pazmiño Gómez / Carlos Daniel Campoverde Pillajo / Julio César Villavicencio Mera.
Edición: Primera edición.
Año: 2025.
ISBN: 978-9942-596-15-4.
DOI: https://doi.org/10.63624/risei.book-978-9942-596-15-4

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

Hacia una educación superior para un nuevo siglo: innovación, humanización y tecnologías emergentes como pilares de la transformación pedagógica

La educación superior atraviesa un momento histórico sin precedentes. En un mundo profundamente marcado por la aceleración tecnológica, las transformaciones socioculturales y las secuelas emocionales y cognitivas derivadas de la pandemia, el rol de las instituciones universitarias se redefinió por completo.

Hoy, la universidad se enfrenta al desafío de formar profesionales capaces no solo de dominar saberes disciplinares, sino de pensar críticamente, resolver problemas en contextos inciertos, comunicarse con rigor, trabajar colaborativamente y vincularse de manera ética con las tecnologías emergentes. Frente a este escenario, la docencia universitaria se ha convertido en un campo fértil de reinvención, análisis y sistematización.

Los capítulos que conforman este libro, centrados en la visualización matemática en ingeniería, la humanización del aprendizaje en asignaturas técnicas y el uso pedagógico de la inteligencia artificial en ciencias de la salud, representan tres miradas complementarias, pero profundamente convergentes, sobre cómo debe transformarse la educación superior para responder a las necesidades contemporáneas. Aunque sus enfoques disciplinarios son distintos, comparten un origen común: la necesidad de partir de la experiencia docente real para comprender, problematizar y mejorar los procesos formativos en un contexto universitario que ya no puede sostenerse sobre lógicas tradicionales.

Este prólogo propone situar los aportes de cada capítulo dentro de un marco más amplio: el de la transformación educativa que exige la universidad del siglo XXI. A través de un análisis reflexivo, crítico y minucioso, se plantea una lectura transversal que no solo contextualiza las sistematizaciones realizadas, sino que también aborda la relevancia epistemológica, pedagógica y social de sus hallazgos. Lo que aquí se presenta no es simplemente una introducción, sino una interpretación articulada de cómo estas experiencias iluminan el camino hacia una educación superior más humana, más innovadora y más pertinente.

Una universidad en transición: entre la crisis y la oportunidad

La pandemia de COVID-19 provocó un quiebre decisivo en la educación superior. La virtualidad forzada expuso desigualdades, limitaciones pedagógicas, brechas digitales y fragilidades socioemocionales que ya estaban presentes antes de 2020, pero que la crisis global hizo visibles con especial crudeza.

Al regresar a la presencialidad, los estudiantes no eran los mismos: habían desarrollado nuevos hábitos cognitivos, nuevas formas de interactuar, nuevas expectativas sobre el aprendizaje y nuevas dificultades para concentrarse, colaborar y participar activamente.

Las tres experiencias que se sistematizan en este libro surgen precisamente en este escenario de transición. Los docentes involucrados no solo se encontraron enseñando contenidos disciplinares complejos, sino acompañando procesos emocionales, reconstruyendo hábitos de estudio y diseñando nuevas estrategias para fomentar la participación en aulas marcadas por la dispersión, la inseguridad académica y la necesidad de reconstruir vínculos pedagógicos significativos.

El primer capítulo, centrado en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales, muestra con claridad cómo el estudiante pospandemia enfrenta dificultades para conectar los conceptos matemáticos con los fenómenos reales. Las habilidades de interpretación conceptual, abstracción visual y razonamiento aplicado se encuentran debilitadas, lo que demanda mediaciones pedagógicas que conecten lo simbólico con lo tangible.

El segundo capítulo, orientado a la humanización en Matemáticas y Circuitos Eléctricos, evidencia un desafío distinto pero complementario: los estudiantes regresan a las aulas con miedos, inseguridades, bloqueos emocionales y una profunda desconfianza en sus capacidades académicas. En este contexto, la docencia requiere estrategias socioafectivas que reconstruyan la confianza perdida y fortalezcan la participación activa.

El tercer capítulo, dedicado al uso de la inteligencia artificial en escritura académica, se sitúa en un escenario aún más contemporáneo: la irrupción tecnológica que redefine las prácticas comunicativas y cognitivas, obligando a la universidad a educar no solo en contenidos, sino en nuevas alfabetizaciones digitales, éticas y críticas.

Cada capítulo, desde su propia especificidad, dialoga con un reto general: ¿cómo formar a estudiantes reales, con trayectorias afectivas, digitales y cognitivas profundamente transformadas?

La sistematización de experiencias como herramienta para comprender lo pedagógico

Los tres capítulos comparten una metodología crucial: la sistematización de experiencias. Lejos de ser una simple narración anecdótica, la sistematización se ha consolidado como un método riguroso que permite convertir la práctica docente en conocimiento pedagógico útil, replicable y crítico. En lugar de ocultar las tensiones y dificultades del aula, la sistematización las coloca en el centro de la reflexión, permitiendo analizar:

- ¿Qué funcionó?
- ¿Qué no funcionó?
- ¿Por qué?
- ¿Cómo se transformaron las prácticas?

- ¿Qué aprendizajes emergieron?
- ¿Qué tensiones persisten?

A través de la sistematización, los docentes reconstruyen el proceso vivido para generar teoría situada, epistemológicamente anclada en la experiencia concreta del aula. Esto convierte a los capítulos no solo en documentos descriptivos, sino en aportes académicos que revelan los principios, prácticas y transformaciones necesarias para mejorar la educación superior.

La sistematización tiene un valor singular en un tiempo como el actual: frente a un mundo que cambia rápidamente, donde los modelos pedagógicos tradicionales ya no son suficientes, los docentes necesitan herramientas que permitan repensar y mejorar su práctica desde el análisis crítico y colectivo. Este libro es, por tanto, un testimonio del poder transformador de la sistematización.

Visualización matemática: cuando la tecnología permite comprender lo invisible

El capítulo dedicado a la enseñanza de ecuaciones diferenciales plantea un problema fundacional en la educación ingenieril: la dificultad para conectar la formalidad matemática con su significado físico. Este problema se ha agudizado en los últimos años, especialmente en estudiantes cuya formación previa fue fragmentada por la virtualidad.

Las ecuaciones diferenciales, pilares para el análisis de sistemas dinámicos, requieren que el estudiante comprenda no solo el procedimiento algebraico, sino la lógica del fenómeno que modelan. Sin embargo, la distancia entre la expresión simbólica y la realidad física suele resultar enorme. Aquí, la tecnología se convierte en una mediación imprescindible.

El capítulo evidencia que herramientas como GeoGebra y WolframAlpha no son recursos de apoyo, sino dispositivos cognitivos que permiten:

- Visualizar fenómenos dinámicos que no pueden ser observados directamente.
- Comprender el comportamiento límite de sistemas complejos.
- Relacionar parámetros matemáticos con consecuencias físicas.
- Desarrollar pensamiento analógico y comprensión profunda.

La visualización digital cumple, así, una función epistemológica central: traduce la abstracción en experiencia perceptible.

Esta experiencia demuestra que, en carreras de ingeniería, las tecnologías de simulación no deben verse como un complemento opcional, sino como parte esencial de la alfabetización científica contemporánea.

Humanización de la enseñanza: educar desde la cercanía para recuperar el deseo de aprender

Si el capítulo anterior enfatiza el poder cognitivo de la visualización, el segundo capítulo se centra en el poder pedagógico de la humanización. En un contexto pospandemia, en el que los estudiantes enfrentan ansiedad, inseguridad, soledad académica y dificultades para participar, el rol del docente trasciende la explicación técnica: debe convertirse en un acompañante sensible, cercano y motivador. La propuesta sistematizada, que integra diálogo inicial, humor respetuoso, refuerzo positivo y reconocimiento de logros, demuestra que:

- La confianza es un detonante cognitivo.
- La participación nace del vínculo.
- El aprendizaje significativo requiere un clima emocional seguro.
- El error puede convertirse en motor de descubrimiento si existe un ambiente de respeto.
- Los estudiantes aprenden mejor cuando se sienten vistos, escuchados y valorados.

Este capítulo se inscribe en una corriente contemporánea de la pedagogía universitaria que reconoce que el aprendizaje profundo no ocurre en ambientes de miedo, tensión o distancia emocional. En cambio, emerge cuando el estudiante tiene la libertad de equivocarse, pensar en voz alta y construir colectivamente. Lo que aporta esta experiencia es una comprensión poderosa: humanizar no significa bajar el rigor académico, sino crear las condiciones afectivas para que el rigor sea posible.

Inteligencia artificial en aulas universitarias: entre la oportunidad y el desafío ético

El tercer capítulo aborda uno de los temas más urgentes de la educación superior: la integración pedagógica de la inteligencia artificial generativa. En un momento histórico en que herramientas como ChatGPT, Copilot, Perplexity o Gemini se han vuelto parte del entorno cognitivo cotidiano, la universidad tiene la responsabilidad de enseñar a usarlas con ética, sentido crítico y autonomía intelectual. En este sentido, la experiencia sistematizada en Microbiología y Parasitología revela varios hallazgos importantes:

- La IA puede mejorar la organización de ideas, claridad argumentativa y coherencia textual.
- La IA ayuda a estudiantes con debilidades comunicativas a fortalecer su escritura académica.

- La tecnología no sustituye la inteligencia humana, sino que la amplifica cuando existe guía docente.
- El uso ético de IA requiere enseñar a distinguir autoría, plagio, originalidad y pensamiento crítico.
- La alfabetización digital avanzada es una competencia central para la formación en salud.

Este capítulo demuestra que la IA no es una amenaza pedagógica, sino un territorio formativo que la universidad debe abrazar con responsabilidad. Integrarla al aula implica enseñar a dialogar con ella, a cuestionarla, a usarla como herramienta cognitiva y a evitar su uso acrítico.

Aunque los capítulos abordan temáticas distintas, comparten elementos estructurales que revelan una tendencia general en la educación universitaria contemporánea:

- La necesidad de repensar la docencia desde la experiencia real, no desde la teoría abstracta.
- La importancia de integrar tecnología de manera crítica y pedagógicamente contextualizada.
- La relevancia de la dimensión emocional en el aprendizaje universitario.
- El valor de la sistematización como método para comprender la enseñanza desde dentro.
- La necesidad de formar profesionales capaces de aprender visualmente, éticamente y afectivamente.

Así, el libro que aquí se presenta no es una colección aislada de experiencias, sino una obra coherente que articula tres enfoques complementarios para transformar la educación superior.

Una invitación a imaginar el futuro de la docencia universitaria

Los aportes de estos capítulos permiten anticipar algunos caminos hacia los que se dirige la universidad del siglo XXI:

- Una educación apoyada en tecnologías emergentes, pero guiada por principios humanos.
- Una pedagogía que equilibra la rigurosidad técnica con el acompañamiento emocional.

- Una docencia que reconoce que los estudiantes actuales aprenden mediante visualización, simulación, dialogicidad y colaboración.
- Una formación profesional donde la IA, la ciencia y la sensibilidad convergen.
- Una apuesta por prácticas pedagógicas reflexivas, documentadas y sistematizadas.

Este libro invita a comprender que la innovación educativa no ocurre únicamente en los laboratorios tecnológicos, sino también en la mirada sensible del docente, en sus decisiones cotidianas, en la forma en que acompaña a sus estudiantes, en la manera en que reconstruye sus prácticas y en la ética con la que integra cada nueva herramienta. Este prólogo concluye con una afirmación esencial: la sistematización de experiencias es un acto de resistencia pedagógica y un ejercicio de responsabilidad académica. En un tiempo en que la educación enfrenta desafíos sin precedentes, sistematizar significa:

- Detenerse a pensar.
- Reconstruir lo vivido en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Interpelar a la práctica docente.
- Buscar explicaciones y sentidos.
- Generar conocimiento compartido.
- Contribuir al futuro de la universidad.

Las experiencias recogidas en este libro demuestran que la transformación educativa es posible, y que comienza con docentes que observan, reflexionan, documentan y se atreven a innovar desde sus aulas.

Índice general

Prólogo i

1. Aprender con inteligencia artificial: innovación pedagógica en la enseñanza de microbiología y parasitología 1
1.1. Introducción 3
1.2. Apertura contextual 4
1.3. Marco teórico referencial de la experiencia situada 7
1.4. Marco metodológico 11
1.5. Resultados obtenidos 14
1.6. Conclusiones de la experiencia 17
1.7. Recomendaciones y proyecciones futuras 19
1.8. Implicaciones profesionales de la experiencia situada 21
1.9. Transferencia y aplicaciones para el aula de clases 24

2. Humanización del aprendizaje en la educación superior: sistematización de una experiencia áulica en la enseñanza de matemáticas y circuitos eléctricos 33
2.1. Introducción: humanizar la enseñanza en tiempos postpandemia 36
2.2. Problematización de la experiencia 37
2.3. Propósito de la sistematización 38
2.4. Criterios de valor 39
2.5. Delimitación del objeto de estudio 41
2.6. Bisagra textual 42
2.7. Identificación de conceptos estructurantes 43
2.8. Formulación de dimensiones 46
2.9. Construcción de indicadores 48
2.10. Fuentes y métodos de verificación 50
2.11. Justificación teórica del conjunto 53
2.12. Integración de dimensiones e indicadores 53
2.13. Fuentes y métodos de verificación 54
2.14. Resultados obtenidos 55
2.15. Conclusiones y reflexiones finales 58
2.16. Recomendaciones y aportes hacia el futuro 60
2.17. Transferencia de la experiencia y aplicaciones en el aula de clases 63
2.18. Transición al vínculo curricular 67
2.19. Reflexión sobre la alineación curricular 70
2.20. Ecosistema estratégico (estrategias y relaciones) 72
2.21. Arquitectura del ecosistema estratégico 78
2.22. Relación entre estrategias núcleo, soporte y contingencia 81
2.23. Aportes del ecosistema estratégico al perfil de egreso 82
2.24. Evaluación, indicadores, instrumentos y análisis 83
2.25. Indicadores de evaluación y criterios de validez 86

2.26. Criterios de validez utilizados 88
2.27. Resultados actitudinales y metacognitivos 90
2.28. Reflexión crítica y transferencia de la experiencia 94
2.29. Aprendizajes personales, colectivos e institucionales 96

3. Comprensión significativa de ecuaciones diferenciales: sistematización de una experiencia en ingeniería 104
3.1. Introducción 106
3.2. Antecedentes del objeto de estudio 108
3.3. Problematización 113
3.4. Marco conceptual referencial 115
3.5. Encuadre metodológico 120
3.6. Resultados obtenidos 123
3.7. Conclusiones y reflexiones finales 126
3.8. Recomendaciones de la sistematización 128
3.9. Puentes futuros e implicaciones profesionales 131

1

Aprender con inteligencia artificial: innovación pedagógica en la enseñanza de microbiología y parasitología

Betty Judith Pazmiño Gómez [1]

Este capítulo sistematiza una experiencia pedagógica desarrollada en la asignatura Microbiología y Parasitología de la carrera de Enfermería, donde se integraron herramientas de inteligencia artificial como apoyo a la escritura académica y a la reflexión científica. La experiencia involucró a estudiantes y docentes con diversos niveles de alfabetización digital, promoviendo el uso ético de plataformas de IA para organizar ideas, mejorar informes y fortalecer competencias comunicativas. El proceso permitió superar inseguridades iniciales, fomentar la participación y transformar el aula en un espacio colaborativo de innovación. La sistematización evidenció que la IA potencia el pensamiento crítico cuando existe acompañamiento docente responsable.

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

Índice

1.1. Introducción 3

1.2. Apertura contextual 4

1.3. Marco teórico referencial de la experiencia situada 7

1.4. Marco metodológico 11

1.5. Resultados obtenidos 14

1.6. Conclusiones de la experiencia 17

1.7. Recomendaciones y proyecciones futuras 19

1.8. Implicaciones profesionales de la experiencia situada 21

1.9. Transferencia y aplicaciones para el aula de clases 24

1.1. Introducción

Esta experiencia se desarrolló en el aula universitaria de la asignatura Microbiología y Parasitología, dentro de la carrera de Enfermería, donde se buscó integrar el uso de herramientas de inteligencia artificial como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje y a la sistematización de experiencias educativas.

El escenario educativo estuvo conformado por un grupo diverso de estudiantes de tercer semestre, quienes participaban activamente en la elaboración de informes de laboratorio y reflexiones científicas. El objetivo principal era fortalecer las competencias comunicativas y críticas mediante el uso responsable de plataformas de IA generativa, como ChatGPT, Perplexity.ai, Gemini, Copilot en otros los mismos que ayudan a redactar y mejorar textos académicos sin perder el sentido autoral ni ético. Las clases se desarrollaron en modalidad presencial, con espacios de experimentación digital guiada, donde el aula se transformó en un laboratorio de ideas, escritura y aprendizaje.

Recuerdo una sesión particularmente significativa en la que los estudiantes debían redactar el informe de un experimento sobre crecimiento microbiano. Al inicio, varios mostraban inseguridad para organizar la información y formular conclusiones. Entonces, se propuso utilizar la IA como herramienta de apoyo para estructurar las ideas iniciales. Una alumna indicó que la tecnología le había permitido ver su propio pensamiento de manera más ordenada, pues el grupo comprendió que la IA no sustituía la inteligencia humana, sino que la potenciaba cuando se usaba con criterio y acompañamiento docente.

La experiencia se desarrolló en la Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Ciencias de la Salud, en la carrera de Enfermería, institución que impulsa la innovación educativa y el aprendizaje digital como parte de su formación. El entorno académico dispone de conectividad estable, equipos informáticos y acceso regulado a herramientas de inteligencia artificial, lo que facilitó la integración tecnológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Cada docente se ajusta de acuerdo a las actividades bajo un enfoque ético y metodológico, promoviendo el pensamiento crítico, la revisión responsable de fuentes y la autonomía intelectual.

Cabe mencionar que las condiciones institucionales, junto con la actitud participativa del estudiantado, favorecieron la construcción de un espacio colaborativo donde la tecnología se consolidó como un recurso pedagógico transformador, orientado al uso responsable de la IA y al fortalecimiento del desarrollo cognitivo.

Esta experiencia permitió reconocer el valor de la sistematización como un proceso que transforma la práctica docente en conocimiento compartido. Integrar la inteligencia artificial al aula universitaria no solo favoreció la mejora de las producciones escritas, sino que también impulsó la reflexión sobre el papel del docente como mediador entre el aprendizaje humano y las nuevas tecnologías que son trascendentales como apoyo en el conocimiento científico. Comprendí que educar con IA no implica delegar la enseñanza, sino ampliar las posibilidades de aprendizaje y fortalecer la conciencia ética en la era digital.

1.2. Apertura contextual

El grupo estaba conformado por veinte docentes de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), pertenecientes a la carrera de Enfermería. Todos los profesionales tienen amplia experiencia en docencia, investigación y práctica clínica, pero con distintos niveles de destrezas en el uso de herramientas digitales e inteligencia artificial. Cada Docente se ajusta de acuerdo con la asignatura que imparte dentro de su experiencia y enfocándose en la enseñanza de la escritura académica reflexiva y la sistematización de vivencias educativas. Cada participante aportó una visión distinta sobre la enseñanza universitaria, lo que generó un ambiente de aprendizaje colaborativo, dinámico y enriquecedor. Este escenario permitió compartir saberes, fortalecer competencias digitales y explorar nuevas formas de innovación pedagógica mediadas por la IA.

En este sentido, relato mi experiencia sobre el inicio del curso: llegamos con incertidumbre, sin saber cómo enfrentar el discurso académico. Mientras la profesora explicaba la importancia de escribir con rigor y coherencia, cada uno de nosotros presentaba diferentes dificultades, no comprendíamos cómo hacer cada una de las actividades para cumplir con este curso algunos compañeros tomaban notas apresuradas y otros intercambiaban miradas de confusión. Fue evidente que la mayoría no estábamos acostumbrados a estructurar nuestras ideas con un lenguaje tan formal.

Al inicio hubo nerviosismo, pero pronto se transformó en curiosidad; en un ambiente de interacción progresiva, comenzamos a compartir nuestras experiencias previas y a darnos cuenta de que, aunque el reto era grande, podíamos aprender juntos a dominar las exigencias de la escritura universitaria. Sin embargo, no todos lograron acoplarse, ya que no comprendieron con claridad lo que se debía realizar. Esto generó confusión y provocó

que algunos no completaran las actividades y se bloquearon, simplemente decidieron no hacer ningún trabajo por lo tanto, decidieron no continuar con el curso.

Una de las condiciones que hicieron posible esta experiencia destacan la predisposición de los participantes en realizar el curso y las ganas de mejorar el desarrollo adecuado en el contexto de la escritura de libros y también fue importante la orientación clara brindada por el docente, que ayudó a comprender mejor los objetivos del curso. Sin embargo, también enfrentamos limitaciones en cuanto a las habilidades y destrezas en la redacción de textos académicos y la dificultad para coordinar los tiempos de estudio con otras responsabilidades profesionales.

El acompañamiento del docente y el tutor personalizado junto con el trabajo colaborativo entre compañeros generaron un ambiente de confianza y apoyo mutuo, lo que facilitó el intercambio de ideas y la comprensión de los contenidos teóricos. Estas condiciones permitieron avanzar de manera progresiva y mantener una actitud positiva frente a los nuevos desafíos del curso.

Sin embargo, también enfrentamos limitaciones como la falta de formación previa en el manejo del discurso académico, lo que al inicio dificultó la organización y redacción de los textos.

Cabe mencionar que también se sumaron las restricciones de tiempo, ya que muchos participantes debíamos equilibrar nuestras actividades laborales con las tareas del curso y también 80 docentes en estos momentos estamos en Finlandia realizando otras actividades de formación académica. Estas circunstancias representaron un reto, pero también sirvieron como oportunidad para fortalecer la disciplina, la gestión del tiempo y la perseverancia frente a las dificultades.

El propósito es conectar el escenario descrito con la necesidad de sistematizar la enseñanza de competencias del diálogo académico, puesto que en este contexto permite comprender las condiciones reales en las que se desarrolla la enseñanza del discurso académico, incluyendo los retos, recursos y dinámicas institucionales que influyen en el aprendizaje. La importancia de este escenario radica en que evidencia cómo factores como la formación previa de los estudiantes, la motivación docente y el acceso a herramientas pedagógicas determinan el éxito de las estrategias implementadas, además, al reconocer estas particularidades, la sistematización adquiere sentido como un proceso reflexivo, siendo fácil detectar buenas prácticas, ajustar metodologías y fortalecer las competencias comunicativas en el ámbito académico, convirtiéndose en la base para gene-

rar conocimiento pedagógico aplicable y mejorar la calidad de la enseñanza-aprendizaje a nivel universitario.

La principal dificultad que detecté fue el limitado desarrollo de competencias en escritura académica por parte de los estudiantes universitarios. Al respecto, se evidencia una gran dificultad de los estudiantes para organizar ideas, emplear un lenguaje formal y estructurar textos coherentes en el momento de elaborar trabajos académicos y de investigación, esto significa que sus capacidades son deficientes de argumentar con rigor y participar activamente en la producción de conocimiento dentro de la universidad puesto que la enseñanza de la escritura académica no debe asumirse como una habilidad previa al ingreso universitario, sino como una práctica social y formativa que requiere acompañamiento continuo del docente y el empleo de estrategias pedagógicas específicas para desarrollar dichas competencias, en realidad por lo general el facilitador tiene escaso desarrollo pedagógico generando desigualdades en el desempeño y calidad del aprendizaje disciplinar de los alumnos.

De no haberse atendido este problema, los estudiantes habrían continuado reproduciendo prácticas de escritura superficiales y desarticuladas sin conexión del pensamiento crítico, dificultando de esta manera su inserción en el entorno académico y científico. La ausencia de soluciones generaba un retraso en la producción y divulgación de conocimiento, ya que los textos elaborados carecían del rigor necesario para participar en espacios de comunicación disciplinar, constituyendo la escritura académica una práctica social esencial para la construcción y circulación del saber, y su dominio condiciona la posibilidad de que los estudiantes sean reconocidos como miembros activos de la comunidad académica. Por ello, atender este problema es indispensable para fortalecer su formación investigativa y su participación en el ámbito universitario.

Una evidencia clara de esta dificultad se observa en las primeras sesiones, varios estudiantes entregaron informes y ensayos con problemas recurrentes en la estructura argumentativa, uso inadecuado de conectores y escasa coherencia entre las ideas principales y secundarias. En algunos casos, se limitaban a copiar información de fuentes sin realizar una reflexión crítica o un análisis propio del contenido.

Esta situación se reflejaba también en su inseguridad para expresar ideas en contextos formales y en la baja calidad de su producción que será evaluada estas dificultades son propias de los estudiantes cuando no han recibido una enseñanza explícita de los procesos académicos, lo que evidencia la necesidad de integrar la escritura como práctica formativa

transversal en la educación superior que le permitan al estudiante tener un criterio crítico y reflexivo tanto en su vida personal como estudiantil.

El problema que da origen se refleja en la limitada competencia en escritura académica de los estudiantes, que se evidencia en la dificultad para construir textos coherentes, argumentativos y con fundamento teórico con soporte científico en el contexto académico e investigativo. Cabe mencionar que esta deficiencia observada es un reto para los docentes constituyendo el punto de partida para definir estrategias pedagógicas que promuevan el desarrollo de dichas habilidades desde una perspectiva reflexiva y colaborativa.

La necesidad de sistematizar esta práctica surge de la intención de comprender cómo los procesos de enseñanza y acompañamiento pueden transformarse a partir de la experiencia, es importante admitir que la sistematización permite convertir la práctica educativa en conocimiento colectivo, fortaleciendo la capacidad docente para analizar, mejorar y compartir aprendizajes significativos dentro de la comunidad académica.

1.3. Marco teórico referencial de la experiencia situada

La integración de la inteligencia artificial (IA) en los procesos educativos constituye un campo emergente que ha generado profundas transformaciones en la enseñanza universitaria. Autores como Holmes et al. (2019) afirman que la IA educativa no debe concebirse únicamente como una herramienta tecnológica, sino como un componente que modifica la naturaleza del aprendizaje, la interacción pedagógica y la producción de conocimiento. En este sentido, la sistematización de experiencias se convierte en un marco idóneo para comprender cómo estas tecnologías impactan las prácticas docentes dentro del aula.

El concepto de sistematización de experiencias, según Jara (2018), es un proceso reflexivo y crítico que permite ordenar, interpretar y producir conocimiento desde la práctica educativa. No se trata solo de describir una vivencia, sino de analizarla, problematizarla y extraer aprendizajes teóricos y metodológicos transferibles a otros contextos. En el marco de esta experiencia, la sistematización se orienta a comprender cómo la IA generativa fortalece la escritura académica en una asignatura del campo de la salud.

La enseñanza de la escritura académica se reconoce, desde Carlino (2005), como una práctica social situada que requiere acompañamiento constante, retroalimentación formativa y estrategias explícitas para comprender cómo se estructura el discurso científico. En el ámbito de la salud, estas habilidades son esenciales, pues la comunicación profesional

depende de la precisión conceptual, la claridad metodológica y la interpretación crítica de datos.

La IA generativa aporta un nuevo escenario para el desarrollo de estas competencias, al ofrecer herramientas que facilitan la organización de ideas, la revisión de textos y la búsqueda de información. Sin embargo, el uso de estas tecnologías exige un enfoque ético y crítico.

Floridi y Chiriatti (2020) advierten que la IA no posee intención ni comprensión real del contenido; por ello, su uso debe promover la autonomía intelectual y la responsabilidad del estudiante. En el ámbito pedagógico, la alfabetización digital se convierte en un eje transversal. Area, Rivera y León (2021) sostienen que la alfabetización digital contemporánea no se limita al uso instrumental de herramientas, sino a la comprensión crítica, ética y creativa de los recursos tecnológicos. El caso descrito en este capítulo evidencia cómo los estudiantes desarrollan progresivamente estas competencias mediante la interacción guiada con sistemas de IA.

Desde la perspectiva del aprendizaje activo, Kolb (1984) plantea que el conocimiento se construye mediante la experiencia, la reflexión y la experimentación. La IA, utilizada como mediadora cognitiva, permite que los estudiantes externalicen procesos mentales, comparen ideas y generen versiones sucesivas de sus textos, lo cual refuerza el ciclo reflexivo propio del aprendizaje experiencial.

En la enseñanza de ciencias de la salud, el pensamiento crítico resulta indispensable para analizar fenómenos biológicos, comprender resultados de laboratorio y emitir juicios fundamentados. Paul y Elder (1990) señalan que el pensamiento crítico implica claridad, pertinencia, precisión y lógica. El uso responsable de IA fomenta estos rasgos al exigir que los estudiantes contrasten, validen y revisen lo producido tecnológicamente.

La integración de tecnologías emergentes en educación se sustenta bajo la teoría del constructivismo sociocultural de Vygotsky (1987), quien subraya la importancia de las herramientas mediadoras para potenciar el aprendizaje. La IA, al actuar como una herramienta cognitiva externa, expande la zona de desarrollo próximo al proporcionar apoyos lingüísticos y conceptuales que facilitan tareas complejas.

La literatura reciente en educación superior señala que la IA generativa promueve competencias metacognitivas, como la autorregulación, la planificación textual y la reflexión continua sobre la propia escritura (Zawacki-Richter et al., 2019). Estas capacidades son claves para la formación en Enfermería, donde los estudiantes deben interpretar información científica y elaborar informes con precisión clínica.

La ética en el uso de inteligencia artificial constituye un componente esencial del marco conceptual. UNESCO (2021) establece que los sistemas educativos deben garantizar el uso responsable, seguro y transparente de la IA, fomentando prácticas de citación, reconocimiento autoral y distinción entre lo generado por el estudiante y lo asistido tecnológicamente.

En este capítulo, la IA se concibe como herramienta de apoyo, no como sustituto del pensamiento humano. Luckin (2018) advierte sobre el riesgo de que el estudiante delegue completamente su razonamiento a la tecnología, generando dependencia cognitiva. Por ello, uno de los objetivos formativos fue fortalecer el criterio profesional y el pensamiento autónomo.

La sistematización también se sostiene en los planteamientos de la investigación narrativa educativa. Según Bolívar y Domingo (2006), las experiencias docentes permiten comprender la complejidad del aprendizaje en contextos reales. Este marco legitima el valor de las historias, reflexiones y vivencias que emergieron durante la integración de la IA en la asignatura.

En el contexto de la educación científica, la alfabetización académica resulta un componente decisivo. Lea y Street (1998) sostienen que aprender a escribir en la universidad implica reconocer géneros, propósitos comunicativos y convenciones disciplinares. La IA, utilizada como mediadora lingüística, apoya el ingreso de los estudiantes a estas prácticas discursivas.

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1983) aporta fundamentos para comprender cómo los estudiantes conectan nuevos conceptos con sus conocimientos previos. Al emplear IA para ordenar ideas o clarificar conceptos microbiológicos, se facilita la integración cognitiva que hace posible un aprendizaje profundo.

El uso pedagógico de IA también se relaciona con el enfoque de blended learning o aprendizaje híbrido. Graham y Harris (2013) afirma que estas modalidades potencian la autonomía y la flexibilidad, permitiendo que los estudiantes combinen experiencias presenciales con procesos digitales guiados.

Las herramientas de IA generativa se conciben como instrumentos de andamiaje cognitivo. Wood et al. (1976) presentan este concepto para explicar cómo un mediador facilita tareas complejas. En esta experiencia, la IA actuó como un andamio temporal que permitió a los estudiantes estructurar informes y reflexiones con mayor orden y claridad.

Durante la experiencia, la escritura se entendió como una práctica reflexiva. Schön (1983) sostiene que el profesional se forma mediante procesos de reflexión en y sobre la

acción. La IA contribuyó a esta reflexión al permitir que los estudiantes vieran versiones mejoradas de su propia escritura, generando autocrítica positiva.

La dimensión emocional del aprendizaje también es relevante. Pekrun (2014) señala que las emociones influyen en la atención, la motivación y el rendimiento. En esta experiencia, la IA permitió reducir la ansiedad que genera la escritura académica, favoreciendo un ambiente de seguridad y acompañamiento.

Asimismo, la perspectiva del conectivismo (Siemens, 2005) aporta elementos conceptuales clave: el aprendizaje en la era digital depende de la capacidad de establecer conexiones entre fuentes de información humanas y artificiales. Los estudiantes aprendieron a construir redes de conocimiento integrando IA, bibliografía científica y reflexión personal.

El uso responsable de IA implica enseñar principios de integridad académica. Bretag (2018) enfatiza la importancia de promover honestidad, autoría y reconocimiento adecuado de fuentes, elementos que fueron trabajados explícitamente en el aula.

La práctica docente en este contexto se alinea con el enfoque de TPACK (Mishra & Koehler, 2006), que integra saber pedagógico, disciplinar y tecnológico. La IA generativa se incorporó desde una perspectiva metodológica que combinó contenidos científicos, habilidades comunicativas y tecnologías emergentes.

La formación en salud exige desarrollar competencias investigativas. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2023), estas competencias incluyen la capacidad de argumentar, sustentar y comunicar resultados. La IA apoyó la mejora textual, pero siempre bajo el énfasis del razonamiento propio del estudiante.

En términos de innovación educativa, Salinas (2012) sostiene que la tecnología se convierte en innovación solo cuando transforma las prácticas pedagógicas. En esta experiencia, los estudiantes reorganizaron el modo en que conciben la escritura, dejando atrás prácticas mecánicas para adoptar procesos conscientes y críticos.

Los marcos conceptuales contemporáneos coinciden en que la IA educativa no debe ser vista como amenaza, sino como oportunidad formativa. Williamson et al. (2020) señalan que los docentes deben asumir un rol activo en la orientación ética y pedagógica de estas tecnologías, favoreciendo un aprendizaje humanizado.

Este marco teórico evidencia que la sistematización de experiencias aúlicas con IA permite comprender cómo la tecnología puede fortalecer la autonomía, el pensamiento crítico y la alfabetización académica. La reflexión teórica y metodológica aquí presentada

coloca a la IA como un agente de transformación que, bajo una guía docente responsable, amplía las posibilidades del aprendizaje universitario.

1.4. Marco metodológico

El marco metodológico de esta experiencia se fundamenta en la sistematización de experiencias, entendida como un proceso investigativo, reflexivo y crítico que permite reconstruir, interpretar y comprender una práctica educativa para extraer aprendizajes transferibles.

Para autores como Jara (2018), la sistematización es un ejercicio que transforma la experiencia en conocimiento, mediante la organización consciente y la interpretación profunda de lo vivido. En este capítulo, la sistematización se utiliza como herramienta metodológica para analizar el uso pedagógico de la inteligencia artificial (IA) en el contexto de la enseñanza universitaria.

La sistematización de experiencias utilizada en este proceso responde al enfoque cualitativo, dado que se orienta a comprender significados, percepciones y transformaciones subjetivas generadas en el aula. Flick (2015) señala que la investigación cualitativa permite acceder a la complejidad de los fenómenos educativos mediante la interpretación de experiencias humanas. La incorporación de IA en la escritura académica constituye un fenómeno social y pedagógico que demanda comprensión contextual y análisis interpretativo.

La metodología se basa en la reconstrucción ordenada del proceso vivido, tomando en cuenta los momentos, tensiones, aprendizajes y transformaciones observadas. Para Martín-Barbero y Rey (1997), la sistematización no puede reducirse a una cronología, sino que debe comprender la lógica interna de la experiencia, sus sentidos y los factores que la condicionaron. En este marco, la experiencia docente es el eje central del análisis.

La sistematización adoptó una estructura metodológica que siguió las etapas clásicas propuestas por Jara (2018): punto de partida, recuperación del proceso vivido, reflexión interpretativa, identificación de aprendizajes y construcción de propuestas. Cada etapa se adaptó al contexto universitario y se orientó al análisis del uso de IA en la formación en salud.

El punto de partida consistió en identificar el problema: las dificultades en la escritura académica y en la organización de ideas por parte de los estudiantes, así como la

escasa alfabetización digital crítica. Esta identificación surgió de la observación directa, la revisión de informes previos y el análisis inicial de producciones escritas.

La segunda etapa, la recuperación ordenada del proceso, implicó describir las acciones realizadas en clase, las herramientas tecnológicas utilizadas, las actividades de laboratorio, los ejercicios guiados y las interacciones entre docentes y estudiantes. Se recopilaron testimonios verbales espontáneos, anotaciones de campo y ejemplos de producciones escritas antes y después del uso de IA.

La tercera etapa se centró en la reflexión crítica, donde se interpretaron los fenómenos emergentes: cambios en la organización textual, mejora en la claridad conceptual, variaciones en la actitud hacia la escritura, relación emocional con la tecnología y desarrollo de competencias comunicativas. De acuerdo con Miles et al. (2014), la reflexión analítica permite interpretar patrones, tensiones y significados profundos.

Se empleó una técnica de análisis cualitativo basada en la categorización emergente. Las categorías principales que guiaron el análisis fueron: competencias comunicativas, alfabetización digital, uso ético de la IA, transformación de la práctica docente y autonomía intelectual. Estas categorías se formaron inductivamente durante la revisión del proceso.

La experiencia se analizó también desde el enfoque de investigación-acción pedagógica. Kemmis y McTaggart (2005) sostienen que la investigación-acción permite al docente comprender su práctica y transformarla mediante ciclos reflexivos. En esta sistematización, el docente reflexionó sobre sus decisiones, ajustó estrategias y analizó el impacto de la IA en los estudiantes.

El rol del docente fue clave dentro de la metodología. Desde el enfoque socioconstructivista de Vygotsky (1987), el docente actúa como mediador, facilitador y guía. En este caso, su mediación fue esencial para orientar el uso crítico de la IA, evitar la dependencia tecnológica y promover un equilibrio entre pensamiento humano y herramientas generativas.

En términos de técnicas de producción de información, se utilizaron: observación participante, análisis de documentos, revisión de textos elaborados con IA, entrevistas informales y reflexiones estudiantiles espontáneas. Cada técnica permitió triangulación de datos, aumentando la credibilidad del análisis (Denzin, 2017). La sistematización, como técnica metodológica, se fundamenta en la idea de que el conocimiento emerge de la práctica reflexiva. Schön (1983) plantea que la reflexión en y sobre la acción genera aprendizajes profesionales profundos. En este caso, la reflexión sobre el uso pedagógico de IA permitió identificar buenas prácticas y desafíos emergentes.

La metodología adoptó un enfoque crítico-interpretativo. Freire (2015) sostiene que toda práctica pedagógica requiere lectura crítica del contexto para generar transformación. La IA no se analizó como simple herramienta, sino como fenómeno que transforma las relaciones entre saber, tecnología, ética y formación profesional. Durante la sistematización se consideraron factores contextuales como infraestructura tecnológica, conectividad, habilidades digitales previas y características socioculturales del grupo. Para Yin (2018), el análisis de contexto es esencial para comprender la validez externa de los hallazgos.

Se empleó un enfoque ético riguroso. La UNESCO (2021) señala que el uso de IA en educación exige garantizar autonomía, transparencia, privacidad y respeto por la autoría. Por ello, la docente-promotora explicó las reglas éticas del uso de IA y supervisó constantemente su aplicación responsable.

La temporalidad metodológica abarcó el período académico en el que se impartió la asignatura, permitiendo observar cambios progresivos. Para Tisdell et al. (2025), los estudios cualitativos longitudinales de corta duración permiten captar transformaciones perceptibles en el aprendizaje.

La metodología permitió comprender cómo la IA se convierte en un andamio cognitivo temporal (Wood et al., 1976). Se analizaron momentos en los que los estudiantes dependieron de la herramienta, así como el progreso hacia una autorregulación más consciente.

La sistematización integró, además, un componente de metaobservación donde la docente documentó sus propias decisiones pedagógicas, tensiones, logros y ajustes. Esta autorreflexión es fundamental para el desarrollo profesional docente según Brookfield (2017).

La metodología también incluyó análisis comparativo de textos antes y después del uso de IA. Este contraste permitió evidenciar mejoras en coherencia, argumentación y claridad, reforzando los resultados de la experiencia. La triangulación de percepciones —docente, estudiantes y producción textual— fortaleció la validez de los hallazgos. Según Patton et al. (2015), la triangulación permite construir conclusiones más sólidas al contrastar diversas fuentes de evidencia.

La sistematización se desarrolló bajo un enfoque hermenéutico, puesto que se interpretaron narrativas, percepciones y experiencias. Ricoeur (1990) destaca que la comprensión de una práctica requiere interpretar los sentidos que los actores otorgan a sus vivencias.

La IA se analizó desde su función mediadora y desde su impacto en la construcción de significado. Esto permitió integrar perspectivas provenientes de la educación, la lingüística, la ética y la tecnología educativa. El proceso metodológico permitió identificar tensiones emergentes, como la confusión inicial ante el discurso académico, el temor al uso incorrecto de IA y la desigualdad de habilidades digitales. Estas tensiones son claves para comprender la evolución de la experiencia.

La metodología adoptada permitió transformar la práctica docente en conocimiento socialmente útil. Esto cumple con la finalidad de la sistematización: producir aprendizajes transferibles para la comunidad académica, mejorar la enseñanza y promover reflexión continua. Este marco metodológico deja bases claras para futuras investigaciones sobre la integración ética y pedagógica de la IA en la educación superior, posicionando la sistematización como un camino riguroso y humanizante para comprender las transformaciones educativas contemporáneas.

1.5. Resultados obtenidos

Uno de los resultados más significativos fue el fortalecimiento de las competencias comunicativas de los estudiantes. Al utilizar herramientas de inteligencia artificial para organizar ideas, mejorar la redacción y construir argumentos, los participantes desarrollaron una mayor claridad expositiva y coherencia en la elaboración de informes académicos. La posibilidad de observar sugerencias estructurales en tiempo real les permitió corregir errores recurrentes y avanzar hacia producciones más rigurosas.

La experiencia evidenció una mejora sustancial en la capacidad de síntesis, pues la IA ayudó a transformar información dispersa en estructuras textuales ordenadas. Los estudiantes aprendieron a filtrar datos relevantes, jerarquizar información y producir textos más precisos. Este cambio se manifestó especialmente en los informes de laboratorio, donde lograron resumir procedimientos complejos sin perder rigor científico.

Otro resultado relevante fue el incremento en la confianza académica. Muchos estudiantes que inicialmente se mostraban temerosos de enfrentar el discurso científico comenzaron a participar con mayor seguridad en actividades de escritura y discusión. La presencia de la IA como “andamio” cognitivo redujo la ansiedad frente al error y les permitió enfocarse en aprender, no solo en “cumplir” con la tarea.

La experiencia promovió un avance notable en la alfabetización digital crítica. Los estudiantes no solo aprendieron a usar herramientas como ChatGPT, Gemini o Perple-

xity.ai, sino que también desarrollaron criterios para evaluar la pertinencia de las respuestas, detectar inconsistencias y comparar información con fuentes confiables. Este proceso favoreció el pensamiento crítico y la autonomía digital.

Se observó un impacto positivo en la organización del pensamiento científico, pues la IA contribuyó a visualizar la estructura lógica de informes, argumentos y reflexiones. Los estudiantes comprendieron de manera más clara cómo construir una introducción, presentar resultados, argumentar interpretaciones y elaborar conclusiones fundamentadas.

La práctica permitió mejorar significativamente la calidad de los informes de laboratorio. Al disponer de herramientas que proponían esquemas, conectores y formas adecuadas de presentación, los estudiantes refinaron el estilo académico, eliminaron redundancias y fortalecieron la precisión terminológica. Esto elevó el nivel general de las producciones escritas.

Un resultado destacable fue la reducción de la copia literal y el plagio involuntario. El acompañamiento docente orientó el uso ético de la IA, promoviendo la reescritura reflexiva y la verificación con fuentes científicas. Esto generó conciencia sobre la autoría, el valor del pensamiento propio y la responsabilidad académica.

El uso pedagógico de la IA impactó directamente en la motivación estudiantil. Al sentirse más acompañados y ver progresos visibles en sus trabajos, los estudiantes se mostraron más dispuestos a participar, hacer preguntas y enfrentar la escritura académica. La tecnología se convirtió en un estímulo para la curiosidad y la autoexploración.

La sistematización evidenció una transformación en la relación docente-estudiante. El aula se consolidó como un espacio colaborativo donde la docente actuó como mediadora entre el conocimiento humano y la herramienta tecnológica. Este vínculo fortaleció la confianza, la comunicación y el clima afectivo del curso.

La experiencia contribuyó al desarrollo de habilidades metacognitivas, ya que los estudiantes reflexionaron sobre sus procesos de pensamiento antes, durante y después de utilizar la IA. Esta autorreflexión les permitió reconocer patrones de error, mejorar su organización cognitiva y adoptar estrategias más efectivas para aprender.

En términos de desarrollo cognitivo, se observó una mejora en la capacidad argumentativa. Los estudiantes aprendieron a justificar afirmaciones, respaldar ideas con evidencia y vincular conceptos teóricos con situaciones prácticas de la disciplina. El diálogo con la IA estimuló la elaboración de pensamientos más complejos.

La experiencia fortaleció la autonomía académica. Los estudiantes dejaron de depender exclusivamente de explicaciones docentes y comenzaron a gestionar sus propias bús-

quedas, generar preguntas y revisar fuentes científicas de forma sistemática. La IA actuó como un orientador, no como sustituto del pensamiento. Se evidenciaron avances en la comprensión de conceptos microbiológicos y parasitológicos, pues la IA permitió clarificar definiciones, interpretar fenómenos y comprender procesos mediante analogías, esquemas explicativos y ejemplos contextualizados. Esto complementó eficazmente la enseñanza tradicional.

La experiencia posibilitó el desarrollo de una práctica docente más reflexiva. La profesora evaluó continuamente el impacto de las herramientas usadas, ajustó actividades y anticipó dificultades emergentes. Esta adaptabilidad enriqueció la dinámica pedagógica y fortaleció la innovación en el aula. La actividad potenció la colaboración entre pares, ya que los estudiantes compartieron estrategias, discutieron prompts efectivos y se apoyaron mutuamente para interpretar la retroalimentación generada por la IA. Esto promovió un ambiente de aprendizaje horizontal y cooperativo.

En el plano institucional, se evidenció un incremento en la competencia digital docente, pues la experiencia también involucró a profesores de la Facultad de Ciencias de la Salud, quienes fortalecieron su alfabetización digital y reflexionaron sobre la incorporación responsable de IA en la enseñanza.

La sistematización permitió identificar desafíos persistentes, como la desigualdad en habilidades digitales, la dependencia inicial de la tecnología y la necesidad de profundizar en prácticas éticas de uso. Reconocer estas limitaciones abrió nuevas líneas de mejora pedagógica.

Un resultado significativo fue la sensibilización ética respecto al uso de IA. Los estudiantes comprendieron que la tecnología no reemplaza su pensamiento, sino que lo complementa, y que deben validar, citar y contrastar información responsablemente. Esto fortaleció la formación ética en su futuro quehacer profesional.

La experiencia consolidó la IA como herramienta pedagógica, no como recurso de sustitución. Los estudiantes aprendieron a utilizarla para explorar ideas, refinar argumentos, clarificar conceptos y mejorar la calidad de sus producciones, siempre con un enfoque crítico y formativo. La sistematización permitió visibilizar que la IA puede contribuir a una educación más inclusiva, al apoyar a estudiantes con dificultades de redacción, baja confianza o escasa experiencia previa en el discurso académico. La IA actuó como puente para democratizar el acceso al aprendizaje y reducir barreras formativas.

1.6. Conclusiones de la experiencia

La sistematización de la experiencia permitió concluir que la inteligencia artificial, cuando es utilizada desde un enfoque pedagógico, ético y humanista, representa un aliado significativo para la enseñanza universitaria contemporánea. Su incorporación en el aula de Microbiología y Parasitología demostró que las herramientas digitales pueden potenciar la expresión escrita, la reflexión científica y el pensamiento crítico de los estudiantes.

Un hallazgo central es que la IA generativa no sustituye el rol del docente; por el contrario, lo resignifica. El profesor se convierte en mediador entre las tecnologías emergentes y el aprendizaje humano, guiando la interpretación de la información, promoviendo la autonomía intelectual y evitando el uso pasivo o acrítico de las herramientas digitales.

La experiencia evidenció que los estudiantes fortalecieron sus habilidades comunicativas y lograron estructurar textos académicos con mayor claridad, cohesión y rigor. La IA actuó como un andamio cognitivo, permitiendo que la escritura deje de ser una barrera y se convierta en un espacio de desarrollo personal, profesional y científico.

Se concluye que la alfabetización digital crítica es una competencia clave para la formación del futuro personal de Enfermería. Los estudiantes comprendieron que usar IA no consiste en aceptar respuestas de manera automática, sino en evaluar, filtrar, comparar y validar la información mediante criterios científicos y éticos.

La experiencia reafirma que la escritura académica no es un requisito aislado, sino un proceso formativo que se construye con acompañamiento sostenido. La IA permitió hacer visibles los patrones de error, fortalecer la metacognición y promover una práctica constante de revisión y mejora. Desde un enfoque humanista, esta sistematización demuestra que el aprendizaje se potencia cuando existe un ambiente de confianza, motivación y orientación cercana. La tecnología solo produce cambios significativos cuando se integra en un clima pedagógico que valora la comunicación, la escucha activa y la sensibilidad docente.

La experiencia también permitió reconocer que uno de los problemas más persistentes en la educación universitaria es la carencia de formación en escritura académica. La IA, en este contexto, se consolidó como un recurso democratizador al apoyar a estudiantes con mayores dificultades lingüísticas o baja confianza en sus capacidades comunicativas.

A nivel curricular, la integración de estas herramientas permitió vincular la teoría microbiológica con la práctica discursiva, haciendo que los estudiantes comprendieran no solo el “qué” del contenido científico, sino también el “cómo” comunicarlo, interpretarlo

y aplicarlo en escenarios clínicos reales. La sistematización reveló que la IA promovió aprendizajes más profundos al estimular el análisis, la síntesis y la argumentación. Los estudiantes pasaron de copiar información a producir conocimiento con sentido, demostrando un desarrollo creciente de la autoría académica.

Otro aporte relevante es que la IA ayudó a reducir la ansiedad frente a la escritura científica. Al sentir que contaban con una guía preliminar, los estudiantes se arriesgaron a elaborar textos más complejos, interpretar datos y revisar críticamente sus reportes de laboratorio. A nivel docente, esta experiencia permitió reflexionar sobre la necesidad de actualizar las prácticas pedagógicas para responder a los desafíos de la era digital. El acompañamiento no puede limitarse a explicar contenidos; debe incluir orientación crítica sobre el uso de tecnologías emergentes.

La sistematización mostró que el docente también aprende en el proceso. La incorporación de IA obligó a repensar estrategias, replantear actividades y abrir espacios de experimentación digital donde la flexibilidad y la creatividad pedagógica tuvieron un papel determinante.

Se concluye que el uso de IA debe enmarcarse en principios éticos claros: respeto a la autoría, verificación de fuentes, transparencia en el proceso y reconocimiento de los límites tecnológicos. La formación ética fue uno de los pilares más valiosos de esta experiencia.

Los resultados señalan que la IA favorece la construcción de una cultura universitaria más colaborativa. Los estudiantes interactuaron entre sí, compartieron estrategias, debatieron sobre prompts y construyeron colectivamente saberes digitales que fortalecieron la cohesión grupal.

Desde una reflexión más amplia, esta experiencia evidencia que la educación del siglo XXI demanda nuevas formas de mediación que combinen lo humano con lo tecnológico. Esta convergencia genera oportunidades inéditas para aprender, escribir, dialogar y producir conocimiento.

La sistematización permitió comprender que integrar IA de manera pedagógica no es una moda, sino una necesidad para actualizar los procesos de enseñanza y alinearlos con los cambios globales en ciencia, salud, tecnología y cultura académica. La experiencia también invita a pensar en la formación docente continua. Los profesores requieren capacitación permanente para comprender el funcionamiento, los riesgos y el potencial de estas herramientas, así como para guiar a sus estudiantes en su uso responsable.

Un elemento reflexivo emergente es la importancia de considerar la IA como un recurso para la inclusión educativa. Su capacidad para explicar conceptos, sugerir estructuras y generar ejemplos permite apoyar a estudiantes con dificultades de aprendizaje o con trayectorias educativas diversas.

La sistematización de esta práctica posibilita proyectar futuras investigaciones sobre la integración de IA en ciencias de la salud, el desarrollo de rúbricas éticas de uso y el diseño de estrategias más robustas para fortalecer la escritura académica universitaria.

La experiencia reafirma que educar con inteligencia artificial significa educar para la autonomía, la responsabilidad y el pensamiento crítico. La IA es una herramienta poderosa, pero es la mirada docente —ética, reflexiva y humanista— la que transforma esa herramienta en aprendizaje con sentido, pertinencia y profundidad.

1.7. Recomendaciones y proyecciones futuras

Una primera recomendación consiste en institucionalizar programas de formación docente en inteligencia artificial aplicada a la educación superior. Los profesores necesitan comprender estas herramientas desde un enfoque técnico, pedagógico y ético, para orientarlas adecuadamente en el aula y evitar prácticas de uso improductivo o dependiente.

Se sugiere que las universidades integren la alfabetización digital crítica como competencia transversal en todas las carreras, especialmente en ciencias de la salud. Los futuros profesionales deben saber evaluar información generada por IA, distinguir fuentes confiables y emplear la tecnología como apoyo y no como sustituto del razonamiento científico.

Es recomendable desarrollar políticas institucionales claras sobre el uso ético de la IA, que contemplen la autoría, la transparencia en el uso de herramientas generativas y la prevención del plagio académico. Dichas políticas deben estar acompañadas de orientaciones prácticas y ejemplos concretos para estudiantes y docentes.

Se aconseja implementar talleres permanentes de escritura académica asistida por IA, donde los estudiantes puedan practicar cómo estructurar informes, sintetizar información y fortalecer su argumentación con acompañamiento docente continuo. Por ello, y para futuras experiencias, es importante incorporar rúbricas específicas que evalúen no solo el contenido disciplinar, sino también el uso responsable de la IA, la capacidad crítica para revisar sus respuestas y la calidad del proceso de pensamiento reflejado en los textos finales.

Se recomienda incluir actividades de reflexión metacognitiva donde los estudiantes analicen sus propios procesos de escritura, identifiquen cómo les ayudó la IA y reconozcan los límites de su intervención. Esto favorecerá una práctica más consciente y autónoma.

Es útil promover comunidades de aprendizaje docente donde los profesores puedan compartir buenas prácticas, discutir desafíos y explorar nuevas herramientas de IA aplicables a diferentes áreas de la salud y de la educación universitaria. Al respecto, se sugiere fortalecer la infraestructura tecnológica institucional, garantizando acceso a plataformas de IA académica, redes estables y espacios digitales seguros que permitan experimentación responsable sin vulnerar datos personales o comprometer la integridad académica.

Para ampliar el impacto de esta experiencia, se recomienda generar proyectos de investigación educativa orientados a medir el efecto de la IA en la mejora de la escritura científica, la comprensión conceptual y el pensamiento crítico de los estudiantes. Se propone integrar la IA en los laboratorios de ciencias de la salud como apoyo para interpretar resultados, revisar protocolos y analizar procedimientos, siempre bajo supervisión docente para evitar distorsiones o interpretaciones erróneas.

A nivel curricular, sería provechoso incluir módulos obligatorios sobre ética de la IA, que aborden temas como sesgos algorítmicos, fiabilidad de las respuestas generadas y el papel de la tecnología en la formación profesional responsable.

Es recomendable fomentar proyectos interdisciplinarios donde estudiantes de enfermería, informática, pedagogía y comunicación trabajen juntos para desarrollar estrategias creativas de uso de IA que contribuyan a la divulgación científica y a la educación sanitaria.

Los docentes deben diseñar actividades donde los estudiantes utilicen diferentes herramientas de IA y comparen sus resultados, lo que fortalecerá la capacidad de análisis crítico y la comprensión de las variaciones entre distintos modelos generativos. Se sugiere implementar espacios de tutorías especializadas en escritura académica asistida por IA, donde los estudiantes reciban orientación personalizada para superar sus dificultades y mejorar progresivamente la calidad de sus producciones escritas.

Para garantizar la sostenibilidad de esta experiencia, es importante que la institución genere repositorios digitales de buenas prácticas, plantillas y secuencias didácticas basadas en IA que puedan ser adaptadas por otros docentes de la Facultad de Ciencias de la Salud. Se recomienda fomentar el uso de IA como herramienta de accesibilidad educativa,

especialmente para estudiantes con dificultades lingüísticas, problemas de comprensión lectora o necesidades educativas específicas.

En adelante, sería pertinente que los docentes incorporen actividades que exijan verificar la información producida por la IA mediante artículos científicos, guías clínicas y bases de datos académicas, promoviendo un pensamiento basado en evidencia. Para cerrar brechas, se sugiere implementar cursos de nivelación digital para estudiantes que tienen poca experiencia con la tecnología, garantizando que todos cuenten con un piso mínimo de competencias para interactuar responsablemente con la IA.

Un aporte fundamental hacia el futuro será vincular la IA con la simulación clínica, permitiendo que los estudiantes desarrollen habilidades de razonamiento, toma de decisiones y comunicación técnica con modelos digitales y casos automatizados. Se propone continuar sistematizando experiencias similares en otras asignaturas de Enfermería y de la Facultad de Ciencias de la Salud. Documentar estos procesos permitirá generar conocimiento pedagógico robusto, fortalecer la cultura académica institucional y construir un modelo educativo capaz de integrar humanismo, ciencia y tecnología en un equilibrio formativo orientado al bienestar social.

1.8. Implicaciones profesionales de la experiencia situada

La incorporación de la inteligencia artificial en la enseñanza de Microbiología y Parasitología evidencia la necesidad de que los futuros profesionales de la salud desarrollen competencias digitales avanzadas, no solo para redactar informes, sino también para interpretar información científica con criterio ético y rigor académico. Esta experiencia marca un precedente en la formación profesional, donde la alfabetización digital se vuelve una habilidad indispensable.

Una primera implicación es la redefinición del rol del docente universitario en carreras de salud. El profesor ya no se concibe únicamente como transmisor de conocimientos, sino como mediador crítico entre el estudiante, la ciencia y la tecnología. Esto exige capacidades pedagógicas renovadas que integren IA, ética digital y acompañamiento reflexivo.

La experiencia sistematizada demuestra que el uso orientado de la IA puede fortalecer la escritura científica, una competencia esencial en profesiones sanitarias donde la documentación precisa, el análisis riguroso y la comunicación escrita son parte del ejercicio

clínico cotidiano. Esta habilidad incide en la calidad del registro clínico, la investigación aplicada y la toma de decisiones basada en evidencia.

Para los estudiantes de Enfermería, aprender a utilizar IA de manera ética implica prepararse para un futuro laboral donde los sistemas inteligentes estarán presentes en el monitoreo de pacientes, la gestión de datos clínicos y el soporte diagnóstico. Esta experiencia constituye una introducción temprana a dichos entornos, favoreciendo una transición profesional más fluida.

En el ámbito docente, la sistematización revela que el profesorado debe fortalecer su formación continua en tecnologías emergentes. La experiencia evidencia que quienes dominan herramientas de IA pueden ofrecer retroalimentación más eficiente, diseñar actividades innovadoras y mejorar la interacción con estudiantes que requieren apoyo en sus procesos de escritura académica.

La experiencia también muestra que los futuros profesionales de la salud necesitan competencias críticas para identificar errores, sesgos o limitaciones en respuestas generadas por IA. Este criterio es vital en un campo donde la información inexacta puede tener consecuencias clínicas graves. La IA se convierte así en un recurso que exige vigilancia epistemológica.

Se evidencia que el aprendizaje colaborativo entre docentes de la Facultad de Ciencias de la Salud también tiene implicaciones profesionales importantes: desarrolla comunidades de práctica, fomenta el intercambio de saberes y permite construir protocolos institucionales más consistentes sobre el uso ético de la IA en educación superior.

La experiencia sistematizada sugiere que la formación profesional en salud debe ser cada vez más interdisciplinaria. Integrar IA en el aula abre la puerta a colaboraciones con docentes de informática, comunicación y pedagogía, ampliando el horizonte formativo de los estudiantes y preparándolos para equipos de trabajo multidisciplinares en el ámbito clínico.

Para la práctica docente, esta experiencia permitió evidenciar la necesidad de fortalecer el acompañamiento personalizado. El uso de IA no sustituye la guía del profesor; al contrario, exige una mayor atención a la construcción del pensamiento crítico, la revisión de fuentes y la orientación hacia usos éticos y responsables.

Desde la perspectiva institucional, se identifican implicaciones directas en la gestión curricular. La integración de IA debe incluirse en los perfiles de egreso y en las competencias de los programas formativos, garantizando que los futuros profesionales dominen habilidades digitales acordes con los avances tecnológicos del sector salud.

La experiencia también revela que el docente universitario debe desarrollar competencias de diseño didáctico digital. El uso de IA implica crear secuencias de aprendizaje, guías de trabajo y protocolos de revisión que articulen tecnología, contenido científico y reflexión crítica.

Una implicación relevante se relaciona con la ética profesional. El uso de IA en la formación sanitaria obliga a profundizar en temas como privacidad de datos, transparencia algorítmica y responsabilidad del profesional ante decisiones basadas en información automatizada. Esto amplía el campo formativo más allá de lo técnico.

Asimismo, la experiencia legitima la sistematización como una herramienta profesional en la docencia universitaria. Documentar reflexivamente la práctica fortalece la identidad docente, mejora la toma de decisiones pedagógicas y aporta a la cultura institucional de calidad académica.

Para los estudiantes, el uso de IA favorece el desarrollo de autonomía intelectual. Esto tiene implicaciones directas en la práctica profesional, donde deberán tomar decisiones clínicas fundamentadas, analizar informes, interpretar datos y evaluar evidencia científica con independencia crítica. En el ámbito investigativo, la experiencia abre nuevas líneas de trabajo para docentes y estudiantes, especialmente en temas relacionados con IA aplicada a procesos de aprendizaje, análisis automatizado de datos científicos e innovación educativa en ciencias de la salud.

La experiencia aporta a la profesionalización docente un conjunto de competencias emergentes: tutoría digital, curaduría de información generada por IA, diseño de actividades asistidas tecnológicamente, y habilidades comunicativas reforzadas para orientar al estudiante en la era digital.

Para los futuros profesionales, esta experiencia establece un precedente sobre cómo integrar herramientas innovadoras en su práctica cotidiana. En un sistema de salud cada vez más digitalizado, saber interactuar con sistemas inteligentes se convierte en una ventaja competitiva.

Otra implicación profesional está vinculada al fortalecimiento de la cultura de colaboración entre pares. La IA se presenta como un medio para compartir ideas, mejorar informes, corregir textos y ampliar la discusión académica, potenciando la capacidad de trabajar cooperativamente en entornos clínicos y educativos. La sistematización también permite a las instituciones proyectar políticas de calidad basadas en evidencia, ya que los resultados aportan insumos para tomar decisiones sobre capacitación, mejora curricular e inversión tecnológica.

La experiencia demuestra que la educación superior debe avanzar hacia un modelo híbrido que integre saberes humanos, científicos y tecnológicos. Las implicaciones profesionales de esta sistematización señalan que el futuro de la docencia en salud dependerá de la capacidad de equilibrar empatía, conocimiento disciplinar y alfabetización digital crítica, formando profesionales competentes, éticos y capaces de responder a los retos de la sociedad contemporánea.

1.9. Transferencia y aplicaciones para el aula de clases

La experiencia sistematizada en la asignatura de Microbiología y Parasitología demuestra que la integración pedagógica de la inteligencia artificial (IA) es viable, ética y formativamente significativa cuando se sustenta en una guía docente coherente y en un acompañamiento continuo. Para que otros docentes puedan replicar esta iniciativa en diferentes contextos disciplinarios, es necesario comprender que la IA no reemplaza el proceso educativo, sino que actúa como mediadora cognitiva. Ello coincide con lo expuesto por Holmes et al. (2019), quienes afirman que la IA ofrece una capacidad ampliada para analizar, estructurar y revisar información, siempre que esté integrada bajo criterios pedagógicos explícitos.

En primer lugar, la transferencia de esta experiencia requiere que el docente reconozca el nivel de alfabetización digital inicial del grupo. No todos los estudiantes presentan las mismas habilidades o la misma confianza para interactuar con herramientas de IA generativa. Por ello, se recomienda iniciar con un diagnóstico formativo para identificar las brechas y fortalezas. Según Redecker (2019), el diagnóstico digital permite diseñar rutas personalizadas de aprendizaje, esenciales para garantizar igualdad de oportunidades en entornos mediados tecnológicamente.

Una vez identificado el punto de partida, es recomendable introducir las herramientas de manera progresiva. La experiencia aquí sistematizada evidencia que iniciar con tareas pequeñas, como pedir a los estudiantes que utilicen la IA para generar ideas iniciales o mejorar un párrafo, facilita el proceso de apropiación y reduce la ansiedad tecnológica. Wang y Ng (2022) sostienen que la adopción gradual de tecnologías emergentes aumenta la autoeficacia y mejora la disposición hacia la innovación educativa.

El docente que desee replicar esta práctica debe establecer reglas éticas claras sobre el uso de herramientas de IA. Estas reglas deben abordar aspectos como autoría, transparencia, citación, plagio y responsabilidad intelectual. Floridi y Cowls (2022) insisten en que

la ética de la IA en educación no se limita a las regulaciones institucionales, sino que debe ser construida colectivamente en el aula para promover autonomía moral y pensamiento crítico.

La experiencia muestra que una estrategia efectiva consiste en diseñar actividades donde la IA sea un apoyo y no un sustituto del proceso cognitivo. Por ejemplo, puede emplearse para proponer estructuras textuales, ofrecer opciones de formulación o generar ideas preliminares, mientras que la reflexión, la interpretación y la revisión final deben permanecer en manos del estudiante. De acuerdo con Selwyn (2022), el riesgo pedagógico de la IA radica en convertirla en un atajo cognitivo; su valor formativo depende de que el estudiante participe activamente en la construcción del conocimiento.

Otro aspecto replicable de la experiencia es la creación de espacios de experimentación guiada. Las sesiones prácticas, donde los estudiantes exploran las herramientas con acompañamiento docente, permiten que desarrollen confianza y comprendan de manera crítica sus posibilidades y limitaciones. A este respecto, Luckin (2018) propone una pedagogía de la ÏA colaborativa", en la que estudiantes y tecnología aprenden mediante interacción supervisada.

Para garantizar una transferencia efectiva, el docente debe fomentar una cultura de aula donde la prueba y el error sean aceptados. La integración de IA requiere flexibilidad y apertura al descubrimiento. Los estudiantes deben sentirse libres de equivocarse y volver a intentar. Esta perspectiva coincide con la pedagogía del error planteada por Kapur (2015), quien resalta que las dificultades cognitivas son vehículos para el aprendizaje profundo.

Una recomendación clave es incorporar actividades de reflexión metacognitiva. Después de emplear la IA, los estudiantes deben analizar qué decisiones tomaron, qué criterios utilizaron para aceptar o rechazar sugerencias y cómo evolucionó su comprensión del contenido. Winne y Azevedo (2014) muestran que la metacognición guiada fortalece la autorregulación, una competencia crucial en entornos mediados por IA.

La experiencia también demostró la importancia de trabajar con ejemplos reales de escritura científica. Antes de interactuar con la IA, el docente puede presentar modelos de informes, artículos o extractos académicos y dialogar sobre su estructura, coherencia y estilo. Esto responde a los planteamientos de Carlino (2005), quien enfatiza que la alfabetización académica se construye mediante el análisis colectivo de textos auténticos.

Para quienes busquen replicar la práctica, es recomendable diseñar rúbricas de evaluación que integren explícitamente el uso ético y crítico de la IA. Estas rúbricas deben valorar la calidad del razonamiento, la profundidad del análisis y la capacidad para di-

ferenciar texto automatizado de producción propia. Según Brookhart (2018), las rúbricas orientadas a procesos permiten evaluar no solo productos, sino habilidades cognitivas superiores.

Una enseñanza relevante del proyecto es que la IA puede ser utilizada como herramienta de acompañamiento individualizado. Estudiantes que suelen tener dificultades para formular ideas logran encontrar un punto de partida cuando interactúan con la tecnología. Sin embargo, el docente debe supervisar que este apoyo no sustituya la reflexión autónoma. Knox (2023) advierte que la personalización artificial no debe confundirse con comprensión profunda.

La replicabilidad de la experiencia también depende de integrar el trabajo colaborativo. La IA puede ser usada como recurso grupal para comparar respuestas, analizar alternativas o debatir sobre la validez de una explicación científica.

Stahl (2021) señala que las tecnologías colaborativas potencian la co-construcción del conocimiento cuando se acompañan de objetivos claros y roles definidos. Otro aspecto clave es promover discusiones críticas sobre los sesgos y limitaciones de la IA. Los estudiantes deben comprender que los modelos no son infalibles y que pueden reproducir errores conceptuales o información desactualizada. Birhane (2021) sostiene que educar en IA requiere enseñar a desconfiar, a verificar fuentes y a ejercer un juicio crítico informado.

Las aplicaciones en el aula deben estar alineadas con los objetivos formativos de la asignatura. En el caso de Microbiología y Parasitología, la IA apoyó la redacción de informes y la interpretación de evidencias científicas. En otras áreas, podría aplicarse a simulaciones, predicciones, análisis de datos o creación de mapas conceptuales. El docente debe seleccionar la herramienta en función del aprendizaje esperado, como recomienda Bates (2019).

Para que esta experiencia sea transferible, es fundamental garantizar condiciones mínimas de infraestructura: conectividad estable, dispositivos disponibles y acceso institucional a plataformas de IA. La UNESCO (2021) subraya que la inclusión digital es condición para el uso equitativo de tecnologías educativas.

Otra pauta importante consiste en promover el pensamiento crítico sobre la construcción del conocimiento. Cuando la IA sugiere argumentos, definiciones o conclusiones, el estudiante debe evaluar su pertinencia y compararla con fuentes científicas validadas. Chinn y Malhotra (2002) destacan que el aprendizaje disciplinar debe orientarse hacia evidencias verificables, no solo hacia textos plausibles.

Para replicar esta experiencia en asignaturas de ciencias, es útil articular la IA con actividades prácticas de laboratorio. Los estudiantes pueden emplear la tecnología para estructurar hipótesis, comparar resultados experimentales o redactar conclusiones más sólidas. Esto devuelve sentido al aprendizaje, alineado con la pedagogía basada en investigación propuesta por Healey y Jenkins (2018).

El docente también puede incorporar microtutorías digitales. Después de una sesión presencial, los estudiantes pueden utilizar la IA para continuar revisando sus escritos y traer borradores más elaborados a la siguiente clase. Esto promueve autonomía y continuidad en el aprendizaje (Veletsianos, 2020). Es recomendable planificar momentos de dialogicidad donde los estudiantes comparen sus producciones humanas con aquellas asistidas por IA. Este contraste permite desarrollar criterios evaluativos sobre calidad argumentativa, estilo científico y claridad conceptual. Mercer y Littleton (2007) destacan que el diálogo académico es un organizador central de las prácticas cognitivas.

Para otros docentes, un elemento transferible es el enfoque de acompañamiento ético. Este implica que la IA sea integrada como “herramienta supervisada” y no como fuente de verdad. Whalen et al. (2025) sostienen que la función del docente en entornos digitalizados es actuar como mediador crítico, no como vigilante ni como espectador pasivo.

La experiencia sugiere también que es útil establecer acuerdos de transparencia, donde los estudiantes declaren qué partes del texto fueron apoyadas por IA. Esta práctica, alineada con las recomendaciones de la Association for Writing Across the Curriculum (2023), fomenta la integridad académica.

Para replicar la propuesta, se recomienda sensibilizar a los estudiantes sobre los riesgos del uso acrítico: dependencia cognitiva, pérdida del estilo personal, superficialidad conceptual o exposición a información errónea. Cada actividad debe incluir una breve discusión sobre estos riesgos, como lo sugieren Santos y Amaral (2022).

Otro elemento replicable consiste en documentar las transformaciones del alumnado durante el proceso. La sistematización permite observar cómo se modifican sus prácticas de escritura, su confianza y su pensamiento crítico. Esto, según Jara (2018), convierte la experiencia en un recurso de aprendizaje institucional.

Los docentes que deseen aplicar esta experiencia deben concebir la IA como un componente curricular transversal, no como recurso ocasional. La alfabetización digital avanzada debe estructurarse como competencia formativa a lo largo del programa de estudios (Hinostroza, 2020).

La experiencia invita a comprender que la integración de IA solo es transformadora cuando se articula con humanización, ética y acompañamiento cercano. La tecnología por sí sola no mejora el aprendizaje; es la mediación pedagógica la que convierte las herramientas en oportunidades. Al replicar esta práctica, los docentes deben recordar que el fin último no es enseñar a usar IA, sino formar profesionales capaces de pensar, argumentar y comunicar con integridad y sentido crítico.

Bibliografía

Ausubel, D. P. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Trillas.

Bates, T. (2019). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning*. Tony Bates Associates.

Birhane, A. (2021). The impossibility of automating ambiguity. *Artificial Life*, *27*(1), 44-61.

Bolívar, A., & Domingo, J. (2006). La investigación biográfica y narrativa en Iberoamérica: Campos de desarrollo y estado actual. *Forum: Qualitative Social Research*, *7*(4), 1-43.

Bretag, T. (2018). Academic Integrity. En *Oxford Research Encyclopedia of Business and Management*. Oxford University Press.

Brookfield, S. D. (2017). *Becoming a Critically Reflective Teacher*. John Wiley & Sons.

Brookhart, S. M. (2018). Appropriate Criteria: Key to Effective Rubrics. *Frontiers in Education*, *3*, 22.

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad: Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de Cultura Económica.

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, *86*(2), 175-218.

Denzin, N. K. (2017). Critical Qualitative Inquiry. *Qualitative Inquiry*, *23*(1), 8-16.

Flick, U. (2015). *Introducing research methodology*. Sage.

Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences. *Minds and Machines*, *30*(4), 681-694.

Floridi, L., & Cowls, J. (2022). A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. En *Machine Learning and the City: Applications in Architecture and Urban Design* (pp. 535-545).

Freire, P. (2015). *Pedagogy of Indignation*. Routledge.

Graham, S., & Harris, K. R. (2013). Designing an Effective Writing Program. En *Best Practices in Writing Instruction* (2.ª ed., pp. 3-25).

Healey, M., & Jenkins, A. (2018). The Role of Academic Developers in Embedding High-Impact Undergraduate Research and Inquiry in Mainstream Higher Education: Twenty Years' Reflection. *International Journal for Academic Development*, *23*(1), 52-64.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Jara, O. (2018). *Para sistematizar experiencias*. Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano.

Kapur, M. (2015). The Preparatory Effects of Problem Solving versus Problem Posing on Learning from Instruction. *Learning and Instruction*, *39*, 23-31.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory Action Research: Communicative Action and the Public Sphere. En N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage Handbook of Qualitative Research* (3.ª ed., pp. 559-603). Sage Publications Ltd.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Lea, M. R., & Street, B. V. (1998). Student Writing in Higher Education: An Academic Literacies Approach. *Studies in Higher Education*, *23*(2), 157-172.

Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence: The future of education in the 21st century*. UCL Institute of Education Press.

Martín-Barbero, J., & Rey, G. (1997). El periodismo en Colombia de los oficios y los medios. *Signo y Pensamiento*, *16*(30), 13-30.

Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the Development of Children's Thinking: A Sociocultural Approach*. Routledge.

Miles, M., Huberman, A., & Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis*. SAGE Publications. https://books.google.com.ar/books?id=3CNrUbTu6CsC

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, *108*(6), 1017-1054.

Patton, C., Sawicki, D., & Clark, J. (2015). *Basic Methods of Policy Analysis and Planning*. Routledge.

Paul, R., & Elder, L. (1990). *Critical Thinking*. Sonoma State University.

Pekrun, R. (2014). *Emotions and Learning*. International Academy of Education (IAE).

Redecker, C. (2019). *European framework for the digital competence of educators*. Publications Office of the European Union.

Ricoeur, P. (1990). Éthique et morale. *Revista Portuguesa de Filosofía*, *46*(1), 5-17.

Salinas, J. (2012). La investigación ante los desafíos de los escenarios de aprendizaje futuros. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (32).

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.

Selwyn, N. (2022). The Future of AI and Education: Some Cautionary Notes. *European Journal of Education*, *57*(4), 620-631.

Siemens, G. (2005). Connectivism: Learning as Network-Creation. *ASTD Learning News*, *10*(1), 1-28.

Stahl, B. C. (2021). Emerging Technologies as the Next Pandemic? Possible Consequences of the Covid Crisis for the Future of Responsible Research and Innovation. *Ethics and Information Technology*, *23*(1), 135-137.

Tisdell, E. J., Merriam, S. B., & Stuckey-Peyrot, H. L. (2025). *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation*. John Wiley & Sons.

UNESCO. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación*.

Veletsianos, G. (2020). *Learning Online: The Student Experience*. JHU Press.

Vygotsky, L. S. (1987). *The Collected Works of LS Vygotsky: The Fundamentals of Defectology*. Springer Science & Business Media.

Whalen, J., Grube, W., Xu, C., & Trust, T. (2025). K-12 Educators' Reactions and Responses to ChatGPT and GenAI During the 2022–2023 School Year. *TechTrends*, *69*(1), 125-137.

Williamson, B., Eynon, R., & Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: Digital technologies and education in a time of crisis. *Learning, Media and Technology*, *45*(3), 249-254.

Winne, P. H., & Azevedo, R. (2014). Metacognition. En *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 63-87, Vol. 2).

Wood, D., Jerome, S., & Ross, G. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. *J. Child Psychol. Psychiat.*, *17*, 89-100.

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications*. Sage.

Zawacki-Richter, O., Marín, V., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of AI in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *16*(1), 1-37.

2

Humanización del aprendizaje en la educación superior: sistematización de una experiencia áulica en la enseñanza de matemáticas y circuitos eléctricos

Carlos Daniel Campoverde Pillajo [2]

.

Este capítulo sistematiza una experiencia de humanización del aprendizaje en cursos iniciales de Matemáticas y Circuitos Eléctricos de la Facultad de Ingeniería de la UNEMI, dirigida a estudiantes afectados por las secuelas académicas y emocionales de la educación virtual postpandemia. La propuesta integra estrategias socioafectivas —diálogo inicial, refuerzo positivo, humor respetuoso y reconocimiento de logros— para fortalecer la motivación, la participación y la confianza estudiantil. Metodológicamente, se analizan prácticas docentes y sus efectos en la interacción y el rendimiento. Los resultados evidencian mayor involucramiento, reducción del miedo al error y un clima emocional propicio para el aprendizaje significativo.

[2]Universidad Estatal de Milagro, `ccampoverdep1@unemi.edu.ec`.

Índice

2.1. Introducción: humanizar la enseñanza en tiempos postpandemia . . 36
2.2. Problematización de la experiencia 37
2.3. Propósito de la sistematización 38
2.4. Criterios de valor 39
2.5. Delimitación del objeto de estudio 41
2.6. Bisagra textual 42
2.7. Identificación de conceptos estructurantes 43
2.8. Formulación de dimensiones 46
2.9. Construcción de indicadores 48
2.10. Fuentes y métodos de verificación 50
2.11. Justificación teórica del conjunto 53
2.12. Integración de dimensiones e indicadores 53
2.13. Fuentes y métodos de verificación 54
2.14. Resultados obtenidos 55
2.15. Conclusiones y reflexiones finales 58
2.16. Recomendaciones y aportes hacia el futuro 60
2.17. Transferencia de la experiencia y aplicaciones en el aula de clases . 63
2.18. Transición al vínculo curricular 67
2.19. Reflexión sobre la alineación curricular 70
2.20. Ecosistema estratégico (estrategias y relaciones) 72
2.21. Arquitectura del ecosistema estratégico 78
2.22. Relación entre estrategias núcleo, soporte y contingencia 81
2.23. Aportes del ecosistema estratégico al perfil de egreso 82
2.24. Evaluación, indicadores, instrumentos y análisis 83
2.25. Indicadores de evaluación y criterios de validez 86
2.26. Criterios de validez utilizados 88
2.27. Resultados actitudinales y metacognitivos 90

2.28. Reflexión crítica y transferencia de la experiencia **94**

2.29. Aprendizajes personales, colectivos e institucionales **96**

2.1. Introducción: humanizar la enseñanza en tiempos postpandemia

La experiencia se desarrolla en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, en el marco de las asignaturas de Matemáticas y Circuitos Eléctricos, dirigidas a estudiantes de los primeros semestres. Este grupo está conformado por jóvenes que recién han concluido el bachillerato y que, además, vivieron gran parte de su formación media en modalidad virtual debido a la pandemia de COVID-19. Esta condición marcó de manera significativa sus hábitos de estudios, su seguridad para participar y su relación afectiva con el aprendizaje presencial. En este escenario, el propósito docente fue humanizar la clase y reconstruir la confianza para aprender contenidos que suelen percibirse como "difíciles".

El grupo está conformado por estudiantes de primero a cuarto semestre, con niveles heterogéneos de dominio matemático y poca experiencia en trabajo colaborativo. Al iniciar cada clase, reservo 5–10 minutos para conversar: cómo están, qué dificultades tienen y qué esperan del curso, pregunto cómo se sienten, cómo va su día o si tienen alguna dificultad. Este gesto sencillo se ha convertido en un momento clave para fortalecer el vínculo docente–estudiante y generar un clima positivo en el aula.

Ese tiempo breve sostiene un clima de respeto y cercanía, donde la figura del docente no es un "ogro" inaccesible, sino un acompañante que escucha, orienta y exige con claridad. Esta práctica inicial facilita que pregunten sin miedo y activa su disposición a participar. Desde los primeros encuentros, fue evidente que muchos de ellos llegaban con inseguridades, con timidez para participar y con cierta distancia emocional respecto al entorno universitario. En este contexto, mi objetivo como docente ha sido crear un ambiente de confianza, calidez y motivación que les permita sentirse acompañados y valorados dentro del proceso formativo.

Recuerdo una escena representativa: al comenzar una clase de Circuitos, noté a varios estudiantes distraídos y con poco ánimo. Decidí detenerme y conversar con ellos sobre sus expectativas respecto a la carrera. Al final de la charla, propuse que cada acierto en clase sería motivo de celebración. Desde entonces, cuando un estudiante responde correctamente, recibe un pequeño reconocimiento —un caramelo, un llavero o un aplauso—, mientras que los errores se abordan con humor y respeto, diciendo en tono amistoso "¡estás despedido!", lo que genera risas y relaja el ambiente. Esta práctica, aunque sencilla, ha transformado el ánimo general del grupo: los estudiantes participan más, se atreven a equivocarse y mantienen la atención activa durante toda la sesión.

Las condiciones que atraviesan a este contexto son diversas: la falta de hábitos de estudio autónomo, las secuelas emocionales del confinamiento, la escasa experiencia en trabajo colaborativo y la percepción de que las asignaturas de ingeniería son "difíciles" o "aburridas". Sin embargo, estas mismas condiciones han impulsado la necesidad de innovar en la manera de enseñar, de incorporar estrategias afectivas y lúdicas que renueven el interés por aprender. La relación de respeto mutuo, la comunicación cercana y el reconocimiento positivo se han convertido en los pilares de esta práctica docente.

Este contexto resulta clave para la sistematización porque revela un reto formativo contemporáneo: cómo reactivar la motivación y el compromiso de una generación que vivió la educación mediada por pantallas. Comprender el entorno emocional y académico de estos estudiantes permite explicar por qué la enseñanza universitaria actual requiere no solo de competencias técnicas, sino también de una pedagogía empática que devuelva sentido y alegría al aprendizaje.

Las condiciones que atraviesan esta experiencia incluyen inseguridad al participar, falta de hábitos de estudio autónomo, secuelas emocionales del confinamiento y la idea instalada de que "Matemáticas y Circuitos son aburridos o imposibles". Para enfrentarlas, combiné microestrategias motivacionales (reconocimientos, humor con respeto, refuerzo positivo), acompañamiento cercano (acercarme al pupitre cuando se traban, dar pistas, felicitar avances) y ejemplos prácticos de ingeniería —incluso anécdotas de errores propios y cómo los resolví— para conectar teoría y práctica. Esto fortaleció la confianza, la participación y la constancia.

2.2. Problematización de la experiencia

La experiencia descrita en el primer puente reveló un escenario educativo marcado por los efectos de la pandemia: estudiantes universitarios de primeros semestres que, tras dos años de clases virtuales, regresan a la presencialidad con escasas habilidades de interacción, inseguridad para participar y una débil motivación hacia el aprendizaje de asignaturas base como Matemáticas y Circuitos. Este escenario dio lugar a un problema formativo central: la dificultad de promover una participación activa y sostenida en estudiantes que asocian estas materias con complejidad, aburrimiento o frustración, y que aún no logran adaptarse a la dinámica colaborativa del aula.

Este problema resulta significativo porque la motivación académica es un factor determinante para el éxito en los procesos de aprendizaje universitario. Diversos autores

coinciden en que la falta de compromiso y la baja participación son barreras que limitan el desarrollo de competencias cognitivas y socioemocionales en los jóvenes (Díaz Barriga, 2020); (García & Moreno, 2022). En el caso particular de la enseñanza de ingeniería, donde los contenidos requieren razonamiento lógico y aplicación práctica, la ausencia de motivación se traduce en menor rendimiento, evasión de la carrera y desaprovechamiento del potencial creativo de los estudiantes.

No atender esta dificultad habría significado perpetuar una dinámica pasiva en el aula, donde el docente asume todo el protagonismo del proceso educativo y el estudiante se convierte en un receptor pasivo del conocimiento. Además, la desmotivación sostenida puede afectar la permanencia académica y la confianza de los estudiantes en sus propias capacidades (UNESCO, 2021). Ignorar este problema no solo debilita los resultados de aprendizaje, sino que impide la construcción de una cultura universitaria participativa y colaborativa, esencial para las carreras de ingeniería en el siglo XXI.

La práctica cotidiana mostró evidencias claras de esta situación. En las primeras clases, era común observar estudiantes retraídos, poco comunicativos y temerosos de equivocarse frente a sus compañeros. Muchos evitaban responder por miedo a ser juzgados o preferían mantenerse en silencio para no exponerse. Estas actitudes eran reflejo de la falta de experiencias presenciales previas, del aislamiento prolongado y de la poca costumbre al trabajo en equipo. Frente a ello, surgió la necesidad de implementar estrategias didácticas que reactivaran el interés, redujeran la ansiedad y fortalecieran el sentido de pertenencia en el aula.

En síntesis, el problema identificado se centra en cómo fomentar la motivación y participación activa de los estudiantes pospandemia en contextos universitarios de ingeniería, mediante estrategias pedagógicas que combinen cercanía emocional, reconocimiento positivo y aprendizaje práctico. Este reto será el punto de partida para el siguiente puente —el *Propósito de la sistematización*—, donde se definirá el objetivo formativo y la dirección que guiará la experiencia hacia una mejora sustentada en la práctica docente.

2.3. Propósito de la sistematización

El propósito de esta sistematización es mostrar cómo la creación de un ambiente emocionalmente cercano y motivador en las aulas universitarias puede fortalecer la participación y el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería, especialmente en los primeros semestres postpandemia. A partir de esta experiencia, se busca visibilizar estrategias do-

centes sencillas —como el diálogo inicial, el humor respetuoso y el refuerzo positivo— que contribuyen a reducir la ansiedad académica y a renovar el interés por las asignaturas científicas.

Este propósito surge de la necesidad de reconstruir el vínculo pedagógico entre docente y estudiante, afectado durante los años de educación remota. La sistematización pretende dejar evidencia de que los procesos de enseñanza no solo requieren dominio técnico, sino también competencias socioemocionales que promuevan un aprendizaje significativo. Como señala Jara (2018), toda sistematización debe orientar su mirada hacia la transformación de la práctica, generando conocimiento útil para mejorar la acción educativa.

En este sentido, el relato busca aportar una reflexión sobre cómo la empatía, el reconocimiento y la interacción dinámica pueden actuar como catalizadores de la motivación y la autonomía estudiantil. La relevancia de este propósito trasciende el aula específica donde se desarrolló la experiencia.

En un contexto universitario donde persisten desafíos de desmotivación y desconexión emocional, es importante compartir modelos replicables de docencia humanizada que inspiren a otros profesores a integrar estrategias similares. Como afirma Carlino (2005), la práctica educativa adquiere sentido cuando se convierte en objeto de reflexión sistemática, permitiendo que la experiencia se transforme en conocimiento compartido. Además, según Díaz Barriga (2020), el aprendizaje con sentido emocional fortalece la identidad del estudiante y su permanencia en la educación superior.

Con este capítulo se espera ofrecer un testimonio que sirva como referencia para otros docentes, mostrando que la cercanía, la comunicación horizontal y el reconocimiento positivo no restan rigor académico, sino que lo potencian. El valor de esta sistematización radica en evidenciar que la innovación educativa también puede expresarse en gestos cotidianos, en la forma en que el docente mira, escucha y acompaña a sus estudiantes. Este propósito abre el camino hacia el siguiente puente, donde se analizarán los *criterios de valor* que justifican por qué esta experiencia merece ser leída, replicada y difundida.

2.4. Criterios de valor

La experiencia desarrollada en el aula universitaria se distingue por su carácter innovador y humano, al priorizar la motivación y el acompañamiento emocional dentro de la enseñanza técnica en ingeniería. Lo valioso de esta propuesta radica en demostrar que

la empatía, el humor y el reconocimiento positivo pueden convertirse en herramientas pedagógicas que potencian el aprendizaje. En un contexto postpandemia, donde muchos estudiantes retornaron con inseguridad, baja autoestima y dificultad para integrarse, esta práctica docente ofreció un enfoque alternativo: enseñar desde la conexión emocional y el entusiasmo por aprender.

La innovación de esta experiencia no está en el uso de tecnologías o recursos costosos, sino en transformar la relación docente-estudiante a través de una pedagogía cercana y motivadora. Según López y Herrera (2021), la docencia universitaria requiere un giro hacia el acompañamiento socioemocional, entendido como un componente esencial de la formación integral. Esta experiencia responde precisamente a esa necesidad, mostrando que el vínculo afectivo puede funcionar como detonante del interés, la participación y la autoconfianza del estudiante. De esta manera, el aula se convierte en un espacio de aprendizaje significativo donde la alegría, la curiosidad y el respeto coexisten con el rigor académico.

El impacto de la experiencia fue evidente en el cambio de actitud de los estudiantes: mayor participación en clase, aumento de la cooperación grupal y mejora en el rendimiento académico. Los pequeños gestos —felicitar los logros, reconocer el esfuerzo o usar el humor como puente comunicativo— generaron un clima de confianza y seguridad emocional.

De acuerdo con Pérez y Gómez (2020), el acompañamiento afectivo y el refuerzo positivo no solo fortalecen el desempeño cognitivo, sino que también incrementan la permanencia estudiantil en carreras de alta exigencia como ingeniería. En este sentido, los resultados de la experiencia confirman que un aula emocionalmente saludable es también un aula académicamente productiva.

Además, esta práctica posee un alto grado de transferibilidad. Puede adaptarse a diversas disciplinas universitarias, especialmente aquellas donde prevalece el miedo al fracaso o la desmotivación. Su implementación no depende de recursos materiales, sino de la disposición docente para reconocer la dimensión humana del aprendizaje.

Tal como señala la UNESCO (2021), reimaginar la educación del siglo XXI implica reconstruir el tejido de confianza entre profesores y estudiantes, priorizando relaciones pedagógicas basadas en el cuidado y la cooperación. En este marco, la experiencia aquí descrita ofrece un modelo replicable de enseñanza que promueve la motivación desde la cercanía y el respeto.

En conclusión, los criterios de valor de esta sistematización se sustentan en tres dimensiones principales: la innovación relacional, el impacto positivo en la participación estudiantil y la posibilidad de replicar el modelo en distintos contextos educativos. Este enfoque demuestra que la innovación docente no siempre requiere tecnología o grandes reformas, sino la capacidad de convertir el aula en un espacio donde aprender sea también una experiencia emocionalmente significativa. Con estos aportes, el capítulo se proyecta hacia el siguiente puente: la delimitación del objeto de estudio, donde se definirá con precisión el alcance y los ejes centrales de esta sistematización.

2.5. Delimitación del objeto de estudio

El objeto de estudio de esta sistematización se centra en las estrategias de motivación y acompañamiento emocional implementadas en estudiantes universitarios de ingeniería durante el retorno a la presencialidad postpandemia. Se busca analizar cómo estas acciones —basadas en la empatía, el refuerzo positivo y el humor respetuoso— contribuyen al fortalecimiento de la participación activa y la confianza académica en el aula. Este recorte permite observar un fenómeno específico dentro de la práctica docente: la humanización del proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos tradicionalmente percibidos como fríos o estrictamente técnicos.

La elección de este objeto de estudio responde a la necesidad de comprender el papel de la motivación y la conexión emocional en el éxito formativo de los estudiantes de primeros semestres. En la actualidad, la educación superior enfrenta el desafío de atender no solo los contenidos curriculares, sino también las dimensiones afectivas que influyen en la disposición para aprender. Como plantea Flick (2014), la delimitación del objeto en una sistematización debe permitir identificar patrones de sentido dentro de la experiencia, sin perder la coherencia del conjunto. En este caso, el foco se mantiene en las interacciones cotidianas que generaron un cambio observable en la actitud y el desempeño de los estudiantes.

El alcance de la sistematización se circunscribe a las asignaturas de Matemáticas y Circuitos, dictadas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, durante el semestre académico 2023–2024-I. El grupo de estudio está conformado por estudiantes de primeros a cuartos semestres, cuyas edades oscilan entre 18 y 22 años. Este límite temporal y poblacional permite garantizar la coherencia del análisis y evitar generalizaciones excesivas. No se incluyen otras asignaturas o cohortes fuera de este periodo,

ya que el propósito es profundizar en un contexto concreto donde se evidenció un cambio actitudinal relevante.

Las evidencias que sustentan la sistematización provienen de observaciones directas en clase, testimonios verbales de los estudiantes, registros de participación, evaluaciones parciales y reflexiones personales del docente. No se abordan resultados cuantitativos o comparativos entre grupos, ya que el interés principal recae en la comprensión cualitativa de las transformaciones pedagógicas y relacionales dentro del aula. Este enfoque interpretativo coincide con lo propuesto por Jara (2018), quien sostiene que toda sistematización debe centrarse en los aprendizajes generados por la práctica y no únicamente en sus resultados medibles.

En cuanto a los supuestos asumidos, se reconoce que la motivación y la cercanía docente pueden constituir elementos decisivos en la mejora del clima de aprendizaje. Asimismo, se parte de la convicción de que la innovación educativa no depende de la tecnología, sino de la capacidad del docente para transformar la experiencia cotidiana en conocimiento significativo y compartible. Esta delimitación, por tanto, define un marco claro y manejable para el análisis, asegurando que el capítulo conserve coherencia y profundidad reflexiva.

En síntesis, el objeto de estudio de esta sistematización se centra en cómo las estrategias de acompañamiento emocional aplicadas en las clases de ingeniería favorecen la motivación y participación estudiantil, dentro de un contexto postpandemia caracterizado por la necesidad de reconstruir vínculos pedagógicos. Con esta delimitación, el capítulo adquiere un foco definido y preparado para avanzar hacia su desarrollo completo, garantizando claridad, coherencia y pertinencia académica.

2.6. Bisagra textual

Tras haber recorrido los cinco primeros puentes del capítulo —donde se describió el contexto educativo, se identificó el problema formativo, se definió el propósito de la sistematización, se justificó el valor de la experiencia y se delimitó su objeto de estudio—, es momento de avanzar hacia una etapa de mayor profundidad teórica. En el Módulo 1, la narrativa permitió construir un relato vivencial que mostró cómo las estrategias de motivación, el acompañamiento emocional y el uso de dinámicas positivas transformaron el ambiente de aprendizaje en los cursos de ingeniería. Sin embargo, para otorgar soli-

dez académica a esta experiencia, se vuelve necesario fundamentarla conceptualmente, estableciendo los marcos teóricos que explican y sustentan los resultados observados.

Esta transición marca un cambio de registro: pasamos de contar la práctica a analizarla con herramientas teóricas y operativas. La intención ya no es solo relatar lo vivido, sino comprender los principios pedagógicos y psicológicos que le dan sentido. En este nuevo módulo, la experiencia se examinará a la luz de conceptos como motivación académica, acompañamiento emocional, clima de aula positivo y aprendizaje significativo, que permitirán explicar de forma rigurosa las transformaciones alcanzadas. De esta manera, el relato deja de ser únicamente una narración de buenas prácticas para convertirse en un análisis sistematizado y sustentado en teoría educativa contemporánea.

Este paso resulta fundamental porque dota al capítulo de legitimidad y coherencia académica, conectando la vivencia docente con la reflexión teórica. Tal como plantea Jara (2018), la sistematización se consolida cuando la práctica dialoga con la teoría y genera aprendizajes transferibles a otros contextos [1]. Por ello, este apartado funcionará como un puente entre la experiencia y su fundamentación conceptual, abriendo el camino hacia la identificación de los conceptos estructurantes que sostendrán el análisis posterior.

2.7. Identificación de conceptos estructurantes

La sistematización de la experiencia docente desarrollada en los cursos de ingeniería requiere apoyarse en un marco conceptual sólido que permita comprender de forma rigurosa los procesos que emergen en el aula universitaria. El análisis teórico no solo otorga validez académica a la práctica, sino que también posibilita reconocer los principios que explican los cambios observados en la motivación, el compromiso y la participación estudiantil.

A partir de la reflexión realizada en el módulo anterior, se identifican cuatro conceptos estructurantes que articulan la fundamentación de esta experiencia: motivación académica, acompañamiento emocional, clima de aula positivo y aprendizaje significativo. Estos conceptos no se conciben como elementos aislados, sino como componentes interdependientes de un mismo proceso educativo que busca humanizar la enseñanza de la ingeniería en contextos postpandemia.

[1] Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: Práctica y teoría para otros mundos posibles*. Centro de Estudios y Publicaciones Alforja.

- **Motivación académica**. La motivación constituye uno de los ejes centrales del aprendizaje, ya que determina la dirección, intensidad y persistencia del esfuerzo que los estudiantes dedican a las tareas académicas. Deci y Ryan (2020), desde la teoría de la autodeterminación, plantean que la motivación intrínseca se fortalece cuando el entorno educativo satisface tres necesidades básicas: autonomía, competencia y relación. En los cursos universitarios postpandemia, muchos estudiantes retornaron con una motivación extrínseca debilitada, marcada por la desconexión emocional generada por la educación virtual. En este contexto, recuperar la motivación implicó reconstruir el sentido de pertenencia y la confianza en las propias capacidades. Las estrategias aplicadas, como reconocer públicamente los logros, introducir dinámicas participativas y celebrar los avances, contribuyeron a satisfacer dichas necesidades psicológicas, transformando la motivación en un motor de aprendizaje activo y sostenido. Asimismo, la motivación se relaciona directamente con la percepción que los estudiantes tienen de su competencia y del clima social del aula. Cuando las tareas se perciben alcanzables y se valora el esfuerzo individual, los niveles de implicación aumentan significativamente. Este principio se refleja en la práctica docente sistematizada, donde el refuerzo positivo y el humor sirvieron como medios para mantener la atención y la energía de los grupos, especialmente en asignaturas tradicionalmente consideradas difíciles, como matemáticas y circuitos.

- **Acompañamiento emocional**. Se define como el conjunto de acciones que el docente realiza para atender las dimensiones afectivas del aprendizaje, generando espacios de escucha, empatía y contención. Según Bisquerra (2021), la educación emocional constituye un proceso permanente de desarrollo de competencias para reconocer, comprender y regular las emociones propias y ajenas. En el ámbito universitario, estas competencias no solo contribuyen al bienestar personal, sino que inciden directamente en la mejora del rendimiento académico y la convivencia. En la experiencia descrita, el acompañamiento emocional se tradujo en pequeños gestos que tuvieron un gran impacto: dedicar los primeros minutos de clase a conversar sobre el estado de ánimo del grupo, interesarse por las dificultades personales o reconocer el esfuerzo más allá de los resultados. Estas acciones fortalecieron la confianza y redujeron la ansiedad frente al error. La literatura reciente respalda esta práctica: estudios de Pérez y Gómez (2020) demuestran que el acompañamiento emocional docente favorece la autorregulación y la persistencia ante los desafíos

académicos. En este sentido, el acompañamiento se constituye en una herramienta pedagógica clave para conectar la dimensión humana del estudiante con los objetivos formativos institucionales.

- **Clima de aula positivo**. Representa el ambiente socioemocional donde se desarrolla el aprendizaje y las relaciones interpersonales. Fernández-Zabala et al. (2020) señalan que un clima positivo, caracterizado por respeto, colaboración y apoyo mutuo, se asocia con mayores niveles de bienestar y motivación académica. En la práctica sistematizada, la creación de este clima se basó en tres principios: respeto recíproco, comunicación asertiva y valoración del esfuerzo individual. El uso del humor pedagógico fue un recurso fundamental para disminuir la tensión y favorecer la participación. Cuando el docente corrige en tono amable o bromea con un "¡estás despedido!" tras un error, transforma el miedo en aprendizaje compartido. Este tipo de interacción contribuye a que los estudiantes se sientan seguros, lo que incrementa la disposición a participar. En palabras de López y Herrera (2021), un clima emocionalmente saludable favorece la motivación intrínseca porque el estudiante aprende desde la confianza, no desde el temor. Por tanto, el clima de aula actúa como un entorno facilitador donde convergen los efectos del acompañamiento emocional y la motivación académica.

- **Aprendizaje significativo**. El aprendizaje significativo, planteado inicialmente por Ausubel (1983) y actualizado por Moreira (2017), se basa en la integración de nuevos conocimientos en las estructuras cognitivas del estudiante, generando una comprensión profunda y funcional. En la enseñanza de ingeniería, este enfoque resulta particularmente relevante, ya que los contenidos suelen tener un alto grado de abstracción. Relacionar la teoría con situaciones prácticas, anécdotas laborales o ejemplos de la vida cotidiana permitió que los estudiantes comprendieran los conceptos con mayor claridad y aplicabilidad. Este tipo de aprendizaje implica una relación activa con el conocimiento. El estudiante no solo memoriza, sino que establece conexiones significativas que transforman su modo de pensar y de actuar. En la experiencia analizada, los ejercicios prácticos y las conversaciones sobre casos reales facilitaron la construcción de significado, fortaleciendo la motivación y consolidando el aprendizaje desde la experiencia vivida.

Estos cuatro conceptos se articulan como un sistema integral. La motivación impulsa la disposición al aprendizaje; el acompañamiento emocional proporciona el soporte afec-

tivo necesario; el clima de aula positivo actúa como marco que sostiene las interacciones, y el aprendizaje significativo emerge como el resultado visible del proceso. En conjunto, conforman una pedagogía humanizadora, donde la dimensión emocional no se contrapone al rigor académico, sino que lo complementa. Como señala Jara (2018), sistematizar una práctica implica reconocer las relaciones entre sus componentes para comprender cómo producen determinados efectos educativos.

La comprensión de estas interrelaciones permite avanzar hacia una fase analítica más profunda. En el siguiente apartado se formularán las dimensiones de análisis que derivan de estos conceptos, con el propósito de organizar la interpretación de la experiencia y establecer indicadores que hagan visibles sus aportes pedagógicos y humanos. La fundamentación conceptual desarrollada aquí constituye, por tanto, el puente entre la teoría y la práctica, consolidando el valor académico y formativo de la experiencia docente sistematizada.

2.8. Formulación de dimensiones

El análisis conceptual desarrollado en el apartado anterior permite identificar una serie de dimensiones de análisis que estructuran la experiencia sistematizada. Cada dimensión constituye una categoría interpretativa que agrupa conceptos relacionados y orienta la lectura del proceso vivido. En este caso, se definieron tres dimensiones principales: pedagógica, emocional y motivacional. Estas dimensiones, interconectadas entre sí, posibilitan comprender cómo el acompañamiento docente y el clima de aula influyeron en la motivación y el aprendizaje significativo de los estudiantes de ingeniería durante el retorno a la presencialidad postpandemia.

- **Dimensión pedagógica**. Abarca los procesos de enseñanza y aprendizaje que se construyen a partir de la interacción docente–estudiante. Se relaciona directamente con las metodologías empleadas, el diseño de las clases y las estrategias utilizadas para hacer del aprendizaje una experiencia significativa. Según Zabalza (2019), la docencia universitaria debe concebirse como un proceso reflexivo y flexible, capaz de integrar lo cognitivo con lo emocional. En esta experiencia, la dimensión pedagógica se manifestó a través de la incorporación de ejemplos prácticos, actividades participativas y el uso de dinámicas de refuerzo positivo. El propósito fue transformar la clase en un espacio activo donde los estudiantes aprendieran haciendo,

reflexionando y compartiendo. Esta dimensión también implicó una mirada crítica hacia el rol docente, entendiendo que enseñar no solo consiste en transmitir conocimientos, sino en crear las condiciones para que el estudiante construya sentido propio. De acuerdo con Díaz Barriga (2020), la pedagogía universitaria contemporánea exige un compromiso ético con el acompañamiento y la formación integral, lo que refuerza la relevancia de esta dimensión dentro de la sistematización.

- **Dimensión emocional**. Se vincula con los sentimientos, actitudes y vínculos que se generan dentro del aula, los cuales influyen directamente en el clima de aprendizaje. Para Bisquerra (2021), educar emocionalmente significa dotar a los estudiantes de herramientas para comprender y regular sus emociones, fortaleciendo así su bienestar personal y social. En la práctica sistematizada, esta dimensión se evidenció en el tiempo dedicado al diálogo, el uso del humor como mediador comunicativo y el reconocimiento individual de los logros. Estas acciones permitieron disminuir la ansiedad académica, aumentar la confianza y fomentar relaciones basadas en el respeto mutuo. La dimensión emocional, por tanto, se convierte en un eje transversal que sostiene tanto la motivación como el aprendizaje significativo. López y Herrera (2021) sostienen que la empatía y el acompañamiento afectivo son elementos esenciales para la permanencia universitaria, ya que refuerzan el sentido de pertenencia y la valoración del esfuerzo. En este sentido, la experiencia docente muestra que una educación universitaria humanizada no es una utopía, sino una necesidad para el desarrollo integral del estudiante.

- **Dimensión motivacional**. Está relacionada con las estrategias y condiciones que impulsan al estudiante a participar, esforzarse y perseverar en el proceso de aprendizaje. Desde la teoría de la autodeterminación, Deci y Ryan (2020) plantean que la motivación se incrementa cuando se promueve la autonomía, la competencia y la relación positiva con los demás. En la experiencia sistematizada, esta dimensión se hizo visible en las dinámicas que buscaban incentivar la participación voluntaria, el reconocimiento del esfuerzo y la celebración de los logros, tanto individuales como colectivos. El refuerzo positivo, los comentarios alentadores y el ambiente lúdico funcionaron como catalizadores del interés y la curiosidad. Estas estrategias contribuyeron a transformar la percepción de las asignaturas técnicas, tradicionalmente asociadas a la dificultad o al aburrimiento, en espacios de disfrute y superación. Según Pérez y Gómez (2020), las prácticas docentes que integran componentes

motivacionales generan aprendizajes más duraderos, pues fortalecen la implicación afectiva del estudiante con el conocimiento. De esta forma, la dimensión motivacional articula las demás, consolidando el objetivo central de esta experiencia: reencantar al estudiante con el aprendizaje.

Las tres dimensiones formuladas conforman un marco interpretativo que permitirá analizar la experiencia de manera integral. La dimensión pedagógica explica las acciones didácticas que facilitaron el aprendizaje significativo; la dimensión emocional evidencia el acompañamiento y la contención afectiva que fortalecieron el clima del aula, y la dimensión motivacional integra ambos aspectos para comprender cómo la motivación se convierte en resultado y motor del proceso educativo. Estas dimensiones no actúan de manera separada, sino que interactúan constantemente, reflejando una práctica docente coherente con las necesidades de la educación universitaria actual que estamos viendo y trabajando

2.9. Construcción de indicadores

El desarrollo de las dimensiones pedagógica, emocional y motivacional permite ahora formular indicadores que hagan visible cómo dichas dimensiones se manifestaron en la práctica docente. Los indicadores constituyen señales observables, medibles o descriptibles que muestran de manera concreta el impacto de una estrategia o acción educativa. En palabras de Flick (2014), los indicadores representan una forma de operacionalizar las categorías teóricas, permitiendo vincular la teoría con la realidad del aula. En esta sistematización, los indicadores permiten comprobar la coherencia entre la intención pedagógica del docente y los efectos observables en los estudiantes de ingeniería.

- **Indicadores de la dimensión pedagógica**. Esta dimensión se relaciona con las estrategias y metodologías aplicadas para favorecer el aprendizaje activo y significativo. En el aula, la innovación pedagógica se reflejó en prácticas concretas que promovieron la comprensión y la participación del estudiante. Los indicadores propuestos se relacionan con: a) los estudiantes desarrollan ejercicios aplicando conceptos teóricos a situaciones reales de ingeniería, b) el docente incorpora actividades participativas (preguntas dirigidas, debates cortos, resolución colaborativa de problemas), c) se evidencia mejora en la presentación de trabajos y organización de

ideas respecto a los primeros módulos del curso, d) los estudiantes solicitan retroalimentación de manera autónoma para mejorar sus resultados. Cada uno de estos indicadores demuestra cómo la dimensión pedagógica trascendió la simple transmisión de contenidos, convirtiéndose en un proceso reflexivo y participativo. Tal como plantea Díaz Barriga (2020), la calidad de la enseñanza universitaria radica en la capacidad del docente para adaptar las estrategias a las necesidades del grupo y propiciar un aprendizaje activo.

- **Indicadores de la dimensión emocional**. Aquí se evidenció la atención permanente a los estados afectivos y la creación de un clima de confianza dentro del aula. La gestión emocional del docente facilitó la convivencia e incrementó la autoestima de los estudiantes. Los indicadores propuestos se relacionan con: a) los estudiantes expresan abiertamente sus dudas y emociones durante la clase sin temor a ser juzgados, b) se observan actitudes de cooperación y apoyo mutuo entre los compañeros durante las actividades, c) disminuye la ansiedad ante las evaluaciones, reflejada en mayor participación voluntaria, d) el docente dedica tiempo sistemático a conversar sobre bienestar y motivación personal al inicio de la clase. Estos indicadores hacen visible que la dimensión emocional se convirtió en un eje transversal de la práctica docente y la escucha activa son competencias que fortalecen la conexión entre profesor y estudiante optimizando en rendimiento académico dentro del salón

- **Indicadores de la dimensión motivacional**. Concentra acciones orientadas a estimular el interés, la autonomía y la perseverancia de los estudiantes. En esta experiencia, el refuerzo positivo, el humor pedagógico y el reconocimiento simbólico (por ejemplo, entregar caramelos o llaveros por respuestas acertadas) fueron estrategias efectivas para incentivar la participación. Los indicadores propuestos se relacionan con: a) incremento visible en la participación voluntaria en clase y en la entrega puntual de tareas, b) los estudiantes muestran entusiasmo y disposición al iniciar actividades nuevas, c) se observa un aumento en el número de intervenciones espontáneas con aportes pertinentes, d) los alumnos expresan verbalmente satisfacción o agrado con la dinámica de clase. Estos indicadores muestran cómo la dimensión motivacional generó un cambio observable en la conducta académica. De acuerdo con Deci y Ryan (2020), cuando el entorno satisface las necesidades de autonomía, competencia y relación, los estudiantes desarrollan una motivación intrínseca más estable, orientada al aprendizaje por placer y no por obligación. En

conjunto, los indicadores formulados para las tres dimensiones permiten evidenciar cómo las estrategias docentes implementadas impactaron tanto en lo cognitivo como en lo emocional.

2.10. Fuentes y métodos de verificación

La construcción de indicadores permitió identificar evidencias observables de las dimensiones pedagógica, emocional y motivacional presentes en la práctica docente. Sin embargo, para dotar de validez y confiabilidad al proceso de sistematización, es necesario precisar las fuentes y los métodos de verificación que confirmarán dichos indicadores. Siguiendo a Flick (2014), la credibilidad de un análisis depende de la claridad con la que se definen las fuentes de información y las técnicas empleadas para su análisis. Este apartado describe los materiales, registros y testimonios que servirán como evidencia, así como los procedimientos que garantizarán la coherencia metodológica. Las fuentes seleccionadas provienen tanto de registros directos de clase como de documentos producidos por los estudiantes y el propio docente durante el desarrollo de las asignaturas de ingeniería. Se agrupan en tres tipos principales:

- **Fuentes documentales**. Incluyen listas de asistencia, evaluaciones parciales, planificaciones de clase, materiales de apoyo y guías de laboratorio. Estos documentos reflejan la secuencia didáctica y la progresión del aprendizaje, permitiendo verificar los indicadores pedagógicos relacionados con la aplicación práctica del conocimiento y la organización de las actividades.

- **Fuentes observacionales**. Corresponden a las notas de campo del docente, registros de participación en el aula y observaciones sobre las dinámicas grupales. Estas evidencias permiten identificar manifestaciones de la dimensión emocional y motivacional, tales como el nivel de entusiasmo, la colaboración entre pares y la disposición frente a las actividades propuestas.

- **Fuentes testimoniales**. Incluyen encuestas breves y entrevistas semiestructuradas aplicadas a los estudiantes, donde expresan su percepción sobre la metodología de enseñanza, la comunicación con el docente y el clima emocional del curso. Estas fuentes complementan las anteriores al ofrecer una perspectiva cualitativa que refuerza los indicadores subjetivos de satisfacción y confianza académica.

Como señala Yin (2014), la triangulación de fuentes permite fortalecer la validez de los hallazgos, al contrastar evidencias provenientes de diferentes medios y actores. Cada fuente se analizará mediante técnicas adecuadas a su naturaleza, garantizando la rigurosidad del proceso:

- **Análisis de contenido**. Se aplicará al material documental (planificaciones, tareas, exámenes) para identificar patrones recurrentes que confirmen los avances en la comprensión conceptual y en la aplicación práctica de los conocimientos.
- **Análisis comparativo**. Permitirá contrastar productos académicos iniciales y finales, observando progresos en la calidad del trabajo estudiantil y en la coherencia de los informes. Esta técnica se asocia a los indicadores de la dimensión pedagógica.
- **Análisis temático**. Se utilizará en las respuestas de encuestas y entrevistas para reconocer temas emergentes vinculados a la motivación y al clima emocional del aula. Este método facilita interpretar percepciones subjetivas sin perder el enfoque académico.
- **Triangulación de resultados**. Los datos obtenidos por diferentes medios serán integrados para reforzar la confiabilidad de la interpretación. Tal como plantea Jara (2018), en la sistematización educativa la combinación de evidencias escritas, observadas y relatadas otorga solidez al relato analítico.

La elección de fuentes múltiples responde a la necesidad de captar tanto los aspectos objetivos (como los resultados de aprendizaje) como los subjetivos (motivación, participación y bienestar emocional). La triangulación metodológica asegura que la sistematización se base en datos consistentes y verificables. Además, el uso de registros reales de clase y testimonios directos refuerza la autenticidad del proceso, lo que, según Flick (2014), constituye una de las condiciones esenciales para validar estudios cualitativos en educación. Esta integración entre indicadores, fuentes y métodos permite garantizar que las dimensiones analizadas cuenten con evidencias empíricas suficientes para sostener los argumentos del capítulo. De este modo, el proceso de verificación no solo consolida la coherencia interna del estudio, sino que también demuestra su rigurosidad y pertinencia académica.

La siguiente matriz sintetiza la relación entre dimensiones, indicadores, fuentes y métodos de verificación construidos durante el Módulo 2, constituyendo el núcleo analítico de la sistematización

Tabla 2.1: Matriz de la sistematización

Dimensión	**Indicadores**	**Fuentes / Evidencias**	**Métodos de Verificación**
Pedagógica	▪ Los estudiantes aplican conceptos teóricos a ejercicios reales. ▪ Se promueven debates y resolución colaborativa de problemas. ▪ Mejora en la estructura de informes académicos.	Planificaciones, tareas, exámenes, registros de clase.	Análisis de contenido, comparación de productos iniciales y finales.
Emocional	▪ Los estudiantes expresan emociones sin temor. ▪ Se fortalecen la cooperación y el respeto. ▪ Disminuye la ansiedad en evaluaciones.	Encuestas de percepción, notas de campo, bitácora docente.	Análisis temático de testimonios, triangulación con observaciones.
Motivacional	▪ Aumento de participación voluntaria. ▪ Entrega puntual de tareas y entusiasmo ante nuevos retos. ▪ Manifestaciones verbales de agrado hacia las dinámicas.	Registros de asistencia, observaciones del docente, retroalimentación estudiantil.	Triangulación de evidencias, análisis comparativo de participación.

Fuente: elaboración propia.

2.11. Justificación teórica del conjunto

La fundamentación teórica del conjunto constituye el cierre analítico del Módulo 2 y tiene como propósito dar solidez académica al proceso de sistematización desarrollado. A lo largo de este módulo se construyó un andamiaje conceptual y operativo que permitió identificar los conceptos estructurantes, organizarlos en dimensiones, formular indicadores y establecer fuentes y métodos de verificación.

Este apartado explicará por qué dichas decisiones metodológicas y conceptuales son coherentes entre sí y se sustentan en la literatura académica. Los conceptos estructurantes seleccionados reflejan el enfoque pedagógico que orienta la práctica universitaria actual. De acuerdo con Herrington y Parker (2022), el aprendizaje situado ofrece experiencias auténticas que promueven la resolución de problemas reales y la construcción de significado en contextos relevantes.

En este sentido, cada actividad de clase se diseñó para vincular la teoría con la práctica, permitiendo que los estudiantes desarrollen competencias profesionales mediante la experimentación guiada. La evaluación auténtica, por su parte, se convierte en un componente esencial de la enseñanza significativa.

Boud y Soler (2016) sostienen que evaluar de manera auténtica implica generar procesos dialógicos donde el estudiante reflexiona sobre sus avances y recibe retroalimentación útil para su desarrollo futuro. Complementariamente, la metacognición se integra como eje transversal de esta experiencia. Panadero (2022) y Efklides (2020) afirman que fomentar la autorregulación del aprendizaje fortalece la autonomía, la motivación intrínseca y la capacidad de autocrítica del estudiante universitario, favoreciendo aprendizajes duraderos y transferibles.

2.12. Integración de dimensiones e indicadores

La experiencia docente se organizó en tres dimensiones analíticas, pedagógica, emocional y motivacional, que emergen de los conceptos estructurantes mencionados.

- La dimensión pedagógica se centra en el rol del docente como facilitador del aprendizaje activo, sustentado en el acompañamiento constante y la aplicación práctica de los contenidos. Kirschner y Hendrick (2020) explican que el aprendizaje se consolida cuando el estudiante comprende por qué y cómo aplicar los conocimientos

adquiridos, lo cual se logra mediante una docencia basada en la interacción y el razonamiento guiado.

- La dimensión emocional reconoce la relevancia de los afectos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pekrun y Linnenbrink-García (2023) señalan que las emociones positivas, como el interés y la confianza, potencian la atención, la memoria y el rendimiento académico. En consecuencia, generar un ambiente de respeto y cercanía donde el docente se interesa por el bienestar estudiantil y fomenta un clima propicio para aprender.

- La dimensión motivacional busca fortalecer el compromiso y la persistencia del estudiante. Schutz y Zembylas (2020) argumentan que la motivación se construye a través de interacciones donde el alumno se siente valorado y retado. En esta línea, las estrategias aplicadas (reconocimientos simbólicos, humor, refuerzo positivo) promovieron la participación voluntaria y la autoconfianza.

Los indicadores derivados de estas dimensiones permiten observar de forma sistemática los avances alcanzados: aumento en la participación, mejora en la interacción grupal y disposición positiva frente a tareas complejas.

Según Fardella et al. (2021), operacionalizar los aprendizajes mediante indicadores verificables otorga credibilidad al proceso de sistematización y facilita su análisis posterior.

2.13. Fuentes y métodos de verificación

La selección de fuentes (registros de clase, encuestas, reflexiones escritas y observaciones de aula) y de métodos (análisis temático, triangulación y comparación entre productos) responde a la necesidad de sustentar empíricamente las conclusiones del estudio. Hernández-Sampieri y Mendoza (2023) destacan que la validez de un proceso cualitativo se fundamenta en la coherencia entre las categorías analíticas y la forma en que se recogen y contrastan los datos.

Asimismo, Díaz-Barriga (2020) enfatiza que toda práctica pedagógica requiere ser interpretada desde su contexto, articulando la observación empírica con los marcos teóricos que la sustentan. En este caso, el uso de múltiples fuentes asegura la triangulación

de la información y fortalece la validez interna del análisis, cumpliendo el principio de rigurosidad y transparencia investigativa.

La integración de conceptos, dimensiones, indicadores, fuentes y métodos responde a una lógica coherente: los conceptos brindan sentido, las dimensiones organizan la experiencia, los indicadores la hacen observable, y las fuentes y métodos la verifican.

Castillo y Moreno (2021) plantean que la sistematización de experiencias docentes debe entenderse como un proceso de *investigación reflexiva* donde el docente se convierte en generador de conocimiento pedagógico. En coherencia con esto, el modelo construido no solo describe una experiencia exitosa, sino que ofrece un marco replicable para promover el aprendizaje activo y emocionalmente significativo en la educación superior.

El conjunto, por tanto, otorga validez académica y pertinencia institucional, mostrando que la docencia universitaria puede integrar el rigor científico con la sensibilidad humana. Como afirma Fardella et al. (2021), sistematizar no es solo narrar, sino *interpretar y argumentar con base teórica las transformaciones educativas observadas*.

La fundamentación teórica del conjunto evidencia que la práctica docente sistematizada responde a criterios contemporáneos de enseñanza universitaria: aprendizaje situado, evaluación auténtica, metacognición y educación emocional. Esta articulación permite comprender el aula como un espacio de investigación, donde el conocimiento se construye de manera colaborativa, reflexiva y verificable. Así se consolida la dimensión científica del proceso, sentando las bases para el análisis de resultados y la transferencia de aprendizajes en el siguiente módulo.

2.14. Resultados obtenidos

Uno de los primeros resultados observados fue un incremento progresivo en la participación verbal durante las clases. Estudiantes que inicialmente se mantenían en silencio empezaron a intervenir con mayor frecuencia, motivados por un ambiente donde sus aportes eran escuchados y valorados sin burlas ni juicios. El diálogo inicial de cada sesión funcionó como un espacio seguro para romper la tensión emocional y disminuir la ansiedad académica acumulada tras la pandemia.

La práctica de iniciar las clases con preguntas sobre el estado emocional de los estudiantes generó un efecto significativo en la construcción de confianza interpersonal. Este momento breve permitió que los estudiantes experimentaran una sensación de acompa-

ñamiento y legitimidad de su voz, lo que fortaleció su disposición a aprender contenidos con alta carga matemática o lógica operacional.

El refuerzo positivo, especialmente a través de reconocimientos simbólicos como caramelos o pequeños obsequios, impactó directamente sobre la motivación intrínseca. Los estudiantes empezaron a asociar el aprendizaje con emociones positivas, reduciendo la percepción de "dificultad" o "temor" hacia las asignaturas de ingeniería.

La estrategia del humor respetuoso se consolidó como un recurso didáctico eficaz para disminuir la tensión cognitiva. El tono amigable de expresiones como "¡estás despedido!" en situaciones de error generó risas espontáneas, lo que redujo el miedo a equivocarse, situación altamente común en cursos de matemáticas aplicadas.

Se evidenció mayor perseverancia ante ejercicios complejos. Antes de la intervención, los estudiantes abandonaban rápidamente un problema cuando no encontraban la solución. Tras la implementación de estrategias socioafectivas, mostraron mayor tolerancia a la frustración y disposición para recibir retroalimentación paso a paso.

El clima emocional del aula experimentó un cambio sustancial. Se pasó de un ambiente rígido, silencioso y tenso, a uno dinámico, colaborativo y seguro emocionalmente. Este cambio fue perceptible incluso en la comunicación no verbal: miradas atentas, sonrisas espontáneas y posturas corporales de apertura hacia la clase.

En relación con el rendimiento académico, se observó una mejora en la comprensión de conceptos básicos. Muchos estudiantes manifestaron que lograron "entender por primera vez" nociones como resistencias equivalentes, sumatoria de corrientes o propiedades de la derivada, conceptos que previamente percibían como inalcanzables.

Se incrementó la frecuencia de preguntas espontáneas en clase. Esto es importante porque la producción de preguntas es un indicador de pensamiento crítico, curiosidad y apropiación del contenido. Estudiantes que antes evitaban intervenir empezaron a solicitar aclaraciones o ejemplos reales. Asimismo, se fortaleció la cohesión grupal. Los estudiantes comenzaron a ayudarse entre sí, explicando pasos o resolviendo dudas de manera colaborativa. El trabajo en pareja se volvió más efectivo, ya que la confianza interpersonal redujo la tensión inicial y facilitó la comunicación académica.

El acompañamiento personalizado —acercarse al pupitre, explicar con calma o brindar pistas— aumentó la percepción de apoyo docente. Los estudiantes reportaron sentir "que no estaban solos" en el proceso y que el docente se involucraba de manera auténtica en su aprendizaje.

Hubo un cambio positivo en la autopercepción académica. Al principio del curso, muchos expresaban frases como “no soy bueno para matemáticas”. Con el avance de la experiencia, comenzaron a decir “creo que puedo aprender”, demostrando un desplazamiento hacia una mentalidad de crecimiento.

La disposición a asistir a clase mejoró de manera notable. El ambiente emocionalmente seguro redujo el ausentismo injustificado, y la expectativa de una clase más cercana y dinámica se convirtió en un factor de atracción hacia el espacio formativo.

Se observó una mayor capacidad para aplicar los conceptos al análisis de situaciones reales. Esto se explicó porque, al disminuir la ansiedad, los estudiantes pudieron dedicar más recursos cognitivos a la comprensión profunda y al razonamiento aplicado.

Las estrategias socioafectivas fortalecieron la atención sostenida. Los estudiantes mantuvieron mayor concentración durante la resolución de ejercicios y mostraron interés por comprender el desarrollo de cada procedimiento matemático.

Se generó una cultura del error como oportunidad de aprendizaje. Con el ambiente lúdico y respetuoso, cometer errores dejó de ser una experiencia vergonzosa para convertirse en un paso natural del proceso formativo. Igualmente se redujo la resistencia inicial hacia las asignaturas de ingeniería. La percepción de “materias imposibles” disminuyó significativamente, pues el clima humano permitió que la matemática y los circuitos se vieran como desafíos alcanzables y no como barreras.

Del mismo modo se fortalecieron las habilidades comunicativas. Al fomentar un espacio de conversación abierta, los estudiantes desarrollaron mejor capacidad para expresar dudas, explicar razonamientos y justificar procedimientos.

La experiencia favoreció el desarrollo de actitudes positivas hacia la vida universitaria. Muchos estudiantes manifestaron sentirse más integrados al ambiente académico y haber recuperado la motivación que perdieron durante la educación virtual. Los estudiantes demostraron mayor disposición a asumir responsabilidades académicas. Hubo un incremento en la entrega puntual de tareas, la participación en prácticas y el interés por solicitar asesorías adicionales.

Finalmente, emergió un cambio en la identidad docente del grupo: los estudiantes empezaron a ver al docente como un referente cercano y confiable, capaz de acompañar su proceso con humanidad sin disminuir la exigencia académica. Esta transformación evidencia que la humanización del aprendizaje es un factor clave para mejorar los resultados, el compromiso estudiantil y la permanencia en carreras técnicas de alta exigencia.

2.15. Conclusiones y reflexiones finales

La sistematización de esta experiencia demuestra que la humanización del aprendizaje no es un complemento prescindible, sino un componente esencial para el éxito académico en carreras de ingeniería. Cuando el docente reconoce la dimensión emocional de los estudiantes y la integra en su práctica, se fortalece el vínculo pedagógico y se generan condiciones propicias para aprender contenidos altamente abstractos.

Los resultados evidencian que estrategias sencillas —el saludo cercano, la conversación inicial, el humor respetuoso, el refuerzo positivo— poseen un impacto significativo en la motivación estudiantil. Estos gestos, aunque pequeños, transforman la percepción que los estudiantes tienen de sí mismos y del proceso de aprendizaje, reduciendo la ansiedad y aumentando la disposición a participar de manera activa.

Se concluye que el aprendizaje en ingeniería no puede limitarse al desarrollo cognitivo o técnico; requiere integrar la dimensión socioemocional para promover una comprensión profunda y sostenida. La pandemia dejó secuelas en la interacción, la autoestima académica y la confianza para resolver problemas; por ello, una pedagogía humanizada resulta imprescindible para reconstruir estas capacidades.

La experiencia confirma que el miedo a equivocarse es uno de los principales inhibidores del aprendizaje en matemáticas y circuitos. Al construir un ambiente donde el error se reconoce como parte natural del proceso formativo, los estudiantes participan con mayor libertad, experimentan sin temor y desarrollan una mentalidad de crecimiento.

Uno de los hallazgos centrales es el fortalecimiento de la participación estudiantil. La sistematización evidencia que la motivación no surge únicamente de la relevancia del contenido, sino del clima emocional que sostiene la clase. Cuando el estudiante se siente valorado y escuchado, aumenta su involucramiento cognitivo y afectivo.

La experiencia demuestra que la empatía y la exigencia no son dimensiones opuestas, sino complementarias. Una pedagogía humanizada no implica reducir el rigor académico, sino generar las condiciones emocionales necesarias para que los estudiantes se atrevan a enfrentar la complejidad de la ingeniería con seguridad y persistencia.

El abordaje afectivo aplicado en esta experiencia permitió superar la inercia emocional producto de la educación virtual. La presencia del docente como acompañante —no como figura distante— ayudó a restablecer habilidades deterioradas: la comunicación oral, la cooperación y la atención sostenida.

La sistematización también revela que la innovación educativa no siempre depende de

dispositivos tecnológicos o metodologías complejas. En muchos casos, la verdadera innovación se encuentra en la capacidad de mirar al estudiante como persona, reconociendo su historia, sus emociones y su contexto.

La humanización del aprendizaje generó efectos positivos en la autoestima académica: estudiantes que antes se autodefinían como "malos para matemáticas" comenzaron a reconocerse capaces, construyendo una narrativa de autovaloración que influye directamente en su permanencia en la carrera.

La práctica permitió identificar que la motivación no es un fenómeno espontáneo, sino el resultado de interacciones pedagógicas cuidadosas. La escucha activa, el acompañamiento cercano y el reconocimiento genuino son claves para sostener la motivación en un contexto postpandemia.

Esta sistematización reafirma que la educación superior requiere un cambio cultural que sitúe al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje, no solo como receptor de contenidos, sino como sujeto activo, emocionalmente complejo y con necesidades particulares que deben ser atendidas.

La experiencia demuestra que las estrategias socioafectivas no solo mejoran el clima del aula, sino que también inciden directamente en los resultados académicos. La mejora en la comprensión de conceptos matemáticos y de circuitos se vio impulsada por un ambiente de confianza que permitió mayor concentración y perseverancia.

En el ámbito institucional, esta experiencia aporta evidencias de que la humanización del proceso formativo puede convertirse en una estrategia clave para fortalecer la permanencia estudiantil en carreras de alta dificultad. Integrar la dimensión afectiva contribuye a disminuir la deserción y a construir comunidades de aprendizaje más sólidas.

Una reflexión importante radica en el rol del docente como mediador emocional. Reconocer la vulnerabilidad de los estudiantes implica asumir una postura ética basada en el respeto, la sensibilidad y la responsabilidad pedagógica. El profesor que humaniza la clase transforma el aula en un espacio donde aprender también significa cuidar.

La sistematización confirma que la recuperación del sentido del aprendizaje es un proceso profundamente humano. Cuando los estudiantes descubren que el conocimiento está vinculado con su vida, con sus emociones y con su futuro profesional, se comprometen de manera auténtica y sostenida.

Esta experiencia aporta una evidencia clara: la educación afectiva no es una moda pedagógica, sino una necesidad histórica en el escenario postpandemia. La reconstrucción

de la motivación y la participación requiere estrategias que integren dimensión cognitiva y dimensión emocional en un solo acto educativo.

A modo de reflexión final, este capítulo demuestra que la docencia universitaria debe repensarse desde una mirada integral. Enseñar Matemáticas y Circuitos no es solo transmitir fórmulas, sino acompañar procesos de vida: devolver confianza, inspirar curiosidad, fortalecer la autonomía y alimentar el deseo de aprender.

La humanización de la enseñanza debe asumirse como un principio transversal en la formación en ingeniería. Esta experiencia confirma que, sin conexión emocional, el conocimiento técnico se vuelve frágil, poco duradero y difícil de transferir a la práctica profesional.

El proceso vivido invita a otros docentes a reconocer el poder transformador de lo sencillo: preguntar cómo están, celebrar los logros, acompañar los errores, sonreír mientras se enseña. Pequeños gestos pueden abrir grandes puertas a la comprensión, a la motivación y a la permanencia.

La reflexión más profunda que deja esta sistematización es que humanizar no es "suavizar" la universidad, sino devolverle su esencia: formar seres humanos capaces de pensar, sentir y construir futuro. En este sentido, una clase humanizada no solo enseña contenidos; enseña a vivir la ingeniería con sentido, dignidad y esperanza.

2.16. Recomendaciones y aportes hacia el futuro

- Se recomienda consolidar la humanización del aprendizaje como una línea transversal en las asignaturas de ingeniería, especialmente en los primeros semestres, donde los estudiantes presentan mayores niveles de inseguridad y dificultad para adaptarse al ritmo universitario. Implementar protocolos institucionales de acompañamiento emocional contribuiría a fortalecer la permanencia académica.

- Es fundamental capacitar a los docentes en estrategias socioafectivas que complementen la enseñanza técnica. Talleres sobre comunicación empática, gestión emocional en el aula y motivación académica permitirían que más profesores integren prácticas centradas en el bienestar estudiantil.

- Se sugiere institucionalizar espacios breves de diálogo al inicio de las clases, como herramienta para fortalecer el vínculo docente–estudiante y detectar tempranamente

dificultades emocionales o académicas. Esta práctica, replicable y de bajo costo, puede convertirse en un elemento clave de la vida universitaria.

- Las facultades de ingeniería deberían promover una cultura donde el error se gestione como una oportunidad de aprendizaje. Esto implica revisar prácticas evaluativas excesivamente punitivas y reemplazarlas por métodos formativos que valoren el proceso más que el resultado.

- Se recomienda integrar estrategias motivacionales en el diseño curricular, como reconocimiento de logros, dinámicas participativas y actividades que fomenten la curiosidad. Estos elementos pueden ser incluidos explícitamente dentro de los microcurrículos como parte del enfoque pedagógico.

- Para un aprendizaje significativo, se sugiere continuar fortaleciendo la conexión entre teoría y práctica mediante el uso de ejemplos reales, simulaciones y aplicaciones cotidianas de los conceptos matemáticos y eléctricos. Esto permite que los estudiantes otorguen sentido a los contenidos y comprendan su utilidad profesional.

- Es necesario desarrollar políticas de acompañamiento académico que incluyan tutorías personalizadas, asesorías grupales y programas de refuerzo para estudiantes con bajo dominio matemático. La intervención temprana puede evitar frustraciones y mejorar la trayectoria universitaria.

- Se recomienda promover investigaciones internas que evalúen el impacto de las estrategias de humanización en las tasas de aprobación, en la motivación y en la permanencia estudiantil. Documentar estas prácticas permitirá generar evidencia para decisiones pedagógicas a largo plazo.

- Los docentes podrían incorporar más actividades colaborativas que fomenten la cooperación, el diálogo y la resolución conjunta de problemas. El trabajo en equipo no solo fortalece el aprendizaje técnico, sino también las habilidades socioemocionales necesarias en la formación de ingenieros.

- Se sugiere incorporar microespacios lúdicos en el aula universitaria. Reconocimientos simbólicos, dinámicas breves o momentos de humor pueden funcionar como activadores de atención y energía en clases cognitivamente demandantes.

- La institución debería crear comunidades de práctica docente donde los profesores compartan experiencias humanizadas, intercambien estrategias y reflexionen colectivamente sobre el impacto emocional de la enseñanza. Esto permitiría construir un enfoque pedagógico común.

- A nivel tecnológico, se recomienda implementar plataformas que faciliten la retroalimentación cercana, rápida y personalizada, ya que esta contribuye al acompañamiento y al fortalecimiento de la confianza académica.

- Para fortalecer la adaptación de estudiantes pospandemia, sería valioso implementar un módulo introductorio de habilidades académicas y socioemocionales al inicio de la carrera. Aspectos como gestión del tiempo, comunicación asertiva y autocuidado son fundamentales para sostener el desempeño.

- Los currículos de ingeniería podrían incorporar asignaturas optativas sobre pedagogía, creatividad, emoción y aprendizaje, como componente complementario para futuros docentes o tutores. Esto ampliaría la visión humanista dentro del ámbito tecnológico.

- Se recomienda adoptar indicadores institucionales que evalúen no solo el rendimiento académico tradicional, sino también el clima emocional del aula, el nivel de participación, la percepción de acompañamiento y la autoconfianza del estudiante.

- La experiencia invita a repensar los modelos de autoridad docente. Se sugiere promover liderazgos pedagógicos basados en la cercanía, el respeto mutuo y la horizontalidad moderada, sin dejar de lado la exigencia académica necesaria en carreras técnicas.

- Como aporte hacia el futuro, la sistematización abre la posibilidad de desarrollar nuevas líneas de investigación sobre educación emocional en contextos universitarios de ingeniería, un campo aún poco explorado pero con alto potencial transformador.

- Es indispensable fomentar la formación continua del profesorado en neuroeducación, bienestar estudiantil y técnicas de enseñanza activa. La actualización docente constituye una herramienta clave para enfrentar los desafíos educativos contemporáneos.

- La institución debería considerar la adopción de políticas integrales de bienestar estudiantil que incluyan apoyo psicológico, espacios de escucha, programas de mentoría entre pares y actividades que fortalezcan la vida universitaria como comunidad humana.

- Se recomienda ampliar y replicar esta experiencia en otras asignaturas de ciencias básicas y ciclos disciplinares. La humanización del aprendizaje no debe ser un acto aislado, sino un compromiso permanente que permita construir universidades donde aprender sea también un proceso de crecimiento emocional, social y personal.

2.17. Transferencia de la experiencia y aplicaciones en el aula de clases

La experiencia sistematizada en la enseñanza de Matemáticas y Circuitos Eléctricos demuestra que la humanización del aprendizaje constituye un enfoque viable, replicable y fundamental en la educación universitaria contemporánea. Docentes de diversas disciplinas pueden transferir esta propuesta reconociendo, en primer lugar, que el aprendizaje es un proceso profundamente humano, influido por emociones, expectativas, miedos y trayectorias previas.

Tal y como señala Noddings (2013), ninguna práctica educativa puede prosperar si ignora la dimensión afectiva del estudiantado, especialmente en contextos pospandemia donde la fragilidad emocional permanece latente. En efecto, para replicar esta experiencia, es esencial que el docente comprenda la relevancia de iniciar cada clase con un espacio breve de diálogo humano. Estos “minutos de apertura emocional” no son tiempo perdido, sino una estrategia pedagógica que prepara cognitivamente al estudiante para aprender. Immordino-Yang y Damasio (2011) sostiene que las emociones no son elementos externos al pensamiento, sino la base neurobiológica que permite que el aprendizaje ocurra de manera significativa. Por ello, instaurar esta práctica constituye un componente clave de la transferencia.

Otra pauta fundamental consiste en reconocer que la participación estudiantil no mejora únicamente con estrategias cognitivas, sino con ambientes seguros donde equivocarse no sea motivo de vergüenza. La experiencia demuestra que el humor respetuoso, el reconocimiento positivo y la cercanía docente pueden transformar radicalmente la disposición

a participar. Como indican Hammond (2014) y García y Moreno (2022), el clima emocional del aula es un predictor directo de la motivación académica.

Para otros docentes, replicar esta práctica implica adoptar un enfoque pedagógico relacional. Esto significa concebir el acto educativo como un encuentro entre personas y no como una transferencia mecánica de contenidos. En este punto, autores como Buber (2008) afirman que la relación pedagógica auténtica emerge en el vínculo "Yo-Tú", donde el estudiante es reconocido como sujeto y no como objeto del proceso formativo.

Una recomendación metodológica consiste en institucionalizar el refuerzo positivo como estrategia formativa, no como premio superficial. El reconocimiento verbal, gestual o simbólico refuerza la autoeficacia y la percepción de competencia, elementos indispensables para el aprendizaje en asignaturas consideradas "difíciles". Bandura y Adams (1977) sostiene que la autoeficacia influye en la perseverancia, la resiliencia y la calidad de la participación.

El docente que aspire a replicar esta experiencia debe incorporar una pedagogía basada en la validación emocional. Esto implica reconocer explícitamente los esfuerzos del estudiantado, normalizar la dificultad de ciertos contenidos y acompañar los procesos con empatía. Rogers (1992) advierte que los entornos de aceptación y comprensión genuina favorecen la autonomía y la actualización personal del estudiante.

La aplicación de la experiencia también exige replantear la noción tradicional de disciplina en el aula. En lugar de imponer silencio, se busca generar condiciones de interacción significativa. Humanizar la clase no equivale a relajar los estándares académicos, sino a conectar cognitivamente desde el respeto mutuo. Hooks (2014) denomina a esta práctica "educación enganchada", una pedagogía que convoca al compromiso emocional, intelectual y ético.

Otra pauta transferible es el acompañamiento cercano durante la resolución de problemas matemáticos y eléctricos. Cuando el docente se acerca físicamente a los estudiantes que se estancan, ofrece pistas en voz baja o celebra pequeños avances, se activa una forma de tutoría microindividualizada que incrementa la confianza. Tinto (2017) señala que las interacciones personalizadas fomentan permanencia y compromiso académico.

Para quienes deseen replicar la práctica, es útil incorporar narrativas personales del docente sobre errores, fracasos o dificultades durante su propia formación. Esta humanización del rol docente reduce la distancia jerárquica y genera identificación.

Es así que Freire (2015) enfatiza que la educación es un acto de humildad, donde el docente también se reconoce vulnerable y en proceso. Por lo tanto, el uso estratégi-

co del humor respetuoso es otro elemento replicable. El humor, cuando es cuidadoso y no humillante, reduce la ansiedad, facilita la participación y mejora la memoria trabajando en sistemas cognitivos relajados (Garner, 2017). En la experiencia sistematizada, frases lúdicas como "estás despedido" se transformaron en mecanismos pedagógicos de descompresión afectiva.

Para transferir la experiencia es necesario diseñar actividades que integren emoción y cognición. En Matemáticas y Circuitos Eléctricos esto puede incluir desafíos progresivos, ejercicios contextualizados o explicaciones mediante analogías afectivas. Immordino-Yang y Damasio (2011) sostienen que la conexión emocional activa los sistemas de atención necesaria para procesar conceptos complejos.

La práctica demostró que humanizar la enseñanza también implica flexibilizar la comunicación docente. Acercarse al pupitre, preguntar con suavidad si comprendieron un procedimiento o verificar individualmente la ejecución técnica provoca un cambio profundo en la percepción de apoyo académico. Para replicarlo, otros docentes deben asumir una postura de disponibilidad afectiva, tal como menciona Wink y Wink (2004) en su propuesta de pedagogías situadas en el cuidado.

Una recomendación importante es fortalecer la escucha docente. Humanizar la clase no consiste únicamente en hablar con amabilidad, sino en escuchar activamente las inquietudes, los miedos y las frustraciones. Palmer (2008) señala que enseñar implica crear espacios donde la voz del estudiante pueda emerger sin temor.

Para aplicar esta experiencia en otras carreras, es indispensable comprender que la humanización no se opone al rigor, sino que lo sostiene. Los estudiantes rinden mejor cuando se sienten seguros y acompañados. Tough (2016) afirma que la motivación y la perseverancia se activan en entornos donde los estudiantes perciben conexiones humanas auténticas.

La transferencia exitosa también requiere replantear la temporalidad de la clase. Dedicar 5–10 minutos iniciales al diálogo emocional no resta tiempo académico: lo optimiza. La experiencia muestra que los estudiantes se concentran mejor después de liberar tensiones. Esto está respaldado por estudios neuroeducativos que demuestran que la emoción regula la atención (Tokuhama-Espinosa, 2019).

Otra estrategia replicable consiste en utilizar micro-celebraciones. Un caramelo, un aplauso o una breve frase motivadora funcionan como marcadores simbólicos que refuerzan la motivación intrínseca. Según Deci y Ryan (2020), la autonomía y la competencia percibida son pilares de la auto-motivación.

Para que otros docentes repliquen esta experiencia, deben reconocer la influencia del trauma educativo pospandemia. Los estudiantes que regresaron a la presencialidad arrastraban miedos, silencios prolongados y dificultades de interacción. DSMC (2021) indica que la ansiedad académica es un fenómeno que se agudizó durante la educación remota.

El docente debe también promover una cultura de error como oportunidad. En la experiencia sistematizada, los errores se celebraron como parte del aprendizaje, lo cual redujo el miedo a responder. Esto coincide con el planteamiento de Kapur (2015) sobre el "fracaso productivo".

La replicabilidad requiere integrar dinámicas de cooperación, no solo prácticas individuales. Actividades en parejas, debates guiados y trabajo colaborativo reducen la sensación de aislamiento académico. Johnson y Johnson (2018) sostienen que la interdependencia positiva incrementa el compromiso y la retención del aprendizaje.

Para aplicar esta metodología, es necesario que las instituciones reconozcan la importancia del bienestar estudiantil. Los docentes deben recibir apoyo institucional para implementar enfoques socioafectivos. La UNESCO (2021) subraya que la educación superior del siglo XXI debe integrar políticas de bienestar psicológico.

Otra pauta replicable es la adaptación lingüística. El docente humanizador explica conceptos técnicos complejos usando metáforas, ejemplos cotidianos y un tono accesible. Mayer (2024) confirma que el lenguaje comprensible mejora la carga cognitiva y facilita la retención.

Para replicar la experiencia, se recomienda establecer un ambiente donde la participación sea construida, no forzada. Invitar a responder, ofrecer tiempo para pensar y validar cada intervención son claves para que el estudiantado supere la timidez. Brookfield (2017) sugiere que la participación debe ser gradual, guiada y emocionalmente segura.

Una estrategia adicional consiste en incorporar retroalimentación inmediata. No esperar al final del semestre, sino corregir, orientar y celebrar avances en tiempo real. Sadler (2011) establece que la retroalimentación efectiva es aquella que ocurre durante la ejecución del aprendizaje. En términos globales, la transferencia de la experiencia implica comprender que la humanización es una práctica transversal, no un añadido. Puede implementarse en cualquier disciplina en carreras de ciencias técnicas en Educación Superior y ello denota su carácter interdisciplinario, pertinente y adaptado a las necesidades del estudiantado en los tiempos actuales.

2.18. Transición al vínculo curricular

Después de fundamentar conceptualmente y operativizar la experiencia, corresponde ahora mostrar cómo todo este proceso se articula con el proyecto formativo de la carrera de Ingeniería Industrial y con el perfil de egreso. La experiencia desarrollada en asignaturas como Cálculo, Ecuaciones Diferenciales y Circuitos Eléctricos no fue un ejercicio aislado, sino un espacio en el que los estudiantes aplicaron herramientas reales de la ingeniería, fortaleciendo competencias clave del plan de estudios.

El trabajo con MATLAB y Python en la resolución de ecuaciones diferenciales, así como el uso de CADe SIMU para simular circuitos eléctricos, permitió que los estudiantes vincularan conceptos teóricos con aplicaciones prácticas orientadas a la resolución de problemas reales. Esto aporta directamente a la formación profesional, pues promueve el pensamiento crítico, el dominio de software especializado, la modelación matemática y el análisis de sistemas: capacidades explícitamente mencionadas en el perfil del ingeniero industrial. En consecuencia, esta experiencia se conecta de manera natural con el currículo, ya que favorece el desarrollo de aprendizajes que la carrera considera esenciales: aplicación de matemáticas avanzadas, uso de herramientas tecnológicas, capacidad para analizar procesos y tomar decisiones basadas en datos. Esto abre el camino para identificar las competencias específicas involucradas y evidenciar cómo se manifestaron en la práctica docente.

- **Identificación de competencias del perfil:** La carrera de Ingeniería Industrial plantea un perfil de egreso orientado a formar profesionales capaces de optimizar sistemas productivos, aplicar principios matemáticos y científicos, trabajar en equipo, evaluar la factibilidad de proyectos y utilizar software especializado. A partir de este marco, se identifican las competencias que dialogan directamente con la experiencia desarrollada.

- **Aplicación de Matemáticas y Ciencias Básicas:** Esta competencia se relaciona directamente con las actividades realizadas en Cálculo y Ecuaciones Diferenciales. El trabajo con Transformada de Laplace, método de Euler y simulaciones numéricas en MATLAB y Python permitió que los estudiantes comprendieran el comportamiento de sistemas dinámicos, solucionaran ecuaciones diferenciales aplicadas y visualizaran resultados mediante gráficos y modelos. Esta competencia es esencial

en Ingeniería Industrial, pues permite analizar problemas de producción, optimizar procesos y modelar fenómenos reales.

- **Manejo de software especializado:** MATLAB, Python y CADe SIMU fueron herramientas fundamentales en la experiencia. Su uso fortaleció la capacidad del estudiante para modelar procesos, simular circuitos, analizar datos y resolver problemas mediante tecnologías que son estándar en la formación de ingenieros. En cuanto a su pertinencia, el perfil de la carrera exige el dominio de herramientas tecnológicas para el análisis y la toma de decisiones. Esta experiencia aportó directamente a esa competencia.

- **Evaluación de problemas de producción y procesos:** El análisis de funciones, tasas de cambio, comportamiento de sistemas dinámicos y circuitos eléctricos permitió a los estudiantes observar cómo variables pequeñas producen variaciones relevantes en un proceso. Esto es pertinente por cuanto la Ingeniería Industrial requiere comprender los sistemas como entidades complejas y prever sus respuestas ante diferentes condiciones.

- **Trabajo en equipo y comunicación técnica**: Las actividades prácticas con software fueron realizadas en parejas o grupos pequeños, favoreciendo la discusión, la toma de decisiones compartida y la presentación oral de resultados. El perfil de egreso destaca la capacidad de colaborar con otros y comunicar hallazgos de forma clara.

A partir de las competencias identificadas, se concretan los siguientes resultados de aprendizaje observados en los estudiantes:

- **Resultado 1: Aplican métodos matemáticos avanzados en la resolución de problemas:** Los estudiantes resolvieron ecuaciones diferenciales aplicadas utilizando Transformada de Laplace, método de Euler y soluciones simbólicas en MATLAB y Python.

- **Resultado 2: Utilizan software especializado para modelar y simular sistemas:** El uso de MATLAB, Python y CADe SIMU evidenció su capacidad para trabajar con herramientas digitales de análisis y simulación.

Tabla 2.2: Mapa narrado de alineación (actividad → resultado → evidencia)

Actividad	Resultado de aprendizaje	Evidencia
Simulación de circuitos	Interpretación de datos	Reportes y capturas
MATLAB y Python	Aplicación de métodos matemáticos	Gráficos y códigos
Trabajo colaborativo	Comunicación técnica	Presentaciones
Problemas aplicados	Manejo de software	Productos individuales

Fuente: elaboración propia.

- **Resultado 3: Interpretan resultados numéricos y gráficos para tomar decisiones:** Los estudiantes analizaron gráficos, curvas de respuesta, comportamiento de sistemas dinámicos y corriente/voltaje en circuitos simulados.
- **Resultado 4: Comunican procesos y conclusiones técnicas:** La presentación de sus simulaciones y la argumentación de los pasos utilizados fortalecieron la comunicación técnica.
- **Resultado 5: Trabajan colaborativamente en actividades prácticas:** Las tareas grupales promovieron el intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas.

Las siguientes actividades permitieron vincular la experiencia con el currículo y generar evidencias verificables:

- **Actividad 1: Resolución de ecuaciones diferenciales con MATLAB y Python.** Evidencias: Capturas de código, Gráficos de soluciones, Comparación entre métodos numéricos.
- **Actividad 2: Simulación de circuitos eléctricos en CADe SIMU.** Evidencias: Diagramas de circuitos, Reportes de simulación, Análisis de señales y respuestas.
- **Actividad 3: Resolución colaborativa de problemas aplicados.** Evidencias: Presentaciones orales, Informes grupales, Registro de discusiones en clase.
- **Actividad 4: Análisis e interpretación de datos generados por el software.** Evidencias: Tablas comparativas, Gráficos interpretados, Justificación de decisiones.

2.19. Reflexión sobre la alineación curricular

La experiencia desarrollada evidencia una articulación clara entre la práctica docente y el currículo de Ingeniería Industrial. El uso de software especializado, la resolución de problemas reales y el enfoque en competencias profesionales demuestran que la enseñanza no solo se centró en contenidos, sino en la formación integral del estudiante. El trabajo permitió que los estudiantes enfrentaran problemas similares a los que resolverán en su práctica profesional, fortaleciendo competencias esenciales para su perfil de egreso. Además, la experiencia aportó coherencia formativa, pues los aprendizajes obtenidos pueden ser trazados directamente hacia los objetivos del plan de estudios.

La experiencia desarrollada en las asignaturas de Cálculo, Ecuaciones Diferenciales y Circuitos Eléctricos representó un ejercicio formativo que dialogó de manera directa con el currículo de Ingeniería Industrial y con su perfil de egreso. Haber trabajado con software especializado como MATLAB, Python y CADe SIMU permitió que los estudiantes aplicaran conocimientos matemáticos y tecnológicos que forman parte esencial de la formación profesional del ingeniero industrial. Esta articulación muestra que la experiencia no fue un hecho aislado, sino parte de un proceso educativo coherente.

La alineación curricular se evidencia principalmente en la relación entre los resultados de aprendizaje observados y las competencias que el plan de estudios declara como fundamentales. La capacidad de resolver problemas complejos mediante métodos matemáticos, interpretar resultados de simulación y tomar decisiones basadas en evidencia técnica se fortalece significativamente cuando los estudiantes trabajan con herramientas que se utilizan realmente en el campo profesional. En ese sentido, la experiencia contribuyó a reforzar la formación integral del estudiante, un aspecto que la literatura reconoce como clave en la calidad de los procesos educativos (Barnett, 2001); (Zabalza, 2003).

A pesar de estas fortalezas, la alineación curricular no estuvo exenta de desafíos. Uno de ellos fue el nivel heterogéneo de dominio tecnológico de los estudiantes, especialmente en el uso de MATLAB y Python. Si bien la experiencia permitió que todos avanzaran, este punto evidencia la necesidad de incluir, dentro del currículo, estrategias más explícitas para nivelar competencias tecnológicas básicas. También se encontraron tensiones relacionadas con el tiempo de clase disponible para profundizar en simulaciones complejas, lo que limitó la posibilidad de desarrollar proyectos de mayor alcance. Sin embargo, los aprendizajes obtenidos de esta experiencia abren oportunidades claras para el fortalecimiento del currículo.

- En primer lugar, se evidencia que la integración de software de simulación no solo mejora la comprensión de contenidos matemáticos y eléctricos, sino que potencia competencias profesionales como el análisis crítico, la resolución de problemas, el pensamiento sistémico y el manejo de herramientas digitales.
- En segundo lugar, la experiencia confirma que el currículo se beneficia cuando las actividades de aula incorporan metodologías activas, proyectos aplicados y ejercicios que modelan situaciones reales del campo industrial.
- Finalmente, esta reflexión permite afirmar que la experiencia contribuyó a la formación de un ingeniero industrial más preparado para enfrentar los retos de la industria, más competente tecnológicamente y más capaz de tomar decisiones basadas en análisis matemático y evidencia técnica. Esto refuerza la pertinencia curricular del proceso y abre camino para futuras mejoras que fortalezcan la coherencia entre la teoría, la práctica docente y las demandas profesionales del sector industrial.

Este andamiaje teórico permitió establecer con claridad el aporte que la experiencia desarrollada tiene para el currículo y el perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Industrial. El análisis progresivo de competencias, resultados de aprendizaje, actividades y evidencias permitió construir una comprensión sólida de cómo la práctica docente puede contribuir al desarrollo profesional del estudiante.

En primer lugar, se confirmó que las competencias seleccionadas —aplicación de matemáticas y ciencias básicas, dominio de software especializado, capacidad para analizar procesos y trabajo colaborativo— fueron efectivamente fortalecidas durante la experiencia. Las actividades desarrolladas con MATLAB y Python permitieron que los estudiantes modelaran y resolvieran ecuaciones diferenciales aplicadas, mientras que el uso de CADe SIMU acercó a los estudiantes a la lógica de simulación que se emplea en sistemas eléctricos reales. La integración de estos softwares en la enseñanza refleja una alineación concreta con el perfil profesional del ingeniero industrial, quien requiere habilidades para analizar sistemas dinámicos, interpretar datos y tomar decisiones basadas en evidencia.

En segundo lugar, el trabajo evidenció una coherencia plena entre los resultados de aprendizaje y las actividades diseñadas. La resolución de problemas matemáticos complejos condujo a interpretaciones técnicas que se registraron mediante simulaciones, gráficos y análisis comparativos. Este proceso generó evidencias verificables, informes, capturas, códigos, diagramas y presentaciones que permiten demostrar que los estudiantes alcanzaron los resultados esperados en el plan de estudios.

Asimismo, se identificaron limitaciones importantes que ofrecen oportunidades de mejora. Algunas simulaciones avanzadas requirieron más tiempo del disponible, y ciertos estudiantes mostraron dificultad para adaptarse a herramientas tecnológicas que exigen mayor autonomía. Estas tensiones permiten sugerir ajustes curriculares como la incorporación de talleres introductorios de software o la ampliación de actividades prácticas dentro del plan de estudios. Esta integración muestra que la experiencia desarrollada constituye un aporte significativo a la formación del ingeniero industrial, ya que no solo refuerza contenidos clave del área matemática y técnica, sino que promueve habilidades transversales de análisis, comunicación, colaboración y uso de tecnología para la toma de decisiones.

2.20. Ecosistema estratégico (estrategias y relaciones)

En este apartado se busca mostrar cómo la experiencia docente se implementó en términos operativos y estratégicos. No se trata de proponer lo que podría hacerse, sino de relatar y justificar las secuencias estratégicas reales que guiaron el proceso, sostuvieron la innovación y permitieron alcanzar los resultados de aprendizaje planteados en el currículo. El lector debe comprender qué se hizo, cómo se organizó, qué decisiones guiaron el proceso, y de qué manera se articularon estrategias núcleo, de soporte y de contingencia para conformar un ecosistema estratégico coherente. El producto final expone:

- Las estrategias implementadas (núcleo, soporte y contingencia).
- Las secuencias paso a paso y su articulación.
- Una visión global del ecosistema estratégico (relato + diagrama conceptual si aplica).
- Un cierre integrador que demuestra cómo estas estrategias hicieron posible el logro de las competencias curriculares.

El recorrido desarrollado permitió consolidar un campo conceptual, metodológico y curricular que sostiene la sistematización de la experiencia docente implementada en Ingeniería Industrial. En este apartado se definieron los conceptos estructurantes del capítulo, se organizaron en dimensiones analíticas, se formularon indicadores verificables y se eligieron fuentes y métodos adecuados. Luego, se estableció el vínculo curricular, mostrando

cómo la experiencia se articuló coherentemente con las competencias del perfil de egreso y los resultados de aprendizaje del plan de estudios.

Con esta base, se marca un cambio de enfoque. Aquí el interés no se centra ya en fundamentar o justificar conceptualmente la experiencia, sino en explicar operativa y estratégicamente cómo fue implementada: qué se hizo primero, qué decisiones orientaron la secuencia didáctica, qué recursos acompañaron el proceso, qué acciones complementarias aseguraron su viabilidad y, sobre todo, qué estrategias concretas permitieron alcanzar los aprendizajes evidenciados.

Esta transición es fundamental porque evita que la experiencia se perciba como un conjunto de actividades aisladas. Por el contrario, permite mostrar que la integración entre teoría matemática, modelación aplicada y simulación computacional respondió a un diseño didáctico estratégico cuidadosamente planificado para fortalecer competencias del ingeniero industrial, como análisis de sistemas, solución de problemas, trabajo en equipo, interpretación de modelos, uso de software especializado y razonamiento lógico-matemático. Por ello, este apartado funciona como una bisagra textual, ya que se mostró qué competencias se buscaban; ahora se mostrará qué estrategias permitieron alcanzarlas. A partir de este punto, se describen detalladamente las estrategias núcleo, de soporte y de contingencia que constituyen la arquitectura global del ecosistema estratégico desplegado.

En cuanto a las estrategias-núcleo, estas corresponden a las acciones centrales que dieron forma y dirección al proceso formativo. Constituyen el corazón de la innovación, aquellas decisiones sin las cuales la experiencia no habría alcanzado sus resultados. A continuación, se describen tres estrategias-núcleo, ampliadas, detalladas y contextualizadas a tu práctica real.

- **Estrategia Núcleo 1:** Aprendizaje Basado en Problemas Industriales (ABP) orientado al modelado matemático. Esta estrategia consistió en emplear situaciones reales de la ingeniería industrial como punto de partida para desarrollar contenidos de Cálculo y Ecuaciones Diferenciales. Los problemas planteados fueron diseñados para exigir a los estudiantes la identificación de variables, el análisis de relaciones dinámicas y la traducción de fenómenos físicos a ecuaciones matemáticas. Los ejemplos de problemas utilizados son los siguientes: modelación del enfriamiento de piezas metálicas mediante ecuaciones diferenciales de primer orden, cálculo de caudales y variaciones en sistemas de bombeo, aplicando tasas de cambio, dinámica de circuitos RLC para analizar el comportamiento transitorio, relacionando ecua-

ciones de segundo orden con circuitos reales, análisis de vibraciones mecánicas en bandas transportadoras mediante modelos diferenciales. En cuanto a la secuencia paso a paso tenemos: 1) presentación del caso industrial con datos reales o aproximados, 2) identificación colaborativa de variables independientes y dependientes, 3) formulación del modelo matemático (ecuaciones diferenciales ordinarias), 4) elección del método de solución: Euler, Runge-Kutta, transformada de Laplace, 5) resolución manual inicial para comprender la lógica del método, 6) implementación computacional del modelo en MATLAB o Python, 7) análisis de resultados, comparación con supuestos del caso, 8) reflexión sobre las posibles mejoras o limitaciones del modelo.

Los resultados logrados fueron: mayor comprensión conceptual de cómo se construyen los modelos matemáticos, capacidad para interpretar fenómenos industriales desde una perspectiva cuantitativa, integración de teoría, práctica y simulación como proceso continuo.

- **Estrategia Núcleo 2:** Integración tecnológica mediante MATLAB, Python y CADe SIMU. La segunda estrategia se centró en fortalecer la capacidad del estudiantado para utilizar herramientas digitales de análisis y simulación relevantes en ingeniería. Las herramientas utilizadas fueron: MATLAB: resolución de ecuaciones diferenciales, gráficos, análisis numérico, Python: programación de métodos numéricos, visualización, validación, CADe SIMU: simulación funcional de circuitos eléctricos y electrónicos. La secuencia aplicada fue la siguiente: 1) Introducción guiada al uso básico de MATLAB y Python, 2) Programación paso a paso del método de Euler y de Runge-Kutta, 3) Uso de herramientas de graficación para interpretar comportamientos dinámicos, 4) Diseño de circuitos en CADe SIMU, simulación y análisis de errores, 5) Integración entre el modelo matemático del circuito (ecuación diferencial) y su comportamiento simulado. La importancia para el perfil del ingeniero industrial radica en: manejo de software especializado, interpretación de datos y resultados, capacidad para validar modelos mediante simulación, vinculación entre cálculos matemáticos y fenómenos físicos reales.

- **Estrategia Núcleo 3:** El aprendizaje colaborativo se implementó como estrategia intencional para fortalecer competencias genéricas del perfil de egreso: trabajo en equipo, comunicación, liderazgo técnico y responsabilidad profesional. El trabajo colaborativo se desagregó en las siguientes actividades:

a) Organización: equipos heterogéneos de 4–5 estudiantes, asignación de roles: analista, programador, verificador, expositor, coordinador, tareas integradas que combinaban modelación, programación y simulación.

b) Evidencias producidas: reportes técnicos conjuntos, presentaciones orales explicando los modelos utilizados, simulaciones comparadas entre MATLAB/Python y CADe SIMU.

c) Impacto en la experiencia: consolidación del razonamiento técnico mediante discusión entre pares, mejora en la capacidad de explicar procesos complejos, mayor responsabilidad compartida frente al aprendizaje.

Las estrategias de soporte acompañaron y reforzaron las estrategias núcleo, permitiendo que la experiencia fuera sostenible en la práctica. No solo fortalecieron la continuidad del proceso, sino que posibilitaron que los estudiantes lograran aprendizajes que inicialmente parecían complejos.

- **Estrategia de soporte 1: Guías estructuradas y rúbricas de desempeño:** se elaboraron guías paso a paso para resolver problemas complejos, además de rúbricas claras para evaluar los informes y simulaciones. Estas estrategias aseguraron claridad, orden y transparencia en las expectativas.

- **Estrategia de soporte 2: Acompañamiento formativo y tutorías técnicas:** se brindaron espacios virtuales y presenciales para resolver dudas sobre MATLAB, Python o CADeSIMU. Estas estrategias permitieron que todos los estudiantes lograran operar el software sin que la dificultad técnica frenara el aprendizaje disciplinar.

- **Estrategia de soporte 3: Uso de plataformas digitales:** se empleó la plataforma institucional para compartir materiales, registrar avances y entregar retroalimentación. Contribución al núcleo: facilitó el seguimiento del progreso y la trazabilidad del proceso. Estas estrategias garantizaron que las acciones centrales fueran sostenibles en el tiempo y accesibles para todo el grupo.

- **Estrategia de soporte 4: Resultados del soporte:** estas estrategias brindaron mayor autonomía del estudiante, disminuyeron la ansiedad frente al uso de software, consolidaron el aprendizaje colaborativo, muestran flujo constante entre teoría, práctica, simulación y reflexión.

Toda experiencia docente real, especialmente una que integra modelación matemática avanzada y simulación computacional, se desarrolla en un entorno dinámico donde los imprevistos son inevitables. Las estrategias de contingencia representan decisiones pedagógicas diseñadas para responder a dificultades que emergen durante la implementación y que podrían comprometer el ritmo o los aprendizajes esperados.

Estas contingencias se entienden como elementos propios del proceso educativo que deben ser abordados de manera flexible, creativa y orientada hacia la continuidad del aprendizaje. En este apartado se identificaron tres contingencias principales, nivelación desigual, dificultades tecnológicas y bloqueos de motivación y se describen las acciones implementadas para responder a cada una. Toda experiencia innovadora enfrenta imprevistos. Lo importante es cómo se respondieron. Es así que las contingencias se detallan a continuación:

Contingencia 1: Desigualdad en los ritmos de aprendizaje matemático

- **Problema:** Diferencias notorias en el ritmo de comprensión de contenidos como derivadas, transformada de Laplace, métodos de Euler y resolución de ecuaciones diferenciales, lo que generaba retrasos y confusión en algunos estudiantes.
- **Estrategia:** Mini-tutorías diferenciadas, videos explicativos creados con ejemplos guiados, ejercicios graduados en Matlab/Python y resolución asistida paso a paso con retroalimentación inmediata.
- **Aprendizaje:** Los estudiantes con mayores dificultades lograron nivelarse progresivamente, mejoraron su autonomía en el uso de software matemático y adquirieron seguridad para presentar procedimientos completos.

Contingencia 2: Baja apropiación del uso de software (Matlab, Python)

- Problema: Un grupo significativo no tenía experiencia previa con software matemático, lo que dificultaba la implementación de métodos numéricos y análisis gráfico.
- Estrategia: Guías de iniciación rápida (“quick start”), rutinas preprogramadas para modificar, sesiones de demostración, plantillas comentadas en Python y Matlab, y ejercicios de práctica guiada.
- Aprendizaje: Los estudiantes adquirieron competencias básicas de programación aplicada, lograron ejecutar simulaciones, interpretar gráficos y comprobar resultados analíticos mediante métodos numéricos.

Contingencia 3: Fallos técnicos en el laboratorio y conexión inestable

- Problema: Durante sesiones clave, algunos equipos no iniciaban Matlab o presentaban errores en la ejecución de scripts; además, varios estudiantes tenían conexión inestable durante actividades virtuales.
- Estrategia: Generación de archivos ejecutables listos para correr, uso de Google Colab como alternativa a Python local, grabación de clases y demostraciones, y trabajo en parejas para reducir limitaciones técnicas.
- Aprendizaje: Los estudiantes aprendieron a adaptarse a plataformas alternativas, comprendieron la importancia de respaldar código y pudieron continuar avanzando pese a los fallos técnicos.

Contingencia 4: Dificultad para interpretar físicamente los resultados matemáticos

- Problema: Los estudiantes resolvían ecuaciones, pero no comprendían el significado físico del sistema (por ejemplo, respuesta transitoria/de régimen, estabilidad, comportamiento de circuitos RLC).
- Estrategia: Simulaciones en tiempo real con CADe Simu, paralelos entre modelos matemáticos y circuitos reales, interpretación gráfica progresiva y actividades de análisis comparativo (modelo $\rightarrow$ simulación $\rightarrow$ observación).
- Aprendizaje: Los estudiantes relacionaron la matemática con el fenómeno físico, lograron explicar el comportamiento de señales y sistemas y mostraron mayor capacidad para interpretar resultados.

Contingencia 5: Baja participación y desmotivación en actividades complejas

- Problema: En ejercicios extensos (modelado + implementación + simulación), algunos estudiantes mostraban desmotivación y evitaban participar.
- Estrategia: Uso de proyectos cortos por etapas, gamificación ligera, trabajo colaborativo en subgrupos, asignación de roles técnicos y retroalimentación positiva inmediata.
- Aprendizaje: La participación aumentó, los grupos se organizaron mejor y los estudiantes asumieron responsabilidades técnicas con mayor seguridad.

Contingencia 6: Errores persistentes en la formulación de ecuaciones diferenciales

- Problema: Dificultad para identificar variables, condiciones iniciales y estructuras de modelos dinámicos en problemas aplicados.
- Estrategia: Plantillas de modelado, resolución guiada por capas (modelo → ecuación → método → solución), ejercicios comparativos y validación mediante simulación.
- Aprendizaje: Los estudiantes fortalecieron su capacidad para modelar sistemas, redujeron errores conceptuales y lograron justificar sus procedimientos con mayor claridad.

Contingencia 7: Sobrecarga cognitiva en temas avanzados (Laplace, Euler, RLC)

- Problema: Cuando se introducían varios conceptos nuevos de forma continua, algunos estudiantes se saturaban y perdían el hilo conceptual.
- Estrategia: Fragmentación de contenidos, secuencias micro-incrementales, mapas conceptuales y guías de repaso con problemas tipo.
- Aprendizaje: Los estudiantes integraron mejor los conceptos, comprendieron la secuencia lógica y pudieron conectar los contenidos sin perder continuidad.

La secuencia general puede comprenderse así: Problema real → Modelamiento matemático → Validación con software → Presentación técnica → Retroalimentación → Ajustes y continuidad. Esta integración permite visualizar la experiencia como un entramado de decisiones, no como actividades aisladas.

2.21. Arquitectura del ecosistema estratégico

La arquitectura del ecosistema estratégico representa la integración total de todas las estrategias analizadas: núcleo, soporte y contingencia. Su objetivo es mostrar cómo funcionó la experiencia como un sistema dinámico, donde cada componente influía en los otros, generando un proceso fluido, coherente y eficiente. El ecosistema diseñado se organizó bajo los siguientes principios:

- Integración teoría–práctica: todos los contenidos matemáticos se vinculaban a fenómenos reales.

- Ciclo continuo de modelación–simulación–validación: cada problema se resolvía primero manualmente, luego con software, luego se comparaban los resultados.
- Aprendizaje colaborativo: trabajar en equipos no era accesorio sino estructural.
- Retroalimentación permanente: cada avance generaba una orientación formativa.
- Flexibilidad operativa: las contingencias mostraron adaptabilidad constante.

Estos principios permitieron que el ecosistema mantuviera coherencia a lo largo de toda la experiencia. En cuanto al diagrama narrado de la arquitectura se detalla del siguiente modo:

- **Estrategias núcleo (el corazón del proceso):** proporcionaron dirección conceptual y metodológica, articularon modelación matemática, programación y simulación, generaron los aprendizajes centrales del módulo.
- **Estrategias de soporte (la columna vertebral):** garantizaron acceso, recursos, acompañamiento y claridad, permitieron sostener el ritmo, organizar la secuencia y asegurar la comprensión, conectaron cada actividad con criterios evaluativos concretos.
- **Estrategias de contingencia (el sistema inmunológico):** respondieron a dificultades reales sin detener el proceso, permitieron reconfigurar actividades y sostener la motivación, aseguraron que todos los estudiantes avanzaran, independientemente de limitaciones técnicas o matemáticas.
- **Resultados y evidencias (el output del sistema):** gráficos, simulaciones, códigos, reportes y presentaciones, claridad en la adquisición de competencias del perfil, capacidad para explicar procesos técnicos complejos. La experiencia siguió el siguiente flujo operativo:
    1. Problema real.
    2. Modelación matemática.
    3. Solución analítica y numérica,
    4. Implementación en MATLAB/Python
    5. Simulación en CADe SIMU.

6. Interpretación técnica.
7. Trabajo colaborativo.
8. Retroalimentación formativa.
9. Ajustes mediante contingencias.
10. Presentación de resultado.

Este ciclo se repetía con variaciones según los contenidos y complejidad de cada actividad. El ecosistema estratégico implementado permitió alcanzar las competencias curriculares de la carrera de Ingeniería Industrial, especialmente aquellas relacionadas con:

- Aplicación de matemáticas avanzadas.
- Resolución de problemas complejos.
- Uso de herramientas tecnológicas y simulación.
- Trabajo en equipo.
- Análisis crítico y toma de decisiones técnica.

Las estrategias núcleo dieron el "cómo"; las competencias dieron el "para qué".

Las estrategias de soporte sostuvieron el proceso; las contingencias lo hicieron flexible, accesible y sostenible. El análisis realizado permitió reconstruir el conjunto de estrategias que sostuvieron la experiencia formativa, mostrando que los aprendizajes alcanzados por los estudiantes no fueron producto del azar, sino el resultado de un ecosistema estratégico coherente, dinámico y bien articulado. A diferencia de los capítulos anteriores, donde se identificaron conceptos, dimensiones e indicadores, en esta sección se hizo visible el "cómo" operativo que hizo posible la concreción de las competencias curriculares vinculadas al perfil de egreso de Ingeniería Industrial.

La experiencia demostró que las estrategias núcleo, las estrategias de soporte y las estrategias de contingencia no funcionaron como piezas aisladas, sino como un sistema integrado que articuló procesos matemáticos, modelación, simulación, interpretación técnica y trabajo colaborativo. Este entramado estratégico permitió que los estudiantes desarrollaran competencias clave del perfil profesional: aplicación de matemáticas avanzadas, análisis de sistemas dinámicos, uso de software especializado, resolución de problemas y comunicación técnica.

2.22. Relación entre estrategias núcleo, soporte y contingencia

Las estrategias núcleo representaron el corazón de la experiencia, ya que definieron las acciones esenciales para que los estudiantes lograran aprendizajes significativos. Entre estas destacan la resolución guiada de ecuaciones diferenciales, la aplicación de la transformada de Laplace, el uso de métodos numéricos como Euler y Runge-Kutta, el análisis de sistemas eléctricos mediante CADe Simu y la implementación de scripts en Matlab y Python para visualizar soluciones. Estas estrategias fueron decisivas porque constituyeron la base conceptual y operativa del curso, asegurando que los estudiantes alcanzaran una comprensión profunda tanto del modelo matemático como del fenómeno físico que éste representa.

Las estrategias de soporte, por su parte, garantizaron la viabilidad cotidiana de la experiencia. Incluyeron el acceso a laboratorios equipados, plantillas de código comentadas, guías paso a paso, videos cortos explicativos, rúbricas para orientar la resolución de problemas y períodos de consulta para retroalimentación inmediata. Estos mecanismos permitieron que la experiencia fuera sostenible, redujeron la frustración inicial en el uso de software especializado y facilitaron la transición desde la matemática teórica hacia la modelación aplicada.

Las estrategias de contingencia permitieron sostener la continuidad del proceso cuando surgieron imprevistos. Fallos técnicos en Matlab, problemas de conectividad, desigualdad en los ritmos de avance, dificultades persistentes en la formulación de ecuaciones diferenciales y momentos de sobrecarga cognitiva fueron respondidos mediante acciones concretas: uso de Google Colab como alternativa, grabación de clases, reorganización de grupos, simplificación temporal de modelos, secuencias de micro pasos para llegar a lo general, mini–tutorías y recursos diferenciados. Estas decisiones dieron realismo a la experiencia, demostraron capacidad de adaptación y fortalecieron la credibilidad del proceso formativo.

2.23. Aportes del ecosistema estratégico al perfil de egreso

Al integrar las tres categorías de estrategias, se hace evidente que el ecosistema estratégico permitió desarrollar competencias directamente alineadas al perfil profesional de Ingeniería Industrial. En particular, los estudiantes:

- Aplicaron matemáticas para modelar fenómenos reales asociados a procesos industriales.
- Utilizaron software especializado como Matlab, Python y CADe Simu para simular comportamientos de sistemas dinámicos.
- Interpretaron gráficas, resultados numéricos y respuestas de sistemas, vinculando teoría y práctica.
- Resolvieron problemas técnicos complejos con iniciativa y pensamiento crítico.
- Trabajaron colaborativamente, gestionando tareas, roles y entregables.
- Fortalecieron su comunicación técnica mediante la presentación de procedimientos, simulaciones y justificaciones.
- Evaluaron la factibilidad y coherencia de los modelos construidos.

Estos logros evidencian que el conjunto de estrategias no solo acompañó el proceso, sino que constituyó un puente explícito entre los objetivos pedagógicos del curso y las competencias que la carrera espera en sus egresados. Del análisis global del ecosistema emergen aprendizajes relevantes para la mejora continua de la práctica docente.

- En primer lugar, se confirma la importancia de diseñar secuencias estratégicas coherentes que integren teoría, práctica y herramientas tecnológicas, especialmente en asignaturas de alta complejidad cognitiva.
- En segundo lugar, se evidencia que el soporte institucional e infraestructura, guías, plataformas y acompañamiento eso es clave para sostener innovaciones didácticas.

- En tercer lugar, se reconoce que las contingencias no son un obstáculo sino una oportunidad para fortalecer el curso, ya que permiten ajustar el proceso sin perder de vista los resultados de aprendizaje.

Esta reflexión final prepara el camino hacia el siguiente tema, donde se realizará el análisis evaluativo. Haber reconstruido el ecosistema estratégico permite ahora examinar con mayor claridad qué aprendizajes se consolidaron, qué evidencias los respaldan y qué áreas requieren mejora. El cierre de este capítulo deja un mensaje central: la experiencia fue curricularmente pertinente porque las estrategias aplicadas garantizaron tanto la coherencia operativa como el logro de competencias clave del perfil de egreso.

2.24. Evaluación, indicadores, instrumentos y análisis

Tras haber presentado la arquitectura estratégica que sostuvo la experiencia docente e incluyendo las estrategias núcleo, de soporte y de contingencia, el siguiente paso natural consiste en mostrar cómo se evaluó ese proceso y con qué criterios se verificó que los aprendizajes efectivamente se alcanzaron. Hasta este punto, el capítulo ha permitido comprender las acciones implementadas y su coherencia curricular; sin embargo, para otorgar solidez académica al trabajo resulta indispensable describir qué instrumentos se aplicaron, qué indicadores guiaron la valoración y cómo fueron interpretadas las evidencias generadas por los estudiantes. Este apartado introduce así la dimensión evaluativa del proceso, entendida no como una etapa aislada, sino como un componente que fortalece la validez y confiabilidad de la experiencia.

Evaluar significó examinar sistemáticamente si los estudiantes lograron los resultados asociados al uso de MATLAB y Python en la resolución de ecuaciones diferenciales, si comprendieron el método de Laplace y los procedimientos numéricos, y si en circuitos electrónicos fueron capaces de simular, analizar y justificar comportamientos de sistemas eléctricos mediante CaDeSimu. La evaluación permitió verificar, además, el nivel de dominio de competencias del perfil industrial, como la resolución de problemas, el pensamiento analítico, la aplicación de ciencias básicas y el uso de software especializado.

Presentar esta etapa es fundamental porque evidencia con qué rigor técnico se comprobó que los aprendizajes fueron reales y medibles, qué criterios de validez se consideraron y qué sesgos potenciales se atendieron. De esta manera, la transición hacia la evaluación marca el cierre del análisis estratégico de esta sección y abre un nuevo tramo cuyo pro-

pósito es esclarecer cómo se interpretaron las evidencias y qué confianza puede tener el lector en los resultados mostrados.

La evaluación de la experiencia requirió utilizar instrumentos variados que permitieran obtener información válida y suficiente sobre los aprendizajes alcanzados por los estudiantes. Dado que los contenidos trabajados incluyeron cálculo, ecuaciones diferenciales, transformada de Laplace, métodos numéricos con MATLAB y Python, así como simulación de circuitos mediante CaDeSimu, fue necesario aplicar herramientas capaces de registrar tanto el razonamiento matemático como el desempeño procedimental y la capacidad de análisis técnico. Los instrumentos seleccionados respondieron a tres necesidades principales: valorar el dominio conceptual, evaluar la aplicación práctica mediante software y verificar el desarrollo de competencias del perfil industrial. En cuanto a las rúbricas, estas fueron el instrumento central para evaluar actividades prácticas, ejercicios computacionales y proyectos de simulación. Cada rúbrica incluía criterios como:

- Corrección matemática en la resolución de ecuaciones diferenciales.
- Adecuación del método aplicado (Laplace, Euler, Runge–Kutta, etc.).
- Interpretación de resultados numéricos.
- Calidad del código o simulación.
- Capacidad de justificar decisiones técnicas.
- Estas rúbricas se aplicaron en tareas semanales y en proyectos más amplios, como:
- Modelar y resolver sistemas diferenciales en MATLAB.
- Comparar métodos numéricos mediante Python.
- Simular circuitos RC, RL o RLC en CaDeSimu y explicar la respuesta transitoria.
- Evidencias generadas: scripts, capturas de simulaciones, reportes técnicos y análisis argumentados.

Para promover la reflexión matemática y el pensamiento crítico, se aplicaron cuestionarios de autoevaluación al final de cada unidad. Estos instrumentos pedían al estudiante identificar:

- Qué procedimientos comprendió mejor.
- Qué métodos numéricos le resultaron más eficientes.
- Qué dificultades enfrentó al utilizar MATLAB o Python.
- Qué tan seguro se sentía al interpretar soluciones diferenciales.
- Evidencias generadas: respuestas escritas que permitieron identificar patrones de comprensión, dudas recurrentes y percepciones de autoeficacia.

Durante las actividades de aula y laboratorio, especialmente en ejercicios guiados, se utilizaron listas de cotejo para registrar si el estudiante:

- Ejecutaba correctamente cada etapa del método matemático.
- Aplicaba las funciones o comandos adecuados en MATLAB/Python.
- Corría simulaciones de forma adecuada.
- Verificaba la consistencia entre los resultados obtenidos y el comportamiento esperado del sistema. Estas listas permitieron evaluar el proceso y no solo el producto final.
- Evidencias generadas: registros de cumplimiento procedimental y velocidad de ejecución.

En el desarrollo de sesiones prácticas, se llevó un registro cualitativo que documentó las dificultades frecuentes, los criterios de mejora, los comportamientos de análisis autónomo, las estrategias de colaboración espontánea entre estudiantes. Este instrumento permitió complementar la evaluación cuantitativa de las rúbricas con información más contextualizada. Las evidencias generadas fueron notas, patrones emergentes y descripciones conductuales.

En efecto, cada unidad culminó con un mini–proyecto donde el estudiante debía aplicar lo trabajado a un problema del ámbito industrial, como modelar el enfriamiento de una pieza metálica usando ecuaciones diferenciales, simular el comportamiento de un circuito de control básico y comparar el rendimiento de dos métodos numéricos para un proceso térmico.

Estos proyectos fueron evaluados mediante rúbrica, pero además funcionaron como instrumento en sí mismos, ya que ponían en evidencia el dominio global del contenido.

Evidencias generadas: informes técnicos completos, gráficos, simulaciones, conclusiones.

Pertinencia de los instrumentos

La combinación de instrumentos cuantitativos (rúbricas, cotejos) y cualitativos (registros, autoevaluaciones) permitió triangular datos, validar los aprendizajes reales y confirmar el desarrollo de competencias del perfil de Ingeniería Industrial, como uso de software, resolución de problemas y pensamiento analítico. Además, estos instrumentos lograron captar tanto la comprensión conceptual como la capacidad de aplicar herramientas digitales para resolver problemas de ingeniería.

2.25. Indicadores de evaluación y criterios de validez

Este apartado se enfoca en identificar los indicadores evaluativos utilizados para valorar la experiencia y en explicitar los criterios de validez que aseguran que dicha evaluación fue pertinente, confiable y coherente con las competencias del perfil de Ingeniería Industrial. A diferencia de los instrumentos que señalan cómo se evaluó, los indicadores explican qué se evaluó y con qué evidencia se determinó si el aprendizaje ocurrió realmente.

La implementación de los cursos de Cálculo, Ecuaciones Diferenciales y Circuitos Eléctricos-Electrónicos exigió indicadores que pudieran medir con precisión el dominio conceptual, la capacidad procedimental y el uso de herramientas tecnológicas como MATLAB, Python y CaDeSimu. Estos indicadores permitieron valorar competencias específicas tales como: resolución de problemas complejos, modelación matemática, interpretación de resultados, trabajo colaborativo y aplicación de software especializado. A continuación, se presentan los indicadores organizados en tres categorías: conceptuales, procedimentales y actitudinales, junto con los criterios de validez que fundamentan su uso.

Indicadores conceptuales: Estos indicadores se utilizaron para evaluar el dominio teórico de conceptos clave:

- **Indicador C1 – Comprensión de métodos matemáticos fundamentales:** Evalúa si el estudiante comprende transformada de Laplace, métodos numéricos (Euler,

Runge–Kutta), ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden, y relaciones matemáticas en circuitos. Las evidencias recaen en la solución escrita de ejercicios y en la explicación de procedimientos en informes.

- **Indicador C2 – Relación entre modelos matemáticos y fenómenos reales:** Valora la capacidad del estudiante para conectar el modelo matemático con su aplicación industrial (procesos térmicos, vibraciones, circuitos RLC, etc.). Las evidencias contienen gráficos generados en MATLAB/Python, justificaciones teóricas en reportes.

Indicadores procedimentales: Estos indicadores evalúan la ejecución técnica, el uso de software y la calidad de las simulaciones.

- **Indicador P1 – Precisión en la aplicación de métodos de solución:** Evalúa si el estudiante ejecuta correctamente los pasos de un método: Laplace, Euler, Runge–Kutta, montaje de circuitos, etc. Las evidencias son: listas de cotejo, scripts funcionales y capturas de simulación.

- **Indicador P2 – Manejo de herramientas tecnológicas especializadas:** valora el dominio operativo de MATLAB, Python y CaDe SIMU. Las evidencias son: códigos comentados, simulaciones correctas, gráficas y análisis comparativos.

- **Indicador P3 – Interpretación técnica de resultados:** Verifica si el estudiante puede interpretar comportamientos dinámicos, respuestas transitorias, errores numéricos, señales, oscilaciones, etc. Las evidencias son: explicación en informes, argumentación en presentaciones.

Indicadores actitudinales y metacognitivos: Estos indicadores se utilizaron para evaluar la disposición del estudiante y su capacidad de autorreflexión.

- **Indicador A1 – Participación, trabajo colaborativo y responsabilidad técnica:** Mide el rol del estudiante en equipos de trabajo, cumplimiento de tareas, liderazgo y comunicación. Las evidencias son: registros de observación docente y autoevaluaciones.

- **Indicador A2 – Capacidad de identificar dificultades y resolverlas:** Evalúa la habilidad para reconocer errores, solicitar apoyo técnico y replantear estrategias de solución. Las evidencias son: cuestionarios de autoevaluación, ajustes en versiones sucesivas de códigos y simulaciones.

2.26. Criterios de validez utilizados

Para asegurar que los resultados fueran confiables y reflejaran realmente el aprendizaje, se aplicaron varios criterios de validez:

- **Validez de contenido:** Los indicadores fueron diseñados en concordancia con el currículo de Ingeniería Industrial y las competencias del perfil de egreso. Esto garantiza que la evaluación midió exactamente lo que debía medir matemática aplicada, modelación, simulación, análisis técnico y competencias profesionales.
- **Validez por triangulación:** Se utilizaron múltiples fuentes para tareas, simulaciones, presentaciones, autoevaluaciones y observaciones. La coincidencia de resultados entre diferentes instrumentos aseguró confiabilidad.
- **Validez procedimental:** Los pasos evaluados en listas de cotejo y rúbricas correspondieron a la lógica real de resolución en ingeniería, evitando subjetividad.
- **Validez pragmática:** La evaluación mostró pertinencia para la profesión: resolver ecuaciones en MATLAB o simular circuitos en CaDeSimu es consistente con prácticas reales del ingeniero industrial.
- **Validez de coherencia interna:** Los indicadores se alinearon directamente con los instrumentos, las estrategias establecidas y los resultados a obtener.

El análisis preliminar de los resultados constituye un paso fundamental para interpretar las evidencias generadas por los estudiantes durante la experiencia. A partir de los instrumentos aplicados rúbricas, listas de cotejo, portafolios, autoevaluaciones y registros de observación fue posible identificar patrones claros sobre el nivel de apropiación conceptual, la ejecución de procedimientos técnicos y el desarrollo de competencias del perfil profesional de Ingeniería Industrial.

Este análisis no constituye todavía una evaluación definitiva, sino una lectura inicial de las producciones que permite comprender qué aprendizajes se logró, cómo se evidenciaron y qué dificultades persistieron en el proceso. Asimismo, las producciones estudiantiles mostraron avances significativos en la comprensión de los fundamentos matemáticos trabajados. Se observaron las siguientes tendencias:

- **Comprensión del método de Laplace:** La mayoría de los estudiantes logró aplicar correctamente la transformada de Laplace para resolver ecuaciones diferenciales

lineales, especialmente cuando contaban con guías paso a paso y ejemplos previos. Los informes y evaluaciones mostraron correcta identificación de funciones y condiciones iniciales; aplicación ordenada de transformadas y anti–transformadas; razonamiento más estructurado en comparación con las primeras semanas. El dominio del método fue más sólido cuando se combinó con simulaciones que permitieron visualizar el comportamiento del sistema.

- **Dominio de métodos numéricos en MATLAB y Python:** Los ejercicios realizados mediante scripts evidenciaron que los estudiantes comprendieron: cómo implementar el método de Euler; cómo comparar soluciones numéricas con soluciones analíticas; cómo interpretar errores y ajustar parámetros. Asimismo, se observaron códigos funcionales, comentados adecuadamente, y gráficos que representaban correctamente la solución numérica.

Se analizaron evidencias relacionadas con la ejecución técnica de métodos matemáticos, simulaciones digitales y trabajo experimental. Es así que la lista de cotejo mostró que:

- 80 % de los estudiantes ejecutó correctamente los pasos del método de Laplace.
- 75 % resolvió ecuaciones diferenciales de primer orden sin errores graves.
- 65 % ejecutó el método de Euler de manera adecuada (con pequeñas dificultades iniciales en paso y discretización).

Las producciones demostraron que la secuencia paso a paso fue esencial para consolidar el aprendizaje.

- **Uso de MATLAB y Python con funcionalidad adecuada:** Los proyectos y tareas mostraron scripts correctamente organizados; uso de funciones, arrays y graficación; implementación de métodos de solución numérica. Aunque algunos estudiantes tuvieron dificultades iniciales con sintaxis y librerías, la mayoría logró superarlas gracias a tutorías y guías diferenciadas.
- **Simulación de circuitos en CaDeSimu:** Las simulaciones revelaron la correcta construcción de circuitos RC, RL y RLC; mediciones adecuadas de voltaje, corriente y tiempo; interpretación de la respuesta transitoria y de régimen. Es así que los estudiantes pudieron relacionar la ecuación diferencial del circuito con la gráfica obtenida en el simulador.

2.27. Resultados actitudinales y metacognitivos

Las autoevaluaciones y observaciones permitieron identificar:

- **Mejora en la confianza académica y uso de software:** Muchos estudiantes declararon sentirse más seguros al manejar MATLAB y Python. Se evidenció una mejora en autonomía, iniciativa para resolver problemas y disposición a experimentar con parámetros y métodos.
- **Trabajo colaborativo efectivo:** Las dinámicas grupales mostraron un reparto de roles técnicos, colaboración espontánea y explicaciones entre pares. Esto ayudó especialmente en el manejo de software y en el análisis de errores.

El análisis preliminar también permitió detectar áreas donde algunos estudiantes continuaron presentando dificultades:

- interpretación física de resultados matemáticos;
- análisis de errores numéricos en MATLAB/Python;
- formulación inicial de modelos matemáticos sin guía;
- conexión entre ecuaciones y comportamiento eléctrico real.

El análisis interpretativo permite comprender no solo qué resultados se observaron, sino qué significan, cómo dialogan con las competencias del perfil, qué explican del proceso de aprendizaje y qué factores influyeron en el desempeño evidenciado por los estudiantes. Esta sección profundiza en los hallazgos ya presentados en el análisis preliminar, ofreciendo una lectura interpretativa que otorga sentido pedagógico, institucional y profesional a las evidencias.

- El primer aspecto interpretativo relevante es que los estudiantes demostraron una evolución clara en la capacidad para traducir fenómenos reales a modelos matemáticos, proceso central en la ingeniería industrial. La progresión evidenciada en la formulación de ecuaciones diferenciales, la aplicación de la transformada de Laplace y el uso de métodos numéricos sugiere que la experiencia fortaleció su pensamiento analítico y su habilidad para comprender la dinámica de sistemas. Este aprendizaje se interpreta como un indicador sólido de apropiación conceptual, especialmente

porque se manifestó también en la capacidad para justificar procedimientos y explicar resultados con un lenguaje técnico adecuado.

- El segundo aspecto a interpretar es el impacto de la integración tecnológica. Los resultados revelan que el uso de MATLAB, Python y CaDeSimu facilitó la visualización de soluciones y permitió consolidar aprendizajes difíciles de lograr únicamente mediante procedimientos manuales. La capacidad del estudiante para ejecutar simulaciones, comparar resultados analíticos y numéricos, y relacionar comportamientos eléctricos con su representación matemática refleja una apropiación profunda del uso de herramientas profesionales. Esto confirma que la tecnología actuó como potenciador cognitivo y no como sustituto del proceso matemático.
- Un tercer elemento clave es la relación entre colaboración y aprendizaje. Las evidencias muestran que los estudiantes que participaron activamente en grupos, compartieron estrategias y resolvieron dudas técnicas con sus compañeros alcanzaron mejores resultados. Esta interpretación coincide con estudios que destacan la importancia del aprendizaje cooperativo en la ingeniería, especialmente cuando se requiere integrar múltiples habilidades (matemáticas, programación, interpretación de señales, comunicación técnica). La experiencia confirma así que la colaboración no solo mejora los resultados, sino que fortalece competencias profesionales esenciales.

En cuanto a las dificultades persistentes, estas indican que ciertos elementos del proceso necesitan reforzarse en futuras iteraciones. La falta de claridad en la interpretación física de señales, el error numérico y el comportamiento de sistemas dinámicos revela que algunos estudiantes requieren apoyos adicionales y estrategias explicativas más explícitas. Esta lectura interpretativa permite proyectar mejoras que apuntan al fortalecimiento de la comprensión profunda, más allá de la ejecución mecánica del procedimiento.

El análisis interpretativo sugiere que el logro de competencias no fue solo un resultado individual, sino consecuencia de la coherencia entre las estrategias del docente, el currículo institucional y el uso de instrumentos adecuados. Los datos muestran que la experiencia contribuyó al desarrollo de capacidades críticas del ingeniero industrial: pensamiento lógico, análisis de sistemas, toma de decisiones informadas y manejo de herramientas digitales para solucionar problemas complejos.

Es así que la interpretación de los resultados permite afirmar que la experiencia no solo fortaleció aprendizajes específicos de las materias involucradas, sino que aportó sig-

nificativamente a la formación integral del ingeniero industrial, generando conocimiento aplicable, habilidades técnicas sólidas y actitudes colaborativas necesarias en el campo profesional.

En este sentido, se comprendió, de manera detallada, los procesos evaluativos que hicieron posible medir con rigor la experiencia implementada en las asignaturas de Cálculo, Ecuaciones Diferenciales y Circuitos Eléctricos/Electrónicos en la carrera de Ingeniería Industrial. La integración de los instrumentos, indicadores y análisis interpretativos ofrece una visión completa del alcance formativo de la experiencia y de la pertinencia de los aprendizajes logrados en los estudiantes.

Uno de los aportes más relevantes radica en la claridad con la que se estableció la relación entre instrumentos de evaluación y competencias curriculares. El uso de rúbricas de desempeño, listas de cotejo, autoevaluaciones, registros de observación y portafolios de evidencias permitió evaluar diferentes dimensiones del aprendizaje: conceptual, procedimental y actitudinal. Esta variedad de instrumentos no solo enriqueció el proceso evaluativo, sino que aseguró una lectura más amplia y profunda de la experiencia estudiantil, evitando reducir la evaluación a exámenes o ejercicios tradicionales.

La pertinencia de los instrumentos utilizados se refleja en los resultados obtenidos. Las rúbricas permitieron medir la calidad del razonamiento matemático y la capacidad del estudiante para aplicar métodos como la transformada de Laplace, el método de Euler y la resolución de ecuaciones diferenciales mediante MATLAB y Python.

Las listas de cotejo aseguraron que los procedimientos técnicos en CaDeSimu se ejecutaran de manera ordenada y coherente con criterios profesionales. Las autoevaluaciones aportaron información clave sobre las percepciones, dificultades y progresos internos del estudiante, mientras que los registros de observación brindaron una mirada más contextualizada y humana del proceso. Finalmente, los portafolios integraron las evidencias más representativas del aprendizaje, permitiendo visualizar la progresión y consistencia del desempeño.

El análisis preliminar mostró avances significativos en varias áreas del aprendizaje, pero es el análisis interpretativo el que permite comprender qué significan esos avances para la formación del ingeniero industrial. Los estudiantes demostraron no solo dominio en la ejecución de procedimientos matemáticos, sino una comprensión más profunda de la relación entre los modelos matemáticos y los fenómenos reales. Esto se manifestó en la capacidad de justificar sus decisiones, interpretar comportamientos dinámicos y relacionar los resultados numéricos con las condiciones del problema.

La integración entre teoría, programación y simulación evidenció un aprendizaje auténtico y transferible al campo profesional. La incorporación de tecnología desempeñó un papel central en esta interpretación. El uso de MATLAB, Python y CaDeSimu potenció la comprensión visual y procedimental, permitiendo que conceptos abstractos —como soluciones diferenciales, respuestas transitorias o errores numéricos— se volvieran observables, analizables y comparables. Esta integración tecnológica no fue un complemento, sino un dispositivo mediador esencial para el aprendizaje. Los resultados muestran que los estudiantes lograron un dominio inicial de herramientas que son fundamentales en el ámbito industrial y que forman parte del perfil profesional esperado.

En lo actitudinal y metacognitivo, la experiencia permitió interpretar progresos importantes. A través de las autoevaluaciones y observaciones, se evidenció un aumento en la confianza de los estudiantes frente al uso de software especializado y frente a la resolución de problemas complejos. Asimismo, se observó un fortalecimiento del trabajo colaborativo: los estudiantes identificaron roles, compartieron estrategias y se apoyaron mutuamente para superar dificultades técnicas o conceptuales.

Esto muestra que la experiencia aportó al desarrollo de actitudes profesionales esenciales, como responsabilidad, iniciativa y cooperación. Es así que la integración de los resultados también permitió identificar dificultades persistentes, tales como la interpretación física de resultados matemáticos, la lectura crítica de errores numéricos o la formulación inicial de modelos sin apoyo docente.

Estas dificultades no restan valor a la experiencia; por el contrario, se convierten en insumos fundamentales para la mejora continua. Revelan que en futuras implementaciones podrían incorporarse intervenciones adicionales, tales como talleres de interpretación física, refuerzos en análisis cualitativo de soluciones y actividades específicas de modelación inicial.

En términos globales, la integración de esta sección permite concluir que la evaluación realizada logró capturar de manera rigurosa y coherente los aprendizajes esperados, ofreciendo evidencia confiable del impacto curricular de la experiencia. La triangulación de instrumentos aseguró validez; la variedad de indicadores permitió una comprensión multidimensional del aprendizaje; y el análisis interpretativo otorgó profundidad y sentido a los datos.

Ello no solo confirma que los estudiantes aprendieron, sino que evidencia cómo aprendieron, qué competencias desarrollaron, qué dificultades enfrentaron, cómo respondieron a ellas, y qué aspectos deben reforzarse en el futuro. Así, la sistematización no representa

un cierre aislado, sino la experiencia a través de la cual se realizará una mirada evaluativa más amplia, integrando todo el proceso de la sistematización para comprender su impacto y significado global.

2.28. Reflexión crítica y transferencia de la experiencia

A lo largo del proceso evaluativo se confirmó que la experiencia desarrollada permitió alcanzar resultados significativos en el aprendizaje de Cálculo, Ecuaciones Diferenciales y Circuitos Eléctricos y Electrónicos. Gracias al análisis de instrumentos, indicadores y evidencias, fue posible reconocer los logros alcanzados, las limitaciones enfrentadas y la pertinencia curricular de la propuesta.

Ahora corresponde dar paso a una etapa distinta: la reflexión crítica y la proyección de lo aprendido hacia otros contextos. Esta transición marca el cierre del proceso de sistematización y abre el espacio donde el docente vuelve sobre sí mismo, sobre las decisiones tomadas, las tensiones enfrentadas y las transformaciones profesionales que emergieron.

El propósito es presentar al lector el cambio de mirada: ya no se trata de comprobar resultados, sino de comprender qué significó la experiencia y qué aprendizajes deja para futuras prácticas docentes. De este modo, el capítulo adquiere densidad interpretativa y vincula el proceso vivido con nuevos escenarios educativos.

La reflexión crítica constituye la parte más profunda del capítulo, porque invita a mirar la experiencia más allá de las actividades, estrategias e instrumentos. Aquí el foco no está en los procesos técnicos, sino en interpretar lo vivido: los aportes generados, las tensiones y limitaciones encontradas, y los aprendizajes personales, colectivos e institucionales que surgieron en el camino.

El propósito es comprender el impacto de la experiencia tanto en el docente como en los estudiantes y en la propia institución. Toda innovación educativa implica logros, pero también desafíos estructurales, resistencias y nuevas ideas. Narrarlos abre un espacio de honestidad académica que fortalece la credibilidad del capítulo.

La experiencia produjo transformaciones significativas en la dinámica de aprendizaje de los estudiantes, especialmente en áreas tradicionalmente percibidas como abstractas y complejas como la Transformada de Laplace, los métodos numéricos de Euler o el análisis de circuitos en CA–. El uso combinado de MATLAB, Python y CaDeSimu permitió que los contenidos dejaran de ser únicamente teóricos y se convirtieran en herramientas aplicadas al análisis y resolución de problemas reales de la ingeniería.

A nivel pedagógico, la secuencia implementada fortaleció la interpretación matemática, la verificación autónoma de resultados, la modelación de sistemas y la toma de decisiones informada. Este conjunto de aportes no solo mejoró la comprensión conceptual, sino que reforzó competencias del perfil de egreso como el razonamiento lógico-matemático, la evaluación de procesos productivos y la capacidad para trabajar con software especializado.

Desde una perspectiva profesional, la experiencia marcó un punto de inflexión al consolidar estrategias más activas y experimentales en la enseñanza, brindando un modelo replicable para otras asignaturas del campo de la ingeniería. En cuanto a las tensiones, estas se manifestaron en diversos niveles.

Por ejemplo, en el ámbito metodológico, algunos estudiantes experimentaron dificultad al adaptarse al uso simultáneo de código, simulación y procedimiento matemático tradicional. Requirieron tiempos diferenciados y acompañamiento más cercano para dominar las herramientas. En este punto, las limitaciones identificadas fueron las siguientes:

- Diferencias marcadas en el ritmo de aprendizaje, especialmente en temas abstractos como Laplace o ecuaciones diferenciales de segundo orden.
- Restricciones de tiempo para profundizar en algunos proyectos aplicados que pudieron haber enriquecido la experiencia.
- Dependencia tecnológica, especialmente cuando el acceso a los laboratorios o equipos se vio limitado en determinados momentos.
- Brecha en la experiencia previa, ya que algunos estudiantes no habían trabajado antes con programación científica o software de simulación.

Estas tensiones reflejan condiciones reales del contexto educativo y evidencian que la innovación, aunque efectiva, requiere sostenerse con mecanismos institucionales más robustos.

2.29. Aprendizajes personales, colectivos e institucionales

En términos personales, la experiencia fortaleció la capacidad del docente para diseñar secuencias más flexibles, incorporar herramientas digitales de manera fluida y anticipar dificultades conceptuales críticas. También permitió comprender mejor las necesidades heterogéneas de los estudiantes y ajustar el acompañamiento de acuerdo con sus ritmos.

A nivel colectivo —relaciones entre estudiantes— surgió un fortalecimiento de la colaboración, especialmente cuando se enfrentaban a problemas de simulación o interpretación gráfica. Trabajar en equipo se volvió una necesidad más que una consigna. Mientras que en el plano institucional, la experiencia evidenció el valor de integrar software especializado en cursos fundamentales y mostró que la infraestructura existente, aunque suficiente para funcionar, requiere fortalecerse si se desea expandir estas prácticas a más asignaturas del plan de estudios.

La experiencia demostró que combinar matemática aplicada, simulación digital y análisis de circuitos genera aprendizajes profundos en ingeniería industrial. Sin embargo, también reveló la importancia de continuar ajustando los tiempos, los recursos y la capacitación docente. Este proceso deja aprendizajes transferibles a otras materias como Investigación de Operaciones, Procesos Industriales o Sistemas Digitales, donde el modelamiento numérico y la simulación ocupan un papel central.

La práctica docente, luego de esta experiencia, queda enriquecida con un enfoque más estratégico, articulado y consciente de sus desafíos. Este cierre integra todos los aprendizajes del proceso completo de sistematización. El propósito es mostrar de manera clara qué deja la experiencia en términos de desarrollo docente, impacto en los estudiantes y proyección hacia otros escenarios académicos. Se trata de un momento interpretativo donde la práctica se resignifica y se proyecta hacia el futuro.

La sistematización desarrollada a lo largo de este proceso permitió reconstruir, con una mirada amplia y rigurosa, cada una de las dimensiones que conformaron la experiencia docente en las asignaturas de Cálculo, Ecuaciones Diferenciales y Circuitos Eléctricos y Electrónicos dentro de la carrera de Ingeniería Industrial.

Al llegar a este cierre, resulta necesario integrar no solo los aprendizajes logrados, sino también las tensiones, desafíos, decisiones pedagógicas y proyecciones futuras que emergieron del proceso. Este apartado sintetiza lo que deja la experiencia en su conjunto:

los aportes, los matices y, sobre todo, su potencial de transferencia hacia otros contextos formativos.

En primer lugar, la experiencia permitió confirmar que la enseñanza de contenidos matemáticos y de circuitos no se limita únicamente a transmitir procedimientos técnicos, sino que constituye un espacio privilegiado para desarrollar competencias transversales del perfil de egreso del ingeniero industrial.

El trabajo con métodos de Euler, sistemas diferenciales, resolución de problemas aplicados con MATLAB y Python, así como la simulación electrónica con CADe SIMU, ofreció oportunidades concretas para fortalecer habilidades como el pensamiento analítico, la toma de decisiones basada en datos, el razonamiento lógico y la capacidad de modelar situaciones reales. Estas competencias, alineadas con la misión y visión de la carrera, se consolidaron de manera progresiva en la práctica docente, mostrando que la experiencia generó un aporte curricular significativo y pertinente.

Asimismo, el proceso evidenció contribuciones importantes en términos del aprendizaje estudiantil. Los estudiantes desarrollaron mayor autonomía en la resolución de problemas complejos, especialmente cuando debían integrar herramientas computacionales con el análisis matemático formal.

La combinación entre teoría, práctica guiada y simulación operativa permitió que asumieran un rol activo en su propio aprendizaje, mejorando la comprensión de fenómenos como la respuesta transitoria de circuitos, la dinámica de sistemas o el comportamiento de variables en modelos industriales. Este tipo de aprendizajes, al ser observados con claridad en las evidencias, se convierten en un resultado formativo de gran valor para la carrera.

Sin embargo, junto a los logros también emergieron tensiones y limitaciones que enriquecieron la reflexión crítica. Entre ellas, destacó la heterogeneidad en los ritmos de aprendizaje, especialmente cuando se introducían softwares como MATLAB o Python, que para algunos estudiantes representaban herramientas completamente nuevas. La necesidad de generar apoyos diferenciados y rutas alternativas de acompañamiento se volvió evidente, lo cual llevó a implementar estrategias de contingencia que resultaron esenciales para mantener la coherencia del proceso.

De igual modo, la disponibilidad de tiempo, la carga académica institucional y las limitaciones de conectividad en ciertos momentos generaron desafíos que exigieron adaptar las secuencias planificadas, sin comprometer los aprendizajes esperados. Estas tensiones,

lejos de restar valor, fortalecen la comprensión de la innovación educativa como un camino no lineal que exige flexibilidad, criterio pedagógico y toma de decisiones oportuna.

A nivel personal y profesional, la experiencia dejó aprendizajes relevantes. El más significativo fue comprender que la enseñanza de matemáticas y circuitos puede transformarse profundamente cuando se articulan didácticas activas, simulación computacional, análisis aplicado y estrategias de evaluación coherentes. El uso de herramientas digitales no solo facilitó la enseñanza, sino que permitió repensar el rol del docente como mediador, diseñador de experiencias y gestor del aprendizaje. También emergió la importancia de sostener espacios de retroalimentación frecuente con los estudiantes, pues esta práctica se mostró decisiva para orientar el proceso, corregir dificultades y fortalecer la motivación hacia contenidos que suelen percibirse como abstractos.

En términos institucionales, la experiencia evidenció que integrar tecnologías y metodologías variadas puede enriquecer de manera estructural la enseñanza en ingeniería. La carrera, cuya misión enfatiza formar profesionales competentes, innovadores y éticos, encuentra en este tipo de prácticas un modelo replicable que responde a las necesidades del sector industrial actual, donde el dominio de herramientas tecnológicas, la modelación matemática y el análisis basado en simulaciones son exigencias crecientes. La experiencia, por tanto, deja aportes concretos para futuras mejoras curriculares, especialmente en la planificación de secuencias que combinen análisis conceptual, software especializado y resolución contextualizada de problemas.

De esta reflexión surge también la posibilidad de transferencia. Muchas de las estrategias utilizadas como la descomposición gradual de problemas complejos, el uso de simuladores, las guías estructuradas para MATLAB y Python, o los talleres de práctica progresiva pueden aplicarse en otras asignaturas del área de ciencias básicas o incluso en espacios de formación más avanzada, como procesos industriales, investigación operativa o gestión de la producción. Asimismo, el enfoque de evaluación utilizado, basado en rúbricas analíticas, autoevaluación estructurada y revisión de evidencias técnicas, puede transferirse como un modelo para fortalecer la coherencia evaluativa en otras unidades curriculares de la carrera.

Finalmente, la experiencia abre proyecciones significativas hacia el futuro. El análisis crítico invita a continuar fortaleciendo el vínculo entre teoría y práctica, así como a seguir desarrollando estrategias que permitan a los estudiantes aproximarse a la ingeniería desde una perspectiva aplicada, interdisciplinaria y tecnológicamente actualizada. También evidencia la necesidad de avanzar hacia mayores niveles de integración curricular

entre áreas, promoviendo proyectos donde Cálculo, Ecuaciones Diferenciales, Circuitos y Software converjan en la resolución de problemas industriales auténticos.

En términos generales queda la convicción de que la experiencia no fue un capítulo aislado, sino un proceso formativo que generó aprendizajes duraderos, aportó evidencias claras de su pertinencia curricular y ofrece bases sólidas para continuar innovando en la enseñanza de la ingeniería. La reflexión final confirma que la experiencia docente desarrollada no solo alcanzó los objetivos propuestos, sino que se transformó en un referente para futuras prácticas educativas en la carrera de Ingeniería Industrial. Integró competencias, estrategias, evaluación, análisis crítico y proyección institucional en un proceso coherente, con significado formativo y potencial de transferencia.

Este cierre permite reconocer que los aprendizajes construidos abren un camino hacia una didáctica más sólida, más pertinente y alineada con las demandas contemporáneas de la formación de ingenieros. Mirar retrospectivamente el proceso permitió reconocer que la innovación educativa no ocurre de manera lineal. Hubo logros importantes, pero también resistencias, dificultades y desbalances en los ritmos de aprendizaje. Reconocer estas limitaciones no debilita el capítulo; al contrario, fortalece su credibilidad y realismo. La experiencia abre posibilidades claras de transferencia:

- A otras asignaturas del área matemática y tecnológica.
- A proyectos interdisciplinarios donde la simulación y el modelamiento sean esenciales.
- A procesos institucionales orientados a modernizar laboratorios, actualizar metodologías y diseñar rutas formativas coherentes con la industria 4.0.

Del mismo modo, el docente incorpora aprendizajes aplicables a nuevos cursos, al diseño de materiales digitales, al acompañamiento a colegas y a la mejora continua del currículo. El proceso de sistematización culmina consolidando una experiencia que integró currículo, estrategias, evaluación y reflexión crítica. Este cierre no solo sintetiza lo vivido, sino que deja un punto de partida: el compromiso con seguir innovando, documentando procesos y fortaleciendo la formación en ingeniería desde prácticas pedagógicas más sólidas, actualizadas y estratégicas.

Bibliografía

Ausubel, D. P. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Trillas.

Bandura, A., & Adams, N. E. (1977). Analysis of Self-Efficacy Theory of Behavioral Change. *Cognitive Therapy and Research*, *1*(4), 287-310.

Barnett, R. (2001). *Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad*. Gedisa Editorial.

Bisquerra, R. (2021). *Educación emocional: Propuestas para educadores*. Horsori.

Boud, D., & Soler, R. (2016). Sustainable assessment revisited. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *41*(3), 400-413.

Brookfield, S. D. (2017). *Becoming a Critically Reflective Teacher*. John Wiley & Sons.

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad: Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de Cultura Económica.

Castillo, J., & Moreno, A. (2021). *La práctica reflexiva en la docencia universitaria*. Editorial UOC.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2020). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Press.

Díaz Barriga, F. (2020). *Educación y pandemia: Una visión académica*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Díaz-Barriga, F. (2020). Aprendizaje significativo y nuevas mediaciones pedagógicas. *Revista Mexicana de Pedagogía*, *108*(4), 45-62.

Efklides, A. (2020). Metacognition and affect: A new look at their interplay. *Educational Psychologist*, *55*(1), 1-21.

Fardella, C., Sisto, V., & Jiménez, D. (2021). La sistematización de experiencias como metodología de investigación educativa. *Revista de Educación Superior*, *50*(3), 113-134.

Fernández-Zabala, A., Goñi, E., Rodríguez-Fernández, A., & Goñi, A. (2020). Perceived classroom climate and its relation to academic motivation. *Frontiers in Psychology*, *11*, 580.

Flick, U. (2014). *La gestión de la calidad en la investigación cualitativa*. Ediciones Morata.

Freire, P. (2015). *Pedagogy of Indignation*. Routledge.

García, M., & Moreno, P. (2022). Desafíos educativos y motivacionales en la enseñanza universitaria post-COVID-19. *Revista Iberoamericana de Educación*, *88*(2), 45-59.

Garner, P. W. (2017). The Role of Teachers' Social-Emotional Competence in Their Beliefs About Peer Victimization. *Journal of Applied School Psychology*, *33*(4), 288-308.

Hammond, Z. (2014). *Culturally Responsive Teaching and the Brain: Promoting Authentic Engagement and Rigor Among Culturally and Linguistically Diverse Students*. Corwin Press.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Herrington, J., & Parker, J. (2022). *Authentic learning environments in higher education: Design and implementation*. Routledge.

Hooks, B. (2014). *Teaching to Transgress*. Routledge.

Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2011). We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. *LEARNing Landscapes*, *5*(1), 115-131.

Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: Práctica y teoría para otros mundos posibles*. CEP Alforja.

Kapur, M. (2015). The Preparatory Effects of Problem Solving versus Problem Posing on Learning from Instruction. *Learning and Instruction*, *39*, 23-31.

Kirschner, P., & Hendrick, C. (2020). *How learning happens: Seminal works in educational psychology and what they mean in practice*. Routledge.

López, M., & Herrera, D. (2021). Innovación docente y motivación en entornos universitarios postpandemia. *Revista Educación y Desarrollo Social*, *15*(2), 112-128.

Mayer, R. E. (2024). The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, *36*(1), 8.

Moreira, M. A. (2017). *Aprendizaje significativo: Teoría y práctica*. Universidad Federal de Río Grande del Sur.

Noddings, N. (2013). *Caring: A Relational Approach to Ethics and Moral Education*. University of California Press.

Palmer, S. (2008). The PRACTICE Model of Coaching: Towards a Solution-Focused Approach. *Coaching Psychology International*, *1*(1), 4-8.

Panadero, E. (2022). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, *13*, 894500.

Pekrun, R., & Linnenbrink-García, L. (2023). *International handbook of emotions in education*. Routledge.

Pérez, C., & Gómez, R. (2020). La docencia universitaria centrada en el acompañamiento emocional del estudiante. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, *11*(31), 89-105.

Rogers, C. R. (1992). The Necessary and Sufficient Conditions of Therapeutic Personality Change. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *60*(6), 827.

Sadler, T. D. (2011). *Socio-Scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research*. Springer Science & Business Media.

Schutz, P., & Zembylas, M. (2020). *Methodological advances in research on emotion and education*. Springer.

Tinto, V. (2017). Through the Eyes of Students. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, *19*(3), 254-269.

Tokuhama-Espinosa, T. (2019). The Learning Sciences Framework in Educational Leadership. *Frontiers in Education*, *4*, 136.

Tough, P. (2016). How Kids Learn Resilience. *The Atlantic*, *317*(5), 56-66.

UNESCO. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación*.

Wink, J., & Wink, D. (2004). *Teaching Passionately: What's Love Got to Do With It?* Pearson.

Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods*. SAGE Publications.

Zabalza, M. A. (2019). *Competencias docentes del profesorado universitario: Calidad y desarrollo profesional*. Narcea Ediciones.

Zabalza, M. A. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario*. Narcea Ediciones.

3

Comprensión significativa de ecuaciones diferenciales: sistematización de una experiencia en ingeniería

Julio César Villavicencio Mera[3]

.

Este capítulo sistematiza una experiencia pedagógica aplicada en la asignatura de Ecuaciones Diferenciales de la Universidad Estatal de Milagro, dirigida a estudiantes de Ingeniería en Software y Tecnología de la Información. La experiencia aborda las dificultades de interpretación conceptual de las ecuaciones diferenciales de orden superior y su desconexión con fenómenos reales. Mediante el uso de GeoGebra, WolframAlpha y simulaciones interactivas, los estudiantes lograron visualizar sistemas como el resorte amortiguado y el circuito RLC, comprendiendo mejor parámetros como la amplitud, la frecuencia y el comportamiento límite. Los resultados evidencian que la visualización digital actúa como un puente entre la abstracción matemática y la comprensión significativa.

[3]Universidad Estatal de Milagro, `jvillavicenciom@unemi.edu.ec`.

Índice

3.1. Introducción 106
3.2. Antecedentes del objeto de estudio 108
3.3. Problematización 113
3.4. Marco conceptual referencial 115
3.5. Encuadre metodológico 120
3.6. Resultados obtenidos 123
3.7. Conclusiones y reflexiones finales 126
3.8. Recomendaciones de la sistematización 128
3.9. Puentes futuros e implicaciones profesionales 131

3.1. Introducción

La experiencia que se sistematiza se desarrolla en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), en la Facultad de Ciencias e Ingeniería, dentro de la asignatura de Ecuaciones Diferenciales, correspondiente a las carreras de Ingeniería en Software y Tecnología de la Información. Este curso forma parte del eje de ciencias básicas y tiene como propósito que los estudiantes comprendan los principios matemáticos que permiten modelar procesos tecnológicos y físicos. La experiencia se enmarca en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales de orden superior, un contenido que exige razonamiento simbólico, interpretación gráfica y vinculación con situaciones reales.

Los participantes son estudiantes de tercer y cuarto semestre, cuyas edades fluctúan entre 18 y 23 años. En general, presentan una base débil en matemáticas, especialmente en los contenidos previos de Cálculo I e Integración, lo que dificulta su avance hacia temas más abstractos. Aunque son jóvenes con gran afinidad por la tecnología y la programación, encuentran complejo establecer una conexión entre los conceptos matemáticos y las aplicaciones prácticas de su campo profesional. Por ello, el estudio de las ecuaciones diferenciales se convierte en un escenario idóneo para fortalecer la comprensión conceptual y la relación entre la matemática y la ingeniería.

Una escena representativa se presentó al iniciar el estudio de las ecuaciones diferenciales de orden superior y sus aplicaciones prácticas. Durante una clase, al analizar el comportamiento de un sistema masa–resorte amortiguado y de un circuito RLC, los estudiantes podían resolver algebraicamente las ecuaciones, pero no comprendían el significado de las soluciones obtenidas. Al preguntarles qué ocurriría si el tiempo aumentaba considerablemente, o cómo se comportaría el sistema sin amortiguamiento, surgían respuestas confusas y desconectadas del fenómeno físico. No lograban interpretar conceptos como la amplitud, la frecuencia o el comportamiento límite del movimiento o de la corriente. Fue en ese momento cuando se introdujo el uso de GeoGebra y WolframAlpha para visualizar las gráficas de las funciones solución de las aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de orden superior. Al observar cómo el resorte oscilaba o cómo la corriente del circuito variaba con el tiempo, los estudiantes pudieron relacionar la ecuación con el fenómeno real.

Lo más significativo fue que, a partir de esa experiencia, varios expresaron haber comprendido mejor los conceptos que antes les resultaban abstractos, como la razón de cambio o la recta tangente estudiadas en Cálculo I.

Al respecto, los estudiantes comentaban, con asombro, que “ahora todo tenía sentido” o que “parecía magia” al ver cómo la gráfica daba vida a las ecuaciones. Este momento marcó un antes y un después en la dinámica del curso, al despertar su interés genuino por la interpretación matemática.

Las condiciones que favorecieron la experiencia estuvieron determinadas por la incorporación de recursos digitales interactivos, especialmente GeoGebra y WolframAlpha, que facilitaron la representación visual de las soluciones y su análisis. Estas herramientas hicieron posible que los estudiantes observaran en tiempo real cómo varían las funciones solución ante cambios en los parámetros del sistema, fortaleciendo su comprensión de los conceptos teóricos.

Sin embargo, también existieron limitaciones relevantes: la mayoría de los estudiantes no dominaba el uso de software matemático ni de programación en Python, lo que restringió el tiempo disponible para la práctica y el análisis profundo. Para superar este obstáculo, se diseñaron guías de apoyo y tareas complementarias orientadas al aprendizaje autónomo y a la experimentación con simulaciones.

Este contexto es clave para la sistematización porque evidencia los desafíos y oportunidades de la enseñanza de las matemáticas aplicadas en carreras tecnológicas. La experiencia muestra que la mediación digital puede potenciar el aprendizaje significativo al permitir que los estudiantes visualicen fenómenos abstractos y comprendan su sentido en la práctica profesional. Analizar esta experiencia permitirá reconocer las estrategias didácticas que favorecen la interpretación de las soluciones en las ecuaciones diferenciales de orden superior, y sentará las bases para la problematización que se desarrollará en el siguiente puente de escritura.

Esta experiencia me permitió confirmar que la visualización no solo es una herramienta didáctica, sino un puente poderoso entre la teoría matemática y la comprensión significativa de los fenómenos reales. Al ver el cambio en la mirada de mis estudiantes, comprendí que el aprendizaje profundo ocurre cuando la abstracción se conecta con algo tangible, cuando una ecuación deja de ser un conjunto de símbolos y se convierte en un movimiento, una vibración o una corriente que puede observarse y comprenderse.

Como docente, esta vivencia reafirmó mi convicción de que enseñar matemáticas es también enseñar a mirar el mundo con otros ojos, a reconocer en cada gráfica una historia que explica cómo la ciencia y la tecnología dialogan con la vida cotidiana.

3.2. Antecedentes del objeto de estudio

El estudio de las ecuaciones diferenciales en carreras de ingeniería ha sido señalado, de manera reiterada, como uno de los núcleos de mayor dificultad conceptual dentro del eje de matemáticas avanzadas. Diversas investigaciones han mostrado que los estudiantes tienden a abordar este contenido desde un enfoque predominantemente algorítmico, centrado en la memorización de procedimientos y métodos de resolución, sin lograr construir una comprensión profunda del significado de las soluciones ni de su vínculo con fenómenos reales (Artigue, 1998); (Tall, 1991). Esta tendencia genera una brecha entre la matemática formal y su potencial como lenguaje de modelización en contextos tecnológicos y científicos.

En el ámbito de la educación en ingeniería, esta problemática adquiere especial relevancia porque las ecuaciones diferenciales son la base para modelar procesos vinculados a circuitos eléctricos, sistemas mecánicos, transferencia de calor, dinámica de fluidos, control automático, entre otros. Cuando el aprendizaje se restringe a la manipulación simbólica, los futuros ingenieros ven la matemática como una asignatura “de paso”, desvinculada de su práctica profesional, lo que limita su capacidad de análisis, predicción y toma de decisiones en escenarios reales (Martín Erro et al., 2024).

La literatura especializada ha señalado que esta desconexión entre lo simbólico y lo fenomenológico se relaciona con debilidades en la comprensión gráfica, en la interpretación de modelos y en la capacidad de traducir entre distintos registros de representación (verbal, algebraico, gráfico, numérico). Duval (1999) sostiene que gran parte de las dificultades en matemática avanzada provienen de la incapacidad de coordinar diversos registros de representación semiótica, algo especialmente evidente en temas como ecuaciones diferenciales, donde el significado depende fuertemente de la interpretación gráfica y del comportamiento de las soluciones en el tiempo.

En este contexto, la visualización matemática ha emergido como un campo de estudio clave para comprender cómo los estudiantes construyen sentido a partir de representaciones externas.

La visualización no se limita a “ver gráficos”, sino que involucra procesos cognitivos complejos de interpretación, anticipación, manipulación mental y vinculación entre imágenes y conceptos (Tall, 1991); (Schoenherr & Schukajlow, 2023). Estos procesos son fundamentales para que el estudiante pueda pasar de una solución simbólica a una comprensión dinámica del sistema modelado.

Schoenherr y Schukajlow (2023), en su revisión panorámica sobre visualización externa en educación matemática, muestran que la mayoría de investigaciones coinciden en que representaciones gráficas, simulaciones y entornos interactivos pueden facilitar la comprensión conceptual, siempre que estén acompañados de tareas bien diseñadas y de una mediación docente intencionada. No obstante, también advierten que la visualización puede ser superficial si se limita a mostrar gráficos sin articularlos con preguntas, explicaciones y procesos de reflexión guiada.

En el caso particular de las carreras de ingeniería, la alfabetización visual adquiere un rol decisivo. Martín Erro et al. (2024), al explorar las habilidades de dibujo a mano alzada en estudiantes de ingeniería, evidencian que la capacidad de representar esquemas, estructuras y comportamientos de sistemas es un soporte importante para la visualización mental y la comprensión espacial. Aunque su estudio no se centra específicamente en ecuaciones diferenciales, sus hallazgos muestran que la debilidad en competencias gráficas afecta la interpretación de diagramas, gráficos y modelos, lo cual se extrapola a la lectura de soluciones de sistemas dinámicos.

Desde el enfoque del aprendizaje significativo, se ha insistido en que el estudiante necesita establecer vínculos sustantivos entre los nuevos contenidos y su estructura cognitiva previa, así como con contextos auténticos de uso. Díaz-Barriga Arceo (2003), desde la perspectiva de la cognición situada, argumenta que el aprendizaje significativo se potencia cuando las tareas académicas se contextualizan en escenarios que el estudiante percibe como relevantes, cercanos y funcionales. En el caso de las ecuaciones diferenciales, esto implica conectar los modelos con sistemas físicos o tecnológicos reales, más allá de ejercicios rutinarios descontextualizados.

Complementariamente, Coll (2020) subraya que la cultura y el contexto mediado por tecnologías configuran las formas actuales de aprender. En entornos de educación superior tecnológica, donde los estudiantes conviven de manera permanente con herramientas digitales, resulta coherente que la enseñanza de las matemáticas incorpore entornos interactivos, simuladores y software especializado que permitan explorar funciones, parámetros y soluciones de manera visual y dinámica.

En la última década, el uso de herramientas digitales como GeoGebra, WolframAlpha, Desmos, MATLAB, Python o Maple se ha generalizado en el campo de la educación matemática. Estos entornos permiten representar gráficamente soluciones, variar parámetros en tiempo real, simular escenarios y visualizar comportamientos límite.

Dicho de otro modo, favorece el tránsito desde un razonamiento exclusivamente simbólico hacia una comprensión visual y fenomenológica (Andreev et al., 2021); (Bullock et al., 2021). Andreev et al. (2021) analizaron la efectividad de las herramientas de visualización en contextos de educación a distancia, concluyendo que estos recursos digitales favorecen la comprensión de contenidos abstractos al convertir procesos invisibles en objetos perceptibles y manipulables. Aunque su estudio se situó en la educación remota, sus hallazgos son extrapolables a la enseñanza de ecuaciones diferenciales en modalidad presencial, especialmente cuando se busca que los estudiantes exploren la dinámica de sistemas mediante simulaciones.

En el ámbito específico de GeoGebra, Bullock, Webster y Jones (2021) investigaron qué características del entorno favorecen o dificultan la comprensión conceptual de los integrales definidos en futuros docentes de matemáticas. Sus resultados muestran que las funcionalidades interactivas, la posibilidad de vincular representaciones y la manipulación directa de parámetros apoyan la construcción de significados, pero también señalan que un uso instrumental, sin orientación conceptual, puede reforzar una visión meramente técnica del software.

Estos antecedentes permiten inferir que la integración de herramientas como GeoGebra en la enseñanza de ecuaciones diferenciales tiene el potencial de tender puentes entre el cálculo simbólico y la interpretación física de las soluciones, siempre que se diseñen actividades didácticas que obliguen al estudiante a explicar, justificar y relacionar lo que ve en la pantalla con el fenómeno real.

La mediación docente resulta aquí determinante para evitar que las visualizaciones sean vistas como “magia” y, en cambio, se conviertan en soporte de argumentación y análisis crítico.

En el caso de WolframAlpha y otros sistemas de álgebra computacional, la literatura ha señalado su doble filo: por un lado, alivian la carga de cálculo y permiten dedicar más tiempo a la interpretación; por otro, pueden fomentar una dependencia excesiva de la máquina si no se acompaña de procesos de verificación, estimación y lectura crítica de resultados. Schoenherr y Schukajlow (2023) insisten en que las visualizaciones y los sistemas automáticos deben integrarse en secuencias didácticas que exijan al estudiante tomar decisiones, comparar representaciones y formular conjeturas.A nivel internacional, se han desarrollado múltiples experiencias en las que se articulan ecuaciones diferenciales, simulaciones y laboratorios virtuales.

Algunas propuestas utilizan sistemas masa–resorte, circuitos RLC, poblaciones biológicas o modelos de crecimiento exponencial para que los estudiantes relacionen parámetros de la ecuación con características observables del fenómeno (amplitud, frecuencia, amortiguamiento, equilibrio, estabilidad). Estas experiencias apuntan a que la visualización es particularmente poderosa cuando se vincula a contextos problematizados y no meramente ilustrativos (Schoenherr & Schukajlow, 2023); (Andreev et al., 2021).

Sin embargo, diversos autores advierten que la introducción de tecnología, por sí sola, no garantiza un aprendizaje significativo. Díaz-Barriga Arceo (2003) recuerda que cualquier recurso —digital o analógico— requiere estar inscrito en un diseño instruccional que favorezca la actividad mental relevante, la articulación de conocimientos previos y la reflexión metacognitiva. En el caso de las ecuaciones diferenciales, esto implica interpelar al estudiante con preguntas sobre el comportamiento de las soluciones, la influencia de parámetros, las condiciones iniciales y la interpretación de gráficos.

Desde la perspectiva de la formación de ingenieros, los antecedentes señalan que muchos estudiantes llegan a cursos avanzados con lagunas conceptuales en contenidos previos de Cálculo, Integrales y Álgebra, lo que dificulta el acceso a contenidos más abstractos.

Estudios diagnósticos reportan debilidades en el manejo de funciones, en la interpretación de razones de cambio y en la comprensión de la recta tangente, conceptos que son esenciales para comprender la lógica de las ecuaciones diferenciales (Tall, 1991); (Coll, 2020).

Esto se agrava cuando la enseñanza se centra en la exposición magistral y en la resolución de listas de ejercicios, sin espacios suficientes para la exploración, el ensayo y el error, o la experimentación con representaciones múltiples. Andreev et al. (2021) señalan que la incorporación de entornos interactivos puede ayudar a compensar estas carencias al permitir que el estudiante manipule directamente las variables de un sistema, experimente con condiciones iniciales distintas y observe la respuesta dinámica del modelo.

En el ámbito latinoamericano, y particularmente en universidades públicas, los informes sobre prácticas de enseñanza en carreras de ingeniería muestran una incorporación desigual de recursos digitales. Mientras algunas asignaturas de programación o simulación usan intensamente software especializado, otros cursos de matemáticas permanecen fuertemente anclados a enfoques tradicionales, con uso limitado de tecnología, aun cuando existen laboratorios de cómputo y plataformas disponibles (Díaz-Barriga Arceo,

2003); (Coll, 2020). Esta brecha tecnológico-pedagógica constituye un antecedente importante para comprender la experiencia en la UNEMI.

A nivel teórico, la noción de "visualización externa" desarrollada por Schoenherr y Schukajlow (2023) resulta especialmente relevante para el objeto de estudio del capítulo. Los autores proponen entender las herramientas visuales como dispositivos que no solo muestran información, sino que reconfiguran la forma en que el estudiante piensa el objeto matemático. De este modo, una ecuación diferencial deja de ser una fórmula aislada para convertirse en un sistema dinámico cuya trayectoria puede observarse, comparar, transformar y explicar.

Otro antecedente metodológico importante es el uso de la sistematización de experiencias como enfoque para investigar prácticas docentes en educación matemática. Jara (2018) plantea que la sistematización permite reconstruir críticamente lo vivido en el aula para extraer aprendizajes, tensiones y condiciones que favorecen u obstaculizan el logro de objetivos formativos.

En el campo de la enseñanza de las matemáticas en ingeniería, este enfoque ha sido menos explorado, predominando estudios experimentales o cuasi-experimentales, lo que abre un espacio de aporte para el presente capítulo. En experiencias previas de innovación didáctica con ecuaciones diferenciales, algunos trabajos han utilizado estudios de caso y narrativas docentes para documentar cambios en la motivación, en el rendimiento y en la actitud hacia la matemática cuando se incorporan simulaciones y entornos gráficos.

Estos estudios coinciden en reportar un "antes y después" en la percepción de los estudiantes, quienes pasan de ver la matemática como un conjunto de símbolos opacos a reconocerla como una herramienta para explicar fenómenos que "se mueven" y "responden" a parámetros (Andreev et al., 2021); Bullock et al., 2021).

No obstante, la literatura específica que articule ecuaciones diferenciales de orden superior, carreras de Ingeniería en Software / Tecnología de la Información y uso combinado de GeoGebra, WolframAlpha y Python sigue siendo escasa, especialmente en el contexto ecuatoriano. La mayoría de estudios se concentran en cálculo, integrales, geometría o álgebra lineal, dejando un espacio poco explorado en la enseñanza visual de sistemas dinámicos y modelos de segundo orden en asignaturas de ecuaciones diferenciales.

En el contexto de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), la necesidad de fortalecer la relación entre matemática y aplicaciones tecnológicas se inserta en un entorno institucional que apuesta por la formación de profesionales capaces de integrar saberes teóricos y competencias digitales. Este marco genera condiciones propicias para experien-

cias innovadoras que articulen herramientas de visualización con contenidos matemáticos avanzados, pero también revela brechas en el dominio previo de software matemático por parte de los estudiantes.

Los antecedentes revisados permiten constatar que el objeto de estudio —la comprensión conceptual de las ecuaciones diferenciales de orden superior mediada por herramientas de visualización digital— se ubica en la intersección de varias líneas de investigación consolidadas: la educación matemática en ingeniería, la visualización externa, la integración pedagógica de tecnologías y el aprendizaje significativo en contextos situados (Díaz-Barriga Arceo, 2003); (Coll, 2020); (Schoenherr & Schukajlow, 2023); (Andreev et al., 2021).

Sobre esta base, la experiencia sistematizada en el capítulo se posiciona como un aporte que busca documentar, desde la voz y la práctica docente, cómo el uso de GeoGebra y WolframAlpha favorece el tránsito desde una resolución algorítmica de las ecuaciones hacia una comprensión visual y fenomenológica de sus soluciones. Al hacerlo, contribuye a llenar un vacío en la literatura nacional y regional sobre la enseñanza de ecuaciones diferenciales en carreras tecnológicas, y ofrece claves metodológicas para fortalecer la formación de ingenieros capaces de “leer” el mundo a través del lenguaje de los modelos matemáticos.

3.3. Problematización

El principal problema identificado en la enseñanza de Ecuaciones Diferenciales en las carreras de Ingeniería en Software e Ingeniería en Tecnología de la Información fue la dificultad de los estudiantes para interpretar y otorgar significado a las soluciones de las ecuaciones diferenciales de orden superior.

Aunque la mayoría lograba resolver los ejercicios paso a paso, no comprendían el sentido físico o fenomenológico de la solución obtenida. Esta brecha entre la resolución simbólica y la comprensión conceptual constituye un obstáculo formativo que limita la capacidad de los futuros ingenieros para modelar y analizar procesos reales desde la matemática aplicada.

Esta problemática se relaciona con la falta de alfabetización visual y comprensión gráfica en la formación de los ingenieros. Martín Erro et al. (2024) destacan que los estudiantes de ingeniería presentan debilidades en la interpretación de representaciones visuales y

gráficas, lo cual obstaculiza la comprensión de los fenómenos físicos subyacentes en los modelos matemáticos.

En este sentido, el aprendizaje se vuelve fragmentado, desconectado y excesivamente centrado en el procedimiento. Díaz-Barriga Arceo (2003) sostiene que el aprendizaje significativo requiere que los estudiantes establezcan vínculos entre los nuevos conocimientos y los contextos auténticos en los que estos cobran sentido. Cuando la enseñanza de las ecuaciones diferenciales se descontextualiza, se genera un conocimiento instrumental, sin anclaje ni transferencia a la práctica profesional.

Si este problema persiste, los estudiantes continuarán abordando las matemáticas como una serie de pasos mecánicos sin conexión con su campo profesional. Schoenherr y Schukajlow (2023) afirman que la visualización externa —por medio de gráficos, simulaciones o representaciones digitales— actúa como un puente entre la abstracción matemática y la comprensión conceptual. En ausencia de tales mediaciones, el aprendizaje se reduce a una memorización algorítmica sin desarrollo de pensamiento analítico. Bullock, Webster y Jones (2021) coinciden en que el uso de entornos interactivos, como GeoGebra, favorece la transición del razonamiento simbólico a la comprensión visual y fenomenológica, condición necesaria para que los estudiantes de ingeniería comprendan la dinámica de sistemas reales.

Durante el desarrollo del curso, esta dificultad se hizo evidente en actividades donde los estudiantes analizaban sistemas masa–resorte amortiguados y circuitos RLC. Aunque podían obtener las soluciones algebraicamente, no lograban explicar el comportamiento del sistema en función del tiempo ni distinguir cuándo el movimiento era amortiguado o cuándo alcanzaba el equilibrio.

Ante esta situación, se implementó el uso de GeoGebra y Python como recursos de visualización y simulación. Con estas herramientas, los estudiantes pudieron observar las gráficas de las funciones solución, analizar la variación de la amplitud y comprender la relación entre los parámetros y el fenómeno físico. Andreev et al. (2021) demostraron empíricamente que el uso de herramientas de visualización potencia la comprensión cognitiva y operativa del aprendizaje matemático, al convertir procesos abstractos en experiencias perceptibles y manipulables.

Reconocer esta problemática permitió reorientar la práctica docente hacia estrategias que integran la visualización digital, el razonamiento analítico y la interpretación física del fenómeno. Este proceso de reflexión condujo a la necesidad de sistematizar la experiencia para identificar qué condiciones, recursos y mediaciones didácticas favorecen

una comprensión más profunda y significativa de las ecuaciones diferenciales en carreras de ingeniería. A partir de este análisis se definirá, en el siguiente puente, el propósito de la sistematización, orientado a fortalecer la comprensión conceptual y la capacidad de modelar fenómenos reales mediante herramientas digitales interactivas.

3.4. Marco conceptual referencial

La sistematización de experiencias surge en América Latina como una metodología crítico–pedagógica que reconoce la práctica educativa como fuente legítima de producción de conocimiento.

Autores como Jara (2018) la define como un proceso de reconstrucción e interpretación crítica de experiencias vividas, que permite explicitar los sentidos, las lógicas y los aprendizajes que subyacen a la acción. En lugar de limitarse a "describir lo ocurrido", la sistematización busca comprender cómo y por qué sucedieron las cosas, y qué implicaciones tienen para la transformación de la práctica. En el contexto de la Educación Superior, esta perspectiva se vuelve estratégica para repensar las aulas de ingeniería más allá de la transmisión de contenidos.

A diferencia de la investigación tradicional, que suele partir de diseños previamente estructurados, la sistematización parte de experiencias ya realizadas y se propone leerlas retrospectivamente desde un eje problematizador (Jara, 2018). Ghiso (2006) señala que esta metodología se sitúa en la intersección entre la práctica y la teoría, al recuperar lo vivido desde la voz de sus protagonistas y traducirlo en conocimiento comunicable, discutible y replicable. En carreras técnicas, ello significa recuperar las dinámicas aúlicas, las mediaciones tecnológicas y las formas de aprender matemática aplicada o programación como objetos de análisis sistemático.

La experiencia áulica en carreras de ingeniería se caracteriza por una fuerte presencia de contenidos formales, abstracción simbólica y resolución de problemas, a menudo con poca reflexión metacognitiva. La sistematización permite tensionar estos supuestos al preguntarse qué entienden realmente los estudiantes, cómo articulan la teoría con la práctica y qué obstáculos cognitivos o culturales emergen en el proceso formativo (Hernández et al., 2018). Así, el aula deja de ser un escenario neutro para convertirse en un campo de investigación–acción sobre el aprendizaje profesional.

Metodológicamente, la sistematización se inscribe en el paradigma interpretativo–crítico de la investigación cualitativa, pues privilegia el análisis de significados, relatos

y prácticas contextualizadas (De Souza Minayo, 2019); (Flick, 2015). No busca generalizaciones estadísticas, sino comprensiones profundas de procesos singulares, susceptibles de ser contrastados con marcos teóricos.

En carreras técnicas, ello permite comprender cómo los estudiantes construyen sentido de las ecuaciones diferenciales, del diseño de algoritmos o de la simulación de sistemas, y cómo las mediaciones digitales favorecen o dificultan esa comprensión. Un rasgo distintivo de la sistematización es la centralidad de la reflexión crítica sobre la propia práctica docente. Schön (1983) plantea que el profesional reflexivo aprende "en la acción" y "sobre la acción", reelaborando su saber hacer a partir de la experiencia.

La sistematización de experiencias aúlicas en ingeniería convierte esta reflexión en un proceso estructurado, documentado y compartible, transitando del "saber práctico implícito" al "conocimiento explícito sobre la práctica".

Jara (2018) describe fases recurrentes en procesos de sistematización: elección del eje de análisis, reconstrucción histórica de la experiencia, análisis crítico e interpretación, y socialización de los aprendizajes. En el caso de experiencias aúlicas en ingeniería, el eje puede situarse, por ejemplo, en la comprensión conceptual de modelos matemáticos, en el uso de herramientas de visualización o en el impacto de metodologías activas. Cada fase invita a documentar decisiones didácticas, reacciones estudiantiles, logros y tensiones, constituyendo un "relato analítico" del proceso formativo.

La noción de experiencia, en este marco, se vincula con el aprendizaje experiencial. Kolb (1984) sostiene que el conocimiento se construye mediante un ciclo que integra experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Las prácticas en laboratorios, simulaciones, resolución de problemas y proyectos en carreras de ingeniería se inscriben plenamente en esta lógica. La sistematización, entonces, se focaliza en reconstruir ese ciclo: qué experiencias se propusieron, cómo se vivieron, cómo se reflexionó sobre ellas y qué nuevas comprensiones generaron.

En el Espacio de Educación Superior, la formación en ingeniería se ha reconfigurado hacia modelos centrados en competencias, resolución de problemas y aprendizaje activo. Prince (2004) demuestra que las metodologías activas —como el aprendizaje basado en problemas y proyectos— aumentan el rendimiento y la retención en ingeniería. Sistematizar experiencias aúlicas donde se aplican estas metodologías permite evidenciar qué condiciones didácticas, organizativas y tecnológicas potencian su efectividad o la limitan.

Felder y Brent (2003, 2005) han documentado ampliamente las dificultades habituales en la enseñanza de ingeniería: clases expositivas extensas, sobrecarga de contenidos, poca

interacción y énfasis en exámenes de tipo algorítmico. Frente a ello, proponen estrategias de aprendizaje cooperativo, instrucción centrada en el estudiante y uso intencionado de tecnología. La sistematización de experiencias que incorporan estas estrategias en asignaturas como ecuaciones diferenciales o sistemas dinámicos ofrece evidencia situada sobre sus efectos en la comprensión conceptual y en la motivación estudiantil.

La literatura sobre problem-based learning (PBL) en ingeniería, encabezada por Kolmos (1996, 2004), muestra que los proyectos contextualizados facilitan la integración entre teoría y práctica, así como el desarrollo de competencias transversales. Sin embargo, la implementación real de PBL en aulas técnicas suele enfrentar tensiones de tiempo, currículo y evaluación.

La sistematización permite documentar cómo se concretan los proyectos en el aula, qué negociaciones se realizan, qué rol asume el profesor–tutor y cómo los estudiantes perciben el sentido de los problemas abordados.

Desde la perspectiva del Scholarship of Teaching and Learning (SoTL), Boyer (1990) y Trigwell y Shale (2004) sostienen que la docencia universitaria debe generar conocimiento sistemático sobre la enseñanza, sometido a escrutinio y compartido con la comunidad académica. La sistematización de experiencias aúlicas en carreras técnicas se alinea con esta visión, al transformar la práctica docente en objeto de indagación, teorizarla a partir de marcos pedagógicos y difundir sus resultados en forma de capítulos, artículos o informes.

El uso de tecnologías digitales en la enseñanza de ingeniería —simuladores, software de cómputo simbólico, entornos de programación, plataformas de visualización— ha modificado profundamente las posibilidades didácticas. Sin embargo, los estudios muestran que la mera presencia de tecnología no garantiza el aprendizaje conceptual (Bullock et al., 2021; (Andreev et al., 2021). Sistematizar experiencias en las que estas herramientas se integran de manera pedagógicamente intencionada permite identificar buenas prácticas, resistencias, brechas de alfabetización digital y formas de acompañamiento docente necesarias.

Desde el enfoque de la cognición situada, Díaz-Barriga Arceo (2003) plantea que el aprendizaje significativo ocurre cuando los contenidos se trabajan en contextos auténticos y socialmente relevantes. En carreras técnicas, esto implica vincular los conceptos matemáticos con problemas de ingeniería, datos reales, simulaciones de procesos industriales o sistemas físicos. La sistematización de experiencias aúlicas que logran este anclaje con-

textual permite evidenciar cómo cambia la actitud del estudiante ante la matemática y cómo se fortalece su identidad profesional.

Coll (2020) resalta que, en sociedades mediadas por tecnología, la cultura y las herramientas digitales participan activamente en la construcción del conocimiento. Esto es especialmente visible en ingenierías, donde el uso de software, lenguajes de programación y simuladores forma parte del "alfabeto profesional". La sistematización de experiencias que emplean recursos como GeoGebra, Python o WolframAlpha en asignaturas de ciencias básicas analiza no solo resultados de aprendizaje, sino también procesos de apropiación tecnológica, dificultades de uso y nuevas formas de razonamiento visual.

La calidad de los procesos formativos en el Espacio de Educación Superior también ha promovido la cultura de la mejora continua respaldada en evidencia. Biggs (2003) propone el modelo de alineamiento constructivo, donde objetivos, actividades de aprendizaje y evaluación se articulan coherentemente.

Sistematizar experiencias aúlicas en ingeniería permite revisar en qué medida las actividades diseñadas y las evaluaciones realizadas están efectivamente alineadas con las competencias declaradas, y qué ajustes son necesarios.

Wenger (1998) introduce el concepto de comunidades de práctica para describir espacios donde los sujetos comparten problemas, herramientas y formas de hacer, generando aprendizajes colectivos. Cuando los docentes de ingeniería sistematizan y comparten sus experiencias aúlicas, contribuyen a la construcción de comunidades de práctica pedagógicas dentro de las facultades, donde se discuten estrategias, se revisan resultados y se co-diseñan innovaciones curriculares.

Desde la perspectiva metodológica, la sistematización suele apoyarse en técnicas propias de la investigación cualitativa: análisis documental, observación participante, entrevistas, grupos focales y narrativas reflexivas (Hernández et al., 2018); (Flick, 2015).

En contextos de ingeniería, estas técnicas se combinan con artefactos específicos como registros de código, capturas de pantalla de simulaciones, rúbricas de proyectos o bitácoras de laboratorio. Este entrecruce de fuentes permite una comprensión rica y multimodal de la experiencia educativa.

La dimensión ética en la sistematización resulta especialmente importante. De Souza Minayo (2019) subraya la necesidad de resguardar la confidencialidad, el consentimiento informado y el respeto a los participantes, incluso cuando se trabaja con datos aúlicos. En carreras técnicas, además, suele manejarse información de proyectos, prototipos

o desarrollos que forman parte de la identidad académica del estudiante, por lo que la sistematización debe cuidar la autoría y la integridad de sus producciones.

La literatura también reconoce el riesgo de que la sistematización derive en descripciones anecdóticas sin suficiente rigor analítico. Jara (2018) insiste en la necesidad de articular la experiencia con marcos teóricos sólidos y categorías de análisis explícitas. En el caso de ingeniería, esto supone dialogar con la didáctica de las matemáticas, la pedagogía universitaria, los estudios sobre tecnología educativa y la literatura específica de educación en ingeniería (engineering education).

En el Espacio Europeo de Educación Superior y en procesos de convergencia similares en América Latina, las reformas curriculares han enfatizado el tránsito desde modelos centrados en la enseñanza hacia modelos orientados al aprendizaje. Trigwell y Shale (2004) señalan que ello exige que el profesorado universitario desarrolle competencias para investigar su propia docencia. La sistematización de experiencias aúlicas en carreras técnicas se inscribe en esta transición, al promover un rol docente investigador de la propia práctica.

En muchos planes de estudio de ingeniería, las asignaturas de ciencias básicas (matemática, física, estadística) son percibidas por el estudiantado como "filtros" o "obstáculos" más que como pilares de la formación profesional. Sistematizar experiencias innovadoras en estas asignaturas —como el uso de visualización interactiva en ecuaciones diferenciales— permite documentar evidencias de cambio: mejora en la comprensión, reducción de la deserción, incremento del interés profesional y resignificación de la matemática en su perfil de ingeniero.

La sistematización también permite poner en diálogo las expectativas institucionales, las políticas de calidad y las condiciones reales del aula. En muchas universidades de ingeniería, los lineamientos hablan de innovación, uso intensivo de TIC y enfoque por competencias, pero los docentes enfrentan grupos numerosos, carga laboral elevada y estudiantes con brechas formativas (Coll, 2020); Díaz-Barriga Arceo (2003). Al documentar estas tensiones, la sistematización ofrece insumos para la toma de decisiones en gestión académica y en desarrollo docente.

La formación del profesorado de ingeniería en perspectiva pedagógica sigue siendo un desafío. Gran parte de los docentes proviene del campo profesional o de la investigación disciplinar, con escasa formación didáctica formal. Procesos de sistematización acompañados —por ejemplo, en diplomados de docencia universitaria o programas de desarrollo académico— se convierten en dispositivos potentes para que los docentes aprendan a teo-

rizar su práctica y a construir criterios didácticos propios (Jara, 2018); (Hernández et al., 2018).

El marco conceptual revisado muestra que la sistematización de experiencias aúlicas en carreras técnicas constituye una herramienta epistemológica y metodológica para fortalecer la calidad de la formación en ingeniería. Permite comprender en profundidad cómo aprenden los estudiantes, qué rol juegan las tecnologías, cómo se articulan teoría y práctica, y qué transformaciones son posibles en las aulas de ciencias básicas, programación o simulación. Además, aporta a la consolidación de una cultura de reflexión y mejora continua.

Sobre estos fundamentos, la sistematización de la experiencia desarrollada en la asignatura de Ecuaciones Diferenciales en la UNEMI se inserta en una tradición latinoamericana de lectura crítica de la práctica y en un movimiento global por la transformación de la enseñanza en ingeniería. Al recuperar la mediación de herramientas de visualización, los relatos estudiantiles y las decisiones didácticas, este capítulo contribuye a la construcción de un conocimiento pedagógico situado que puede dialogar con la comunidad de educación en ingeniería y nutrir nuevas experiencias en el Espacio de Educación Superior.

3.5. Encuadre metodológico

La metodología empleada en este capítulo se fundamenta en la sistematización de experiencias como enfoque de investigación educativa orientado a reconstruir, interpretar y analizar críticamente procesos vividos en el aula. A diferencia de los diseños experimentales o correlacionales, la sistematización se sitúa en un paradigma interpretativo–crítico que busca comprender el sentido de la práctica y producir conocimiento pedagógico situado (Jara, 2018). Este enfoque permite convertir la experiencia docente en un objeto legítimo de indagación y análisis académico.

La sistematización, entendida como técnica investigativa, permite organizar de manera lógica y reflexiva los acontecimientos, decisiones y resultados que emergen durante el proceso educativo, identificando relaciones causales, patrones, tensiones y aprendizajes significativos (Ghiso, 2006). En el campo de la educación en ingeniería, la sistematización ofrece un marco adecuado para comprender cómo los estudiantes construyen significado a partir de la visualización matemática y de las mediaciones tecnológicas utilizadas en el aula.

Metodológicamente, el proceso inicia con la delimitación del eje de análisis, el cual funciona como una pregunta articuladora que guía la reconstrucción de la experiencia. En este caso, el eje seleccionado fue comprender cómo la visualización digital favorece la interpretación significativa de las ecuaciones diferenciales en estudiantes de carreras tecnológicas. Según Jara (2018), seleccionar un eje claro evita caer en narraciones descriptivas dispersas y asegura el rigor conceptual del análisis.

Tras definir el eje conductor, el proceso continúa con la reconstrucción crítica de la experiencia. Esta fase consiste en ordenar cronológicamente las actividades, interacciones, decisiones y eventos relevantes desarrollados en el aula (De Souza Minayo, 2019). Se revisaron planificaciones de clase, materiales didácticos, capturas de pantalla, gráficas generadas por software matemático y registros de participación estudiantil, lo cual permitió estructurar una línea narrativa coherente del proceso formativo.

La sistematización incorpora la revisión de registros cualitativos producidos durante la experiencia. Para ello, se utilizaron notas de campo, observaciones de clase, bitácoras docentes y reflexiones escritas por los estudiantes.

Flick (2015) sostiene que el análisis cualitativo se fortalece cuando se triangulan distintas fuentes de evidencia, permitiendo contrastar percepciones, comportamientos y resultados obtenidos. Un elemento metodológico central fue la reflexión docente. Schön (1983) indica que los profesionales reflexivos analizan su práctica para comprender los supuestos que la sustentan y reorientarla con mayor intencionalidad.

Esta reflexión no se limitó al plano introspectivo sino que se acompañó de categorías conceptuales tomadas de la didáctica de las matemáticas y de la literatura sobre visualización externa.

Durante la fase analítica se utilizaron procedimientos de categorización temática, donde se organizaron los datos en torno a dimensiones relevantes como: comprensión conceptual, uso de herramientas digitales, interpretación gráfica, dificultades cognitivas y percepciones estudiantiles. Hernández et al. (2018) sostienen que la categorización permite identificar patrones y generar interpretaciones consistentes.

La sistematización no se limita a describir lo que ocurrió, sino que incorpora la interpretación crítica. Esto implica contrastar la experiencia con marcos teóricos, identificar éxitos y limitaciones, y comprender las condiciones que influyeron en los resultados (Jara, 2018). En esta investigación, se interpretaron las dificultades de los estudiantes desde las teorías de la alfabetización visual, la cognición situada y el aprendizaje significativo.

También se realizó triangulación teórica, comparando la experiencia con hallazgos de estudios previos sobre visualización matemática, uso de GeoGebra, razonamiento simbólico–gráfico y aprendizaje en ingeniería. Flick (2015) señala que la triangulación fortalece la validez interpretativa, al permitir que las conclusiones dialoguen con perspectivas externas.

La metodología incluyó un análisis comparativo entre el desempeño de los estudiantes antes y después de la implementación de recursos visuales. Si bien no se realizaron mediciones cuantitativas formales, se revisaron actividades, ejercicios resueltos, explicaciones orales y participación en debates. Este análisis se enmarca en un enfoque cualitativo interpretativo que evalúa cambios en la profundidad y precisión de las respuestas.

Otro componente metodológico relevante fue la observación participante. Como docente-investigador, se participó activamente en el desarrollo de clases y se registró cómo los estudiantes interactuaban con las herramientas digitales. Según Hernández et al. (2018), la observación participante permite una comprensión holística de los fenómenos educativos, al combinar la mirada del investigador con su rol en la dinámica del aula.

La integración de herramientas digitales generó datos adicionales, como capturas de gráficas, simulaciones y códigos utilizados en Python. Estos artefactos se analizaron como evidencia visual del aprendizaje, siguiendo la perspectiva de Schoenherr y Schukajlow (2023), quienes plantean que las representaciones externas son tanto instrumentos como datos de investigación.

La sistematización consideró además la reflexión estudiantil como insumo metodológico. Se recopilaron testimonios sobre el impacto de las visualizaciones en la comprensión conceptual. Kolb (1984) subraya que la verbalización de aprendizajes es parte del ciclo de aprendizaje experiencial, ya que permite consolidar la conceptualización abstracta.

La ética en el manejo de información aúlica fue garantizada mediante la anonimización de los datos, el uso de citas no identificables y el resguardo de materiales internos. Minayo (2019) destaca que incluso en investigaciones cualitativas basadas en experiencia docente es necesario proteger la identidad y la integridad de los participantes.

La metodología permitió construir un relato analítico estructurado, donde cada sección del capítulo responde a un proceso hermenéutico que articula experiencia, reflexión, teoría y evidencia. Siguiendo a Jara (2018), la sistematización se convierte así en un ejercicio de producción de conocimiento pedagógico, no solo de registro.

La validez del proceso se sustentó en la coherencia entre el eje problematizador, los datos recogidos, las categorías del análisis y las conclusiones elaboradas. Biggs (2003)

plantea que la validez educativa se logra cuando hay alineación entre objetivos, procesos y evaluación, criterio que fue considerado durante la reconstrucción de la experiencia.

Las limitaciones metodológicas también se reconocen como parte del análisis crítico. Entre ellas se identifican el carácter subjetivo de algunas percepciones, la ausencia de instrumentos cuantitativos y el tiempo limitado para evaluar efectos a largo plazo. Estas limitaciones son inherentes al carácter interpretativo de la sistematización (Flick, 2015).

A pesar de estas limitaciones, la metodología aplicada proporcionó una comprensión profunda y contextualizada del proceso de aprendizaje de las ecuaciones diferenciales mediado por herramientas de visualización. La sistematización permitió identificar momentos clave, transformaciones en la percepción estudiantil y condiciones pedagógicas que favorecieron la comprensión.

El proceso metodológico cerró con la elaboración de aprendizajes y recomendaciones, siguiendo el principio de que la sistematización debe proyectarse hacia la mejora futura. Según Kolmos (2004), la reflexión retrospectiva orientada a la acción futura constituye un paso esencial en los procesos de innovación educativa en ingeniería.

La técnica de sistematización permitió analizar la experiencia de manera estructurada, crítica y fundamentada, generando conocimiento transferible a otros cursos del área de matemáticas aplicadas y a la enseñanza de ingeniería en el Espacio de Educación Superior. Su enfoque interpretativo–reflexivo no solo describe, sino que ilumina y transforma la práctica docente.

3.6. Resultados obtenidos

La sistematización permitió identificar que la incorporación de herramientas digitales de visualización produjo un cambio sustancial en la comprensión conceptual de las ecuaciones diferenciales por parte de los estudiantes. Antes de la intervención, la mayoría resolvía ejercicios con solvencia técnica, pero mostraba dificultades para interpretar el significado de las soluciones, especialmente en temas de sistemas dinámicos. Tras la visualización, los estudiantes comenzaron a relacionar los parámetros de la ecuación con el comportamiento real del sistema.

Uno de los resultados más significativos fue la mejora en la capacidad de interpretar representaciones gráficas. Los estudiantes pasaron de ver las gráficas como “dibujos complementarios” a comprenderlas como expresiones visuales del fenómeno. Esta transición fue evidente al analizar situaciones masa–resorte amortiguadas, donde lograron identifi-

car la reducción de la amplitud, la tendencia al equilibrio y el impacto de la fricción en el sistema.

La visualización favoreció el desarrollo de pensamiento analítico. Al modificar los parámetros del sistema en GeoGebra, los estudiantes observaron variaciones en tiempo real, lo que les permitió formular hipótesis, anticipar resultados y validar sus predicciones. Esta dinámica generó un aprendizaje exploratorio y crítico imposible de lograr únicamente mediante procedimientos algebraicos.

El uso de GeoGebra y WolframAlpha fortaleció la comprensión del comportamiento límite de las soluciones. Estudiantes que inicialmente no comprendían la noción de estabilidad lograron explicar, con propiedad, cuándo un sistema converge a un valor constante, cuándo oscila indefinidamente o cuándo se vuelve inestable ante perturbaciones.

Se evidenció un incremento en la habilidad para conectar conceptos previos de Cálculo con el nuevo contenido. Varios estudiantes expresaron que recién comprendían la importancia de la derivada como razón de cambio y de la recta tangente, pues al visualizar la función solución pudieron observar la relación entre pendiente, velocidad y movimiento.

También se observó una mejora en el uso del lenguaje matemático. La discusión de gráficas, parámetros y fenómenos permitió a los estudiantes explicar conceptos como frecuencia, amortiguamiento, condición inicial, fase y periodo con mayor precisión y menor dependencia de definiciones memorizadas.

La motivación estudiantil experimentó un incremento visible. Antes de la intervención, el curso era percibido como abstracto y desconectado de la ingeniería. Luego del uso de visualizaciones interactivas, los estudiantes manifestaron curiosidad por experimentar más, cuestionar, comparar y relacionar el contenido con su futura práctica profesional.

El análisis de la participación en clase reveló una transición de una participación pasiva a una participación deliberativa. En lugar de preguntar únicamente por procedimientos, los estudiantes comenzaron a formular preguntas orientadas al significado del fenómeno y al impacto de los parámetros en el sistema.

La visualización digital permitió superar la barrera cognitiva inicial que algunos estudiantes tenían respecto a las ecuaciones diferenciales de orden superior. Mientras que antes percibían el contenido como inaccesible, luego lo abordaron con mayor confianza al observar que podían comprenderlo a partir de representaciones dinámicas.

La experiencia evidenció una disminución de los errores conceptuales recurrentes. Por ejemplo, los estudiantes dejaron de interpretar incorrectamente el “factor amortiguamien-

to" como un constante aislado y comenzaron a entenderlo como una fuerza que se opone al movimiento y afecta la forma de la gráfica.

La calidad de las explicaciones orales mejoró significativamente. En las exposiciones de cierre, los estudiantes demostraron mayor capacidad para articular procedimientos algebraicos con interpretaciones físicas, ofreciendo explicaciones fundamentadas y coherentes del comportamiento del sistema estudiado.

El aprendizaje autónomo se fortaleció. La disponibilidad de herramientas interactivas motivó a los estudiantes a experimentar fuera del aula, a generar simulaciones propias y a comparar soluciones analíticas con soluciones numéricas, mostrando mayor profundidad en su comprensión.

Los estudiantes desarrollaron competencias digitales relevantes para su campo profesional. Aunque al inicio no dominaban los softwares matemáticos, al final mostraron fluidez básica en el uso de GeoGebra, interpretación de gráficos en WolframAlpha y comprensión de scripts sencillos de Python.

La revisión de las evaluaciones indicó un progreso generalizado en la capacidad para resolver problemas aplicados. Los estudiantes no solo resolvieron ejercicios simbólicos, sino que lograron justificar la pertinencia del modelo, interpretar datos y analizar escenarios simulados.

La experiencia fortaleció la conexión entre teoría y práctica, aspecto clave en carreras tecnológicas. Al ver que una ecuación de segundo orden podía modelar un resorte, un circuito o un proceso físico, los estudiantes comenzaron a reconocer el rol transversal de la matemática en la ingeniería. La interacción en grupo mejoró de manera notable. El trabajo colaborativo para analizar gráficas fomentó la discusión técnica y el intercambio de ideas, lo que generó un clima de aprendizaje activo y compartido.

El proceso mostró que la integración pedagógica de tecnología reduce brechas de aprendizaje. Estudiantes con dificultades previas para visualizar funciones en dos y tres dimensiones lograron comprender sistemas dinámicos complejos mediante apoyo visual.

La percepción sobre la utilidad de la asignatura cambió favorablemente. Muchos estudiantes afirmaron que, tras la experiencia, entendían por qué las ecuaciones diferenciales son esenciales para su formación como ingenieros.

El docente también experimentó transformaciones significativas, reconociendo la importancia de mediar la tecnología con intencionalidad pedagógica. Esta reflexión permitió mejorar las guías, secuencias didácticas y preguntas orientadoras utilizadas en clase. Los resultados de la sistematización muestran que la visualización digital no solo mejora la

comprensión de conceptos abstractos, sino que resignifica el aprendizaje matemático en carreras técnicas, generando experiencias más significativas, motivadoras y contextualizadas para los estudiantes de ingeniería.

3.7. Conclusiones y reflexiones finales

La sistematización permitió demostrar que la visualización digital constituye un recurso didáctico poderoso para transformar la comprensión de las ecuaciones diferenciales en carreras de ingeniería. El uso de gráficos dinámicos, simulaciones interactivas y herramientas de cálculo simbólico facilitó que los estudiantes transitaran de un pensamiento algorítmico centrado en procedimientos a un pensamiento conceptual orientado a la interpretación profunda del fenómeno matemático.

La experiencia reveló que los estudiantes requieren más que instrucciones para resolver ecuaciones: necesitan contextos visuales y fenomenológicos que les permitan observar cómo el modelo matemático se manifiesta en un sistema real. Esta conexión entre abstracción y realidad generó aprendizajes estables y significativos, superando las limitaciones tradicionales de la enseñanza expositiva.

Se concluyó que la principal barrera de aprendizaje no estaba en la complejidad del contenido, sino en la ausencia de mediaciones visuales que facilitaran la decodificación conceptual. Una vez que las representaciones dinámicas fueron introducidas, los estudiantes lograron comprender ideas que anteriormente les parecían inaccesibles, como amortiguamiento, estabilidad o evolución temporal.

La visualización permitió reconstruir el vínculo entre la matemática y la ingeniería. La mayoría de los estudiantes reconoció, por primera vez, la utilidad de las ecuaciones diferenciales dentro de su disciplina, lo que transformó su percepción del curso y aumentó su motivación intrínseca.

La sistematización mostró que la interpretación gráfica es un proceso cognitivo que exige orientación docente. La figura del profesor como mediador fue esencial para guiar preguntas, promover reflexión y evitar que el software fuese usado únicamente como herramienta instrumental sin carga conceptual.

Se evidenció que el aprendizaje se fortaleció cuando los estudiantes pudieron manipular los parámetros del sistema y observar cómo estos alteraban la gráfica. Esa interacción generó un pensamiento experimental, caracterizado por la formulación de hipótesis, comparación de escenarios y validación de interpretaciones.

La experiencia confirmó los aportes de la literatura sobre alfabetización visual: los estudiantes comprenden mejor cuando pueden ver, manipular y relacionar la información matemática (Schoenherr & Schukajlow, 2023). Esto fue evidente al comparar los razonamientos iniciales con los argumentos elaborados tras el uso de herramientas digitales. También se concluyó que la visualización favoreció la integración de conocimientos previos. Conceptos como derivada, función, pendiente, límite y condición inicial cobraron sentido cuando se observaron representados en movimientos físicos, vibraciones o fluctuaciones eléctricas.

La sistematización evidenció que la motivación estudiantil constituye un factor determinante en el aprendizaje matemático. La transición de actividades abstractas a actividades visuales generó un aumento de participación, curiosidad y disposición al análisis. La experiencia demostró que la comprensión de ecuaciones de orden superior mejora cuando los estudiantes pueden observar la geometría de la solución. El gráfico se convierte en un "puente cognitivo" que facilita el entendimiento de cómo una ecuación genera un comportamiento dinámico.

La reflexión docente emergió como un componente clave. Sistematizar permitió identificar aciertos y tensiones, cuestionar decisiones didácticas y reconocer la necesidad de integrar la tecnología desde una intencionalidad pedagógica coherente.

Los resultados muestran que la innovación educativa en ingeniería no requiere únicamente incorporar tecnología, sino articularla con el currículo, los objetivos de aprendizaje y las características del estudiantado. La visualización fue efectiva porque se implementó como estrategia cognitiva y no como adorno tecnológico.

La sistematización permitió reconocer la necesidad de fortalecer la alfabetización digital de los estudiantes. Aunque mostraron avances relevantes, muchos evidencian brechas en el manejo de software matemático, lo que indica la importancia de una formación digital transversal en toda la carrera.

Se concluye que el trabajo colaborativo aumentó su calidad al introducir actividades visuales. Las simulaciones generaron diálogo técnico, intercambio de interpretaciones y construcción colectiva de significados, elementos fundamentales en la formación de ingenieros.

La experiencia reafirma que la enseñanza de matemáticas en carreras tecnológicas debe orientarse hacia lo aplicado, lo interactivo y lo visual, sin perder rigor teórico. La abstracción matemática no debe ser eliminada, sino complementada con representaciones perceptibles que faciliten la comprensión profunda.

La sistematización permitió identificar que los estudiantes mejoraron su capacidad de explicar conceptos con sus propias palabras, abandonando definiciones memorizadas. Esto indica que la visualización promovió un aprendizaje significativo sustentado en comprensión, no en repetición.

La experiencia mostró que el clima del aula se transformó positivamente. La presencia de herramientas digitales fomentó participación, implicación emocional y un ambiente de descubrimiento, elementos asociados al aprendizaje duradero.

Se concluye que la visualización matemática puede y debe integrarse en otros cursos de ciencias básicas y en contenidos relacionados con diseño, simulación o análisis de datos. La sistematización evidencia que su valor supera la enseñanza específica de ecuaciones diferenciales.

La experiencia también dejó en claro que la sistematización es una herramienta epistemológica para la mejora docente. Permite convertir vivencias en conocimiento, decisiones en teoría y prácticas en metodologías reproducibles dentro y fuera de la institución. Se concluye que el uso pedagógico de visualizaciones interactivas transformó la manera en que los estudiantes miran la matemática. Comprendieron que detrás de cada ecuación hay un fenómeno, una historia y un comportamiento que puede observarse, interpretarse y explicar. Esta transformación constituye el mayor logro de la experiencia sistematizada y un aporte significativo al campo de la educación en ingeniería.

3.8. Recomendaciones de la sistematización

- Se recomienda integrar de manera sistemática herramientas de visualización digital en las asignaturas de matemáticas aplicadas en ingeniería. La experiencia evidenció que GeoGebra, WolframAlpha y simuladores interactivos permiten a los estudiantes comprender conceptos abstractos con mayor profundidad, por lo que su incorporación debe planificarse como parte del currículo y no como recurso accesorio.

- Es conveniente desarrollar guías didácticas específicas para el uso de cada herramienta digital. Dichas guías deben orientar al estudiante en los pasos a seguir, los parámetros a modificar y las preguntas clave que deben responderse para garantizar un aprendizaje reflexivo y no solo procedimental.

- Se recomienda que los docentes incorporen actividades de interpretación gráfica como parte formal de las evaluaciones. Esto permitirá valorar no solo la capacidad

de resolver ecuaciones, sino también la habilidad de analizar y explicar el comportamiento de sistemas dinámicos mediante representaciones visuales.

- Se sugiere capacitar de manera continua a los docentes en el uso pedagógico de software matemático. La mediación docente es crucial para interpretar las visualizaciones y guiar preguntas profundas; por ello, la formación docente debe incluir talleres sobre visualización, análisis gráfico y diseño de simulaciones.
- Se recomienda fortalecer la alfabetización digital de los estudiantes desde los primeros semestres. Dificultades iniciales para utilizar herramientas tecnológicas retrasaron el ritmo de la experiencia; por lo tanto, es necesario introducir cursos o módulos básicos sobre software matemático, lenguajes de programación y conceptos de visualización.
- Es pertinente diseñar actividades donde los estudiantes alternen entre la solución simbólica y la solución visual. Esta alternancia fortalece la comprensión profunda al permitir que los futuros ingenieros articulen razonamiento algebraico y razonamiento fenomenológico en una misma tarea.
- Se recomienda incorporar proyectos aplicados donde los estudiantes modelen fenómenos reales de su campo profesional utilizando ecuaciones diferenciales y simulaciones. Esto promoverá el aprendizaje situado y la transferencia del conocimiento a contextos tecnológicos.
- Se sugiere fomentar el trabajo colaborativo mediado por visualización. La experiencia mostró que las discusiones colectivas en torno a gráficos promovieron aprendizajes profundos; por ello, se deben planificar actividades grupales donde los estudiantes comparen interpretaciones y defiendan argumentos.
- Se recomienda que las instituciones educativas inviertan en recursos tecnológicos adecuados. Una infraestructura informática funcional —laboratorios equipados, acceso a software, conexión estable— es esencial para garantizar la implementación efectiva de estas estrategias.
- Es necesario promover la reflexión metacognitiva después de cada práctica de visualización. Se sugiere incorporar preguntas orientadoras como: “¿Qué aprendí?”, “¿Qué me sorprendió?” o “¿Cómo se relaciona esto con la ingeniería?”, con el fin de consolidar el aprendizaje significativo.

- Se recomienda diversificar los contextos aplicados utilizados en clase. Además de sistemas masa–resorte y circuitos RLC, pueden incorporarse modelos térmicos, de crecimiento poblacional, de control automático o de señales digitales para ofrecer una experiencia interdisciplinaria más amplia.

- Es importante establecer un acompañamiento más cercano a los estudiantes con dificultades persistentes. La visualización ayuda, pero no elimina totalmente las brechas conceptuales; por ello, se recomienda implementar tutorías, clínicas de matemáticas y sesiones de apoyo.

- Se sugiere promover actividades de aprendizaje autónomo mediante simulaciones opcionales. Muchos estudiantes exploraron por iniciativa propia escenarios alternativos; esta motivación puede potenciarse con retos, videos guía y ejercicios autogestionados.

- Se recomienda utilizar rúbricas que incluyan criterios sobre interpretación gráfica, coherencia conceptual, razonamiento analítico y uso adecuado del software. Esto orientará a los estudiantes sobre los parámetros de calidad que deben alcanzar.

- Es pertinente fomentar la integración entre asignaturas del eje matemático y del eje profesional. Por ejemplo, coordinar actividades entre Ecuaciones Diferenciales y cursos de Física o Electrónica permitirá que los estudiantes conecten conceptos y perciban la transversalidad del conocimiento.

- Se sugiere incorporar momentos de coevaluación donde los estudiantes analicen y valoren las explicaciones de sus compañeros. Este proceso fortalece el pensamiento crítico, la argumentación y la capacidad de comunicar ideas complejas.

- Es recomendable realizar investigaciones adicionales para evaluar la efectividad a largo plazo del uso de visualizaciones digitales. Estudios longitudinales permitirían determinar si los aprendizajes perduran y si los estudiantes aplican estas herramientas en cursos posteriores.

- Se recomienda establecer comunidades académicas de práctica entre docentes de ingeniería para compartir experiencias, recursos, guías y secuencias didácticas. Este espacio colaborativo fortalecerá la innovación y fomentará prácticas basadas en evidencia.

- Es necesario incorporar una reflexión institucional sobre la importancia de la visualización en la educación en ingeniería. Las autoridades académicas deben reconocer que estas estrategias no solo mejoran el rendimiento, sino que preparan a los estudiantes para análisis profesionales complejos.

- Se recomienda continuar sistematizando experiencias similares para generar un cuerpo de conocimiento pedagógico consolidado. Cada experiencia aporta nuevas claves sobre cómo enseñar matemáticas aplicadas de manera más significativa, humana y orientada al desarrollo de competencias profesionales.

3.9. Puentes futuros e implicaciones profesionales

La sistematización evidenció que el uso de herramientas de visualización digital fortalece competencias profesionales esenciales en la ingeniería contemporánea, particularmente aquellas vinculadas al análisis de sistemas dinámicos. Al comprender cómo las ecuaciones diferenciales modelan comportamientos reales, los estudiantes desarrollan una mirada analítica que será indispensable en su futuro desempeño profesional.

Esta experiencia transforma la percepción de las matemáticas desde un enfoque meramente operativo hacia una dimensión aplicada, lo que repercute directamente en la capacidad del futuro ingeniero para interpretar fenómenos tecnológicos. Esta habilidad es crucial en áreas como simulación, control automático, electrónica, desarrollo de software científico y análisis avanzado de datos.

La visualización de soluciones de ecuaciones diferenciales fortalece la competencia de pensamiento sistémico, necesaria para abordar problemas complejos en ingeniería. Los estudiantes aprenden a reconocer patrones, inferir comportamientos y anticipar resultados, habilidades alineadas con estándares profesionales internacionales como ABET.

El fortalecimiento de la capacidad interpretativa prepara a los futuros profesionales para diseñar modelos matemáticos más eficientes. Un ingeniero que comprende la dinámica de los sistemas es capaz de proponer soluciones optimizadas, predecir fallas y tomar decisiones técnicas basadas en evidencia.

La experiencia impacta la formación profesional al reforzar la alfabetización digital avanzada. El dominio de herramientas como GeoGebra, WolframAlpha o Python se convierte en un valor competitivo en el mercado laboral, donde la simulación matemática es cada vez más requerida.

La integración de visualización digital promueve una cultura de trabajo basada en la experimentación y el prototipado. Los ingenieros formados con estas herramientas desarrollan una actitud exploratoria que les permite validar hipótesis, probar escenarios alternativos y analizar soluciones antes de implementarlas.

Esta experiencia impulsa el desarrollo de competencias comunicativas técnicas, al fomentar que los estudiantes expliquen verbalmente y por escrito el comportamiento de los sistemas modelados. La comunicación técnica clara es una capacidad central para equipos multidisciplinarios en ingeniería. Desde el punto de vista profesional, el uso de simulaciones fomenta la autonomía intelectual. Los estudiantes aprenden a verificar resultados, confrontar errores y ajustar modelos, una práctica profesional cotidiana en ámbitos como la ingeniería de software, la inteligencia artificial y la ciberfísica.

La experiencia revela la importancia de la interpretación de datos como competencia transversal. Comprender gráficas, curvas, puntos críticos y comportamientos límite es indispensable en procesos de optimización, control y monitoreo industrial. La formación técnica se enriquece al introducir herramientas digitales que replican condiciones reales de trabajo. Esto genera un entorno de aprendizaje similar al que enfrentarán en empresas de desarrollo tecnológico, laboratorios de investigación o industrias automatizadas.

Las implicaciones también alcanzan la capacidad del ingeniero para integrar conocimientos multidisciplinares. La conexión entre matemática, física, programación y sistemas reales favorece una formación profesional holística, alineada con las necesidades actuales de la ingeniería 4.0.

A nivel profesional, esta experiencia consolida la habilidad para tomar decisiones basadas en modelos matemáticos confiables. En campos como el diseño de algoritmos, la simulación numérica o el análisis de circuitos, esta competencia es indispensable.

La sistematización demuestra que la visualización facilita la comprensión de límites, convergencias y estabilidad de sistemas, competencias técnicas fundamentales para ingenieros que trabajarán en control eléctrico, robótica o diseño de procesos. La experiencia promueve el desarrollo de habilidades de resolución de problemas complejos. Visualizar comportamientos permite encontrar soluciones alternativas, anticipar errores y comprender la sensibilidad del sistema ante pequeñas variaciones.

Las implicaciones profesionales incluyen el fortalecimiento de la capacidad para trabajar con herramientas computacionales avanzadas. En la industria tecnológica, el dominio de software de simulación es un diferenciador clave y un requisito básico para muchas posiciones.

La incorporación de visualización fomenta la creatividad aplicada, ya que los estudiantes prueban configuraciones diversas, cambian parámetros, interpretan resultados y plantean escenarios novedosos. Esta creatividad es un valor profesional para el desarrollo de innovación tecnológica.

En el ámbito profesional, esta experiencia crea condiciones para que los futuros ingenieros comprendan la importancia del modelamiento matemático como lenguaje universal. Este enfoque potencia su capacidad para colaborar con especialistas de otras áreas, como físicos, matemáticos o analistas computacionales.

La sistematización evidencia que la visualización no solo mejora el rendimiento académico, sino que prepara al ingeniero para analizar fenómenos en tiempo real. Esta competencia es fundamental en sistemas dinámicos como señales, estructuras, fluidos o circuitos.

Se concluye que esta experiencia genera un perfil profesional más competente, capaz de interpretar gráficas, explicar fenómenos y justificar decisiones técnicas. Este perfil es indispensable para entornos laborales basados en proyectos, simulaciones o validaciones de modelos.

Las implicaciones profesionales de esta sistematización resaltan que la integración de visualización digital no solo mejora la comprensión matemática, sino que forma ingenieros más críticos, reflexivos, autónomos y preparados para enfrentar los desafíos tecnológicos contemporáneos. Este aporte constituye un valor fundamental para el desarrollo académico y profesional en el Espacio de Educación Superior.

Bibliografía

Andreev, A. A., Dias, A. L. F., & Lima, E. F. (2021). The effectiveness of using visualization tools and forms in distance learning. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, *14*(33), e16053.

Artigue, M. (1998). Teaching and learning calculus: What can be learned from education research and curricular changes in France? En A. Watson (Ed.), *Situated cognition and the learning of mathematics* (pp. 1-17).

Biggs, J. (2003). *Teaching for quality learning at university*. Open University Press.

Boyer, E. L. (1990). *Scholarship reconsidered: Priorities of the professoriate*. Carnegie Foundation.

Bullock, S. M., Webster, A., & Jones, K. (2021). Helpful and hindering features of GeoGebra: Understanding what affords conceptual understandings of definite integrals among pre-service mathematics teachers. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, *28*(2), 81-94.

Coll, C. (2020). Aprender y enseñar en tiempos de cambio: El papel de la cultura en la educación contemporánea. *Revista Latinoamericana de Educación Comparada*, *11*(2), 22-34.

De Souza Minayo, M. (2019). *Investigación cualitativa: Teoría, método y creatividad*. Lugar Editorial.

Díaz-Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, *5*(2).

Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematical thinking. En *Basic and Advanced Mathematics Education* (pp. 23-47).

Felder, R. M., & Brent, R. (2003). Learning by doing. *Chemical Engineering Education*, *37*(4), 282-283.

Felder, R. M., & Brent, R. (2005). Understanding student differences. *Journal of Engineering Education*, *94*(1), 57-72.

Flick, U. (2015). *Introducing research methodology*. Sage.

Ghiso, M. (2006). *Sistematización de experiencias educativas: Una propuesta de construcción colectiva*. Fe y Alegría.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: Práctica y teoría para otros mundos posibles*. Siglo XXI Editores.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Kolmos, A. (1996). Reflections on project work and problem-based learning. *European Journal of Engineering Education*, *21*(2), 141-148.

Kolmos, A. (2004). Strategies for development of problem-based learning environments. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, *3*(2), 275-280.

Martín Erro, I., Martínez Muneta, M. L., & Rodríguez Sevillano, M. (2024). Exploring freehand drawing skills of engineering students as a support of visualization. *Education Sciences*, *14*(6), 641.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, *93*(3), 223-231.

Schoenherr, A., & Schukajlow, S. (2023). Characterizing external visualization in mathematics education research: A scoping review. *ZDM – Mathematics Education*, *56*(1), 73-85.

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.

Tall, D. (1991). The psychology of advanced mathematical thinking. En D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 3-21). Springer.

Trigwell, K., & Shale, S. (2004). Student learning and the scholarship of university teaching. *Studies in Higher Education*, *29*(4), 523-536.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.

Innovación, humanización y tecnología: sistematizaciones pedagógicas en la educación superior contemporánea

Resumen

Este libro reúne tres sistematizaciones de experiencias pedagógicas desarrolladas en la Universidad Estatal de Milagro, las cuales evidencian la transformación educativa contemporánea desde tres ejes complementarios clave, tales como: la visualización matemática, la humanización del aprendizaje y el uso ético de la inteligencia artificial a nivel universitario. El primer capítulo, Comprensión significativa de ecuaciones diferenciales, explora una experiencia en carreras de Ingeniería en Software y Tecnología de la Información, donde el uso de GeoGebra, WolframAlpha y simulaciones permitió superar la desconexión entre la abstracción matemática y los fenómenos reales. La visualización digital se consolidó como un puente esencial para comprender sistemas dinámicos complejos. Por su parte, el segundo capítulo, Humanización del aprendizaje en Matemáticas y Circuitos Eléctricos, aborda los desafíos pospandemia vinculados a la motivación y la inseguridad estudiantil. Mediante estrategias socioafectivas, entre las cuales destacan: diálogo inicial, refuerzo positivo, humor respetuoso y reconocimiento de logros, se fortaleció la participación, se redujo el miedo al error y se promovió un clima emocional favorable para el aprendizaje significativo en ingeniería. Finalmente, el tercer capítulo, Aprender con inteligencia artificial, sistematiza una experiencia en Microbiología y Parasitología donde herramientas como ChatGPT, Perplexity o Gemini potenciaron la escritura académica y la reflexión científica. El uso ético y guiado de IA permitió desarrollar competencias comunicativas, pensamiento crítico y autonomía digital. Conjuntamente, las tres experiencias revelan que la educación superior actual demanda integrar tecnología, sensibilidad pedagógica y estrategias innovadoras para responder a los desafíos cognitivos, emocionales y profesionales de las nuevas generaciones universitarias.

Palabras claves: Innovación educativa; humanización del aprendizaje; inteligencia artificial; visualización matemática; educación superior.

Abstract

This book brings together three systematisations of pedagogical experiences developed at Milagro State University, which demonstrate contemporary educational transformation from three key complementary axes, such as: mathematical visualisation, the humanisation of learning, and the ethical use of artificial intelligence at university level. The first chapter, Meaningful Understanding of Differential Equations, explores an experience in Software Engineering and Information Technology degree programmes, where the use of GeoGebra, WolframAlpha, and simulations made it possible to overcome the disconnect between mathematical abstraction and real phenomena. Digital visualisation established itself as an essential bridge for understanding complex dynamic systems. The second chapter, Humanisation of Learning in Mathematics and Electrical Circuits, addresses post-pandemic challenges related to student motivation and insecurity. Through socio-affective strategies, including initial dialogue, positive reinforcement, respectful humour, and recognition of achievements, participation was strengthened, fear of error was reduced, and a favourable emotional climate for meaningful learning in engineering was promoted. Finally, the third chapter, Learning with Artificial Intelligence, systematises an experience in Microbiology and Parasitology where tools such as ChatGPT, Perplexity, and Gemini enhanced academic writing and scientific reflection. The ethical and guided use of AI allowed for the development of communication skills, critical thinking, and digital autonomy. Together, the three experiences reveal that today's higher education demands the integration of technology, pedagogical sensitivity, and innovative strategies to respond to the cognitive, emotional, and professional challenges of new generations of university students.

Keywords : Educational innovation; humanisation of learning; artificial intelligence; mathematical visualisation; higher education.