

PRIMERA EDICIÓN



PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y MINERÍA DE DATOS:

Experiencias Innovadoras en Ambientes Virtuales

AUTORÍA

Josselyn Maoly Cedillo Arce
Lisbeth Narcisa Dávila Santillán

Pensamiento computacional y minería de datos: experiencias innovadoras en ambientes virtuales

Autores

Josselyn Maoly Cedillo Arce
Lisbeth Narcisa Dávila Santillán

© 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: Pensamiento computacional y minería de datos: experiencias innovadoras en ambientes virtuales.

Autoría: Josselyn Maoly Cedillo Arce/ Lisbeth Narcisa Dávila Santillán.

Edición: Primera edición.

Año: 2025.

ISBN: 978-9942-596-16-1.

DOI: <https://doi.org/10.63624/risei.book-978-9942-596-16-1>

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 L^AT_EX.

Disponible en: <https://editorial.risei.org/>

Contacto: info@risei.org

Prólogo

La transformación digital ha redefinido el panorama de la educación superior, obligando a las instituciones a repensar no solo la logística de la enseñanza, sino su esencia misma. El aula virtual ha dejado de ser una mera extensión del espacio físico para convertirse en un ecosistema complejo, donde se gestan las competencias profesionales del siglo XXI. En este contexto, la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) ha desarrollado experiencias pedagógicas que abordan la enseñanza del Pensamiento Computacional (PC) y de la Minería de Datos en la modalidad virtual.

Este libro no es solo un compendio de prácticas educativas, sino una rigurosa sistematización de la práctica docente. Su valor reside en que transforma la experiencia vivida en estos entornos digitales en conocimiento verificable, analizando la implementación de metodologías innovadoras y las evidencias digitales que garantizan la formación de profesionales autónomos y críticos. Los dos estudios de caso que se articulan en esta obra ofrecen un mapa conceptual y operativo esencial para comprender cómo navegar la intersección entre la pedagogía, la tecnología y el análisis de datos.

Primera Travesía: La Ruta del Pensamiento Computacional

El primer capítulo aborda la enseñanza del Pensamiento Computacional en el curso de admisión. Este espacio formativo se concibió con un doble propósito estratégico: introducir los fundamentos del razonamiento lógico y algorítmico, y garantizar una alfabetización digital funcional para la vida universitaria en línea.

La sistematización muestra un desafío que es transversal a la educación virtual: la brecha de alfabetización digital. Para muchos aspirantes, el principal obstáculo inicial no fue la complejidad conceptual del PC (secuencias, bucles, condiciones), sino la dificultad operativa para interactuar con la plataforma y superar la ansiedad tecnológica. Esta realidad obligó al docente a transformar una limitación estructural en el eje central de la enseñanza.

La estrategia pedagógica se centró en un proceso de doble alfabetización: tecnológica y cognitiva. El docente evolucionó de ser un transmisor de contenido a un mediador de autonomía digital. El ecosistema estratégico se implementó mediante:

1. Práctica guiada sincrónica: Utilizando simuladores y herramientas visuales (como Scratch y PSeInt) para materializar los conceptos algorítmicos.
2. Recursos asincrónicos de refuerzo: Videos, guías paso a paso y tutoriales diseñados para adaptarse a los distintos ritmos y a las limitaciones de conectividad de los estudiantes.

3. Acompañamiento: Monitoreo activo y comunicación personalizada, esenciales para atender la diversidad y fomentar la inclusión digital.

Los resultados son un testimonio de la eficacia del modelo: no solo se logró fortalecer el razonamiento lógico, sino que se consolidó la confianza digital del estudiantado. Los estudiantes transitaron de la dependencia operativa ("¿Dónde hago clic?") a la autonomía analítica ("¿Qué modelo algorítmico es más eficiente?"), demostrando que la innovación en la educación virtual es, fundamentalmente, un acto de equidad pedagógica. Este capítulo ofrece un modelo riguroso sobre cómo transformar la inclusión digital en el primer paso sólido de la trayectoria académica.

Segundo Viaje: Entre la Colaboración y la Autonomía en la Minería de Datos

El segundo capítulo eleva la discusión al ámbito de la formación profesional avanzada, enfocándose en la enseñanza de la Minería de Datos. Aquí, la complejidad técnica se articula con una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), donde los estudiantes de ingeniería trabajan colaborativamente con datos reales.

La tensión central de esta experiencia reside en el equilibrio entre la colaboración grupal y la verificación de la autonomía individual. ¿Cómo garantizar que la comprensión técnica (el modelado y la interpretación estadística) sea adquirida por cada miembro, cuando el producto final es colectivo? La respuesta pedagógica reside en un ecosistema estratégico que utiliza la tecnología como dispositivo de trazabilidad y evaluación formativa.

Las estrategias núcleo se enfocaron en:

1. ABP en entornos compartidos (Google Colab): La plataforma permitió la coautoría técnica, registrando las contribuciones de cada estudiante y facilitando la observación del proceso de pensamiento en tiempo real.
2. Evaluación formativa iterativa: Se implementó un ciclo constante de retroalimentación sobre versiones sucesivas del proyecto, obligando a los estudiantes a ajustar modelos, corregir errores y justificar decisiones analíticas. Esta práctica consolidó la autorregulación del aprendizaje.
3. Analítica de aprendizaje situada: El seguimiento de las trazas digitales (participación en el notebook, acceso a materiales, uso de rúbricas) permitió al docente personalizar el acompañamiento, identificando brechas y ajustando las intervenciones pedagógicas.

Los hallazgos confirman la validez del modelo: la colaboración efectiva es un catalizador para la comprensión profunda, mientras que la evaluación formativa impulsa la autonomía de las y los estudiantes de ingeniería para tomar decisiones fundamentadas en el análisis de datos. El capítulo demuestra que el desafío de la analítica de datos en la educación superior se aborda con metodologías auténticas y con una mediación docente

reflexiva.

La Síntesis Ecosistémica y el Valor de la Sistematización

Los dos relatos que componen esta obra convergen en una misma tesis: el éxito de la educación digital depende de la coherencia del ecosistema estratégico. Este ecosistema se define por la articulación de tres capas interdependientes:

1. Estrategias núcleo: Las prácticas que generan el aprendizaje (PC, ABP, práctica guiada).
2. Estrategias de soporte: La infraestructura que lo hace viable (Moodle, sistema de gestión administrativa, rúbricas, plantillas).
3. Estrategias de contingencia: La capacidad de resiliencia y adaptación ante imprevistos (problemas de conectividad, heterogeneidad técnica).

Esta arquitectura sistémica garantiza que la innovación no sea un esfuerzo aislado, sino un proceso sostenible. El libro, al ser una sistematización rigurosa, se posiciona como una contribución valiosa para la comunidad académica. Ofrece modelos operativos y reflexiones críticas que trascienden el contexto de la UNEMI, siendo transferibles a otros cursos de ingeniería, ciencias y educación mediada por tecnología.

Finalmente, este libro es un testimonio del compromiso de la universidad con la formación de profesionales capaces de operar en la complejidad del siglo XXI. Al compartir las tensiones, los logros y las transformaciones de estas experiencias, invitamos al lector a unirse a la reflexión sobre cómo la lógica del algoritmo y el poder del análisis de datos se convierten, a través de una arquitectura pedagógica consciente, en las herramientas más potentes para construir un futuro más autónomo, crítico, equitativo e inclusivo.

Índice general

Prólogo	i
1. La ruta del pensamiento computacional: una travesía pedagógica	1
1.1. Introducción	4
1.1.1. Problematización	6
1.1.2. Propósito de la Sistematización	7
1.1.3. Criterios de Valor	8
1.1.4. Delimitación del Objeto de Estudio	9
1.2. Fundamentación Conceptual y Operativa de la Sistematización	10
1.2.1. Conceptos Estructurantes de la Experiencia	11
1.2.2. Dimensiones Analíticas de la Sistematización	12
1.2.3. Indicadores Para La Verificación De La Experiencia	14
1.2.4. Fuentes y Métodos de Verificación	16
1.2.5. Justificación Teórica del Marco Conceptual y Operativo	17
1.3. Vínculo Curricular y Perfil de la Carrera	18
1.3.1. Competencias del Perfil de Egreso Fortalecidas	19
1.3.2. Resultados de Aprendizaje Vinculados al Currículo	21
1.3.3. Actividades y Evidencias: Trazabilidad del Proceso Formativo	23
1.3.4. Reflexión sobre la Alineación Curricular	25
1.4. Ecosistema Estratégico de la Innovación Didáctica	28
1.4.1. Estrategias Núcleo en Acción	28
1.4.2. Estrategias de Soporte Aplicadas	30
1.4.3. Estrategias de Contingencia Desplegadas	32
1.4.4. Arquitectura del Ecosistema Estratégico	34
1.4.5. Evaluación De La Experiencia Y Consolidación De Evidencias	37
1.5. Evaluación	38
1.5.1. Instrumentos De Evaluación Aplicados	38
1.5.2. Indicadores de Evaluación y Criterios de Validez	41
1.5.3. Análisis Preliminar de Evidencias	43
1.5.4. Reflexión Sobre Validez, Sesgos y Factibilidad	44
1.6. Reflexión Final y Aprendizajes Profesionales	46
1.6.1. Reflexión Crítica Sobre la Experiencia	47
2. Entre la colaboración y la autonomía: aprendizaje basado en proyectos en la minería de datos	53
2.1. Introducción	56
2.1.1. De la Experiencia al Problema Formativo	57
2.1.2. Propósito y Sentido de la Sistematización	57
2.1.3. Criterios de Valor: Innovación, Impacto y Transferibilidad	58
2.1.4. Delimitación del Objeto de Estudio	59
2.2. Fundamentación Conceptual y Operativa de la Experiencia	60

Tabla de Contenidos

2.2.1.	Identificación de Conceptos Estructurantes	61
2.2.2.	Formulación de Dimensiones	62
2.2.3.	Construcción de Indicadores	64
2.2.4.	Fuentes y Métodos de Verificación	66
2.2.5.	Justificación Teórica del Conjunto	68
2.2.6.	Recapitulación Conceptual y Operativa de la Experiencia	69
2.3.	Análisis, Interpretación y Resultados de la Experiencia	70
2.3.1.	Dimensión Pedagógica: Colaboración y Autonomía en Acción . .	70
2.3.2.	Dimensión Metodológica: Aplicación Sostenida del ABP	71
2.3.3.	Dimensión Evaluativa: Retroalimentación, Autorregulación y Mejora Continua	72
2.3.4.	Interpretación de los Resultados a la Luz de la Teoría	72
2.3.5.	La Colaboración se Convierte en una Estrategia para la Comprensión Profunda	75
2.3.6.	Tensiones, Límites y Desafíos de la Experiencia	78
2.3.7.	Aportes al Campo y Proyección Educativa de la Experiencia . .	81
2.3.8.	Integración del Vínculo Curricular y Proyección del Análisis . .	85
2.4.	Ecosistema Estratégico	85
2.4.1.	Transición hacia la Operacionalización Estratégica	85
2.4.2.	Estrategias Núcleo en Acción	86
2.4.3.	Estrategias de Soporte Aplicadas	89
2.4.4.	Estrategias de Contingencia Desplegadas	92
2.4.5.	Contingencias como Garantía de los Resultados de Aprendizaje .	95
2.4.6.	Arquitectura del Ecosistema Estratégico	96
2.4.7.	Justificación del Logro de Competencias	99
2.4.8.	Síntesis Reflexiva: Coherencia, Pertinencia y Transferibilidad .	101
2.5.	Evaluación	101
2.5.1.	Instrumentos de Evaluación Aplicados	102
2.5.2.	Justificación General de los Instrumentos Seleccionados . . .	104
2.5.3.	Indicadores de Evaluación y Criterios de Validez	105
2.5.4.	Criterios de Validez Adoptados	107
2.5.5.	Análisis Preliminar de Evidencias	108
2.5.6.	Reflexión Sobre Validez, Sesgos y Factibilidad	110
2.5.7.	Cierre Integrador de la Evaluación	111
2.6.	Reflexión Final	113

1

La ruta del pensamiento computacional: una travesía pedagógica

Josselyn Maoly Cedillo Arce¹

Este capítulo sistematiza la experiencia de enseñanza de Pensamiento Computacional en el curso de admisión virtual de la UNEMI, desarrollada con estudiantes de alfabetización digital. El propósito fue analizar la coherencia del modelo aplicado y valorar su impacto formativo. La sistematización empleó una metodología descriptiva con triangulación de evidencias provenientes de Moodle, el Sistema de Gestión Académica, tests y encuestas estudiantiles. Los resultados muestran avances en pensamiento lógico, autonomía digital y participación activa, evidenciando que el ecosistema pedagógico implementado fortaleció la continuidad académica y generó aprendizajes transferibles.

¹Universidad Estatal de Milagro, Milagro, jcedilloa2@unemi.edu.ec.

Índice

1.1. Introducción	4
1.1.1. Problematización	6
1.1.2. Propósito de la Sistematización	7
1.1.3. Criterios de Valor	8
1.1.4. Delimitación del Objeto de Estudio	9
1.2. Fundamentación Conceptual y Operativa de la Sistematización . . .	10
1.2.1. Conceptos Estructurantes de la Experiencia	11
1.2.2. Dimensiones Analíticas de la Sistematización	12
1.2.3. Indicadores Para La Verificación De La Experiencia	14
1.2.4. Fuentes y Métodos de Verificación	16
1.2.5. Justificación Teórica del Marco Conceptual y Operativo	17
1.3. Vínculo Curricular y Perfil de la Carrera	18
1.3.1. Competencias del Perfil de Egreso Fortalecidas	19
1.3.2. Resultados de Aprendizaje Vinculados al Currículo	21
1.3.3. Actividades y Evidencias: Trazabilidad del Proceso Formativo .	23
1.3.4. Reflexión sobre la Alineación Curricular	25
1.4. Ecosistema Estratégico de la Innovación Didáctica	28
1.4.1. Estrategias Núcleo en Acción	28
1.4.2. Estrategias de Soporte Aplicadas	30
1.4.3. Estrategias de Contingencia Desplegadas	32
1.4.4. Arquitectura del Ecosistema Estratégico	34
1.4.5. Evaluación De La Experiencia Y Consolidación De Evidencias	37
1.5. Evaluación	38
1.5.1. Instrumentos De Evaluación Aplicados	38
1.5.2. Indicadores de Evaluación y Criterios de Validez	41
1.5.3. Análisis Preliminar de Evidencias	43
1.5.4. Reflexión Sobre Validez, Sesgos y Factibilidad	44

1.6. Reflexión Final y Aprendizajes Profesionales	46
1.6.1. Reflexión Crítica Sobre la Experiencia	47

1.1. Introducción

La experiencia sistematizada en este capítulo se desarrolló en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), en el marco de la asignatura Pensamiento Computacional, impartida en el curso de admisión común a todas las carreras de la institución. Este espacio académico constituyó el primer acercamiento formal de los aspirantes a la vida universitaria y, para muchos, su primera experiencia con la educación en línea. En este contexto, el proceso de enseñanza no se limitó al desarrollo conceptual del pensamiento lógico y algorítmico; también implicó acompañar a los estudiantes en una adaptación tecnológica y cognitiva imprescindible para desenvolverse en la modalidad virtual. El aula digital emergió así como un escenario complejo, donde convergieron trayectorias personales diversas, diferentes niveles de familiaridad con la tecnología y múltiples expectativas frente al aprendizaje universitario. En este entorno heterogéneo, la asignatura desempeñó un papel estratégico: fortalecer la capacidad lógica, analítica y creativa del estudiantado para resolver problemas mediados por computadoras, contribuyendo directamente a su adaptación académica y digital.

Los participantes de esta experiencia fueron aproximadamente 995 aspirantes distribuidos en cuatro paralelos: EDI_VIR01, EDI_VIR02, TICS_VIR03 y TICS_VIR04, pertenecientes a las carreras de Educación Inicial en Línea y Tecnologías de la Información en Línea. Para esta sistematización, se seleccionaron los paralelos EDI_VIR01 y TICS_VIR03 por su representatividad, diversidad tecnológica y relevancia pedagógica. El grupo estuvo compuesto tanto por jóvenes recién egresados del bachillerato —generalmente con mayor familiaridad en entornos digitales— como por personas adultas que retomaban su formación universitaria tras varios años de interrupción. Esta diversidad generó un reto adicional: mientras algunos estudiantes navegaban con soltura por el campus virtual, otros requerían una guía minuciosa incluso para ejecutar acciones básicas como ingresar a una actividad o visualizar un recurso. El desafío docente, por tanto, demandó un enfoque metodológico flexible, capaz de atender los distintos ritmos de aprendizaje y los diversos niveles de alfabetización digital.

Uno de los episodios más ilustrativos del inicio del curso ocurrió durante la primera sesión sincrónica. La sala se llenó de rostros de diferentes edades, experiencias laborales y expectativas académicas. Cuando se solicitó que accedieran a la primera actividad del aula virtual, el silencio fue interrumpido por una serie de mensajes en el chat: “¿Dónde está el enlace, profe?”, “¿Qué botón presiono?”, “¡No sé dónde darle clic!”. Aquella

escena reveló que el principal obstáculo no sería la lógica de los algoritmos, sino la alfabetización digital necesaria para interactuar con la plataforma. En ese instante se hizo evidente que antes de avanzar hacia conceptos como secuencias, bucles o condiciones, era indispensable acompañar a los estudiantes en la construcción de confianza digital. El mouse se convirtió, simbólicamente, en la primera herramienta de programación del curso y en la puerta de entrada hacia la autonomía tecnológica.

Este escenario formativo fue posible gracias a la actitud positiva y colaborativa de la mayoría de los estudiantes, quienes, a pesar de la frustración inicial, mostraron disposición para aprender y adaptarse al entorno virtual. La estructura del curso de admisión, común a todas las carreras, facilitó un clima de participación amplia y diversa. Entre las condiciones favorables destacaron la flexibilidad del modelo en línea y el acompañamiento constante del tutor, aspectos que permitieron atender las diferencias en ritmos, estilos y trayectorias de aprendizaje. Sin embargo, las limitaciones también fueron significativas: la brecha digital se evidenció en la inestabilidad de la conectividad, la escasez de dispositivos adecuados, las diferencias generacionales en el uso de tecnologías y la dificultad para sostener la motivación en un entorno mediado por pantallas. Estas tensiones obligaron a replantear la metodología e impulsar estrategias innovadoras basadas en la empatía, la claridad y la práctica guiada. De esta manera, un desafío inicialmente técnico se transformó en una oportunidad pedagógica clave para robustecer tanto la mediación docente como la autonomía estudiantil.

El contexto descrito se convierte en un eje fundamental para comprender la experiencia. La enseñanza del Pensamiento Computacional no solo implicó trabajar con algoritmos o estructuras lógicas, sino también generar las condiciones para que el estudiante pudiera interactuar con el entorno virtual. En este sentido, el curso de admisión se convirtió en un espacio de doble alfabetización: tecnológica y cognitiva. Dominar la plataforma constituyó el primer logro colectivo; a partir de allí fue posible avanzar hacia el razonamiento lógico, la comprensión de flujogramas y la resolución autónoma de problemas. Esta vivencia inicial marcó un punto de inflexión que permitió reflexionar sobre la docencia mediada por tecnología y comprender que la virtualidad no es un mero canal de comunicación, sino un ecosistema donde se construyen aprendizajes, se configuran identidades académicas y se generan oportunidades de inclusión educativa.

1.1.1. Problematización

El principal problema identificado en el desarrollo de esta experiencia fue la brecha de alfabetización digital presente en un segmento importante de los estudiantes. Esta dificultad trascendió la comprensión conceptual de la materia y se manifestó en la incapacidad inicial para interactuar con las herramientas virtuales necesarias para el aprendizaje. La asignatura buscaba desarrollar habilidades de pensamiento lógico y abstracto mediante el uso de pseudocódigo, flujogramas y lenguajes de programación visual; sin embargo, la ausencia de competencias digitales básicas limitó la participación activa y dificultó la apropiación de estos contenidos. Tal como señalan Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo (2022), las carencias en competencia digital funcional constituyen una barrera estructural que afecta el rendimiento académico y profundiza las desigualdades de aprendizaje. De igual manera, la UNESCO (2023b) advierte que la alfabetización digital es un requisito indispensable para la inclusión educativa en contextos mediados por tecnología.

La relevancia de esta problemática radica en que la alfabetización digital no puede considerarse un requisito accesorio, sino una condición fundamental para el aprendizaje universitario contemporáneo. En la UNEMI, donde el curso de admisión constituye la puerta de entrada a la vida académica, la brecha tecnológica se manifestó como un obstáculo que afectó tanto el acceso como la permanencia de los estudiantes. Como señalan Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez (2021), el aprendizaje en entornos digitales no solo requiere comprender los contenidos, sino también poseer las habilidades instrumentales, comunicativas e informacionales que permiten construir conocimiento de manera autónoma. En consecuencia, la enseñanza del Pensamiento Computacional debió enfrentar un doble desafío: promover el desarrollo lógico propio de la disciplina y garantizar las condiciones mínimas para que el estudiante pudiera interactuar con el entorno virtual.

Si esta brecha no se abordaba de manera intencionada, las consecuencias podrían ser significativas. La falta de dominio tecnológico restringía la autonomía, generaba dependencia del tutor o de compañeros más experimentados y deterioraba la motivación. De acuerdo con García-Peñalvo (2021), cuando los estudiantes no logran apropiarse de las competencias digitales necesarias para interactuar con el entorno virtual, se produce una exclusión académica que limita su participación efectiva. En este curso, dicha exclusión se evidenció en la necesidad constante de detener las clases para resolver dudas operativas, lo cual desviaba la atención del objetivo central de la asignatura.

Las evidencias de esta problemática se hicieron visibles desde las primeras semanas. Acciones aparentemente simples, como abrir un enlace o ingresar a un simulador, generaban confusión y ansiedad tecnológica. La incorporación de herramientas interactivas, como Mentimeter o Padlet, provocaba momentos de silencio o parálisis mientras los estudiantes intentaban comprender su funcionamiento. El desafío más revelador apareció al introducir Scratch: aunque diseñado para principiantes, su lógica visual de bloques resultó inicialmente desconcertante para quienes no tenían familiaridad con la manipulación digital. Estos hallazgos, lejos de obstaculizar el proceso, permitieron implementar ajustes metodológicos como tutoriales visuales, demostraciones detalladas y acompañamiento personalizado, confirmando que la alfabetización digital debía enseñarse de forma explícita, gradual y vinculada a la práctica.

En síntesis, la enseñanza del Pensamiento Computacional en el curso de admisión evidenció que la brecha digital constituía un reto formativo transversal. Superar la ansiedad tecnológica se convirtió en el primer avance significativo, y a partir de su consecución fue posible construir aprendizajes sólidos en torno a la lógica secuencial y la resolución de problemas. Este análisis coincide con lo planteado por Jara (2018), quien sostiene que la sistematización transforma la práctica educativa en conocimiento comunicable; y con Cabero-Almenara (2023), quien resalta que la reflexión crítica favorece la innovación en entornos digitales. Reconocer la alfabetización digital como condición para el aprendizaje universitario permitió reconceptualizar la experiencia como un proceso intencional de transformación pedagógica.

1.1.2. Propósito de la Sistematización

A partir de este entendimiento, el propósito de la sistematización se orientó a reflexionar sobre cómo la alfabetización digital incidió en el desarrollo de la asignatura y a identificar las formas en que la innovación metodológica permitió promover aprendizajes inclusivos. Este propósito emergió de un proceso desafiante que exigió repensar el rol docente: pasar de ser transmisor de contenidos a convertirse en mediador de autonomía digital. En esta experiencia, el docente no solo enseñó algoritmos, sino que acompañó la transición tecnológica de los estudiantes, promovió la autogestión y fortaleció la confianza para navegar en entornos virtuales. Así, la sistematización se consolida como un ejercicio de reflexión profesional que convierte la vivencia cotidiana en aprendizaje compartido (Jara, 2018). En la misma línea, Cabero-Almenara (2023) afirma que la innovación edu-

cativa surge precisamente de la capacidad de observar, interpretar y mejorar la práctica docente de manera continua.

La relevancia de esta reflexión se proyecta hacia la comunidad académica. Para los docentes, la experiencia ofrece un modelo para enfrentar los desafíos derivados de la brecha tecnológica; para la institución, constituye evidencia del valor de integrar la alfabetización digital como un eje transversal en la formación universitaria. Como apunta García-Peñalvo (2022), la reflexión sistemática sobre la práctica fortalece la identidad profesional y contribuye a una cultura de mejora continua en la educación superior. Desde esta perspectiva, el propósito de esta sistematización es aportar a esa cultura institucional, promoviendo el diálogo sobre la enseñanza mediada por tecnología.

Por ello, el texto se proyecta como un referente práctico y reflexivo para docentes que enfrentan contextos de diversidad tecnológica y buscan estrategias efectivas para la enseñanza virtual. A través de este relato, el lector podrá comprender la importancia de diseñar experiencias activas, donde herramientas interactivas como Mentimeter, Padlet o Scratch favorezcan la participación significativa, la creatividad y el desarrollo del pensamiento lógico. La alfabetización digital, lejos de ser un requisito técnico, se convierte en una oportunidad para fortalecer la autonomía, la confianza y la motivación de los estudiantes.

1.1.3. Criterios de Valor

El valor principal de esta experiencia radica precisamente en haber transformado una limitación estructural —la brecha de alfabetización digital— en un motor para innovar la enseñanza del Pensamiento Computacional y promover prácticas pedagógicas más inclusivas y sostenibles.

Lo que en un inicio se mostró como una dificultad técnica se convirtió en un proceso de inclusión y acompañamiento, donde la tecnología dejó de ser una barrera para convertirse en un puente hacia el aprendizaje. La innovación no dependió de la cantidad de recursos disponibles, sino de la capacidad reflexiva, creativa y pedagógica del docente para resignificar los obstáculos como oportunidades. Como señalan Area Moreira y Adell (2021), la educación digital requiere integrar la tecnología desde un enfoque flexible y centrado en las necesidades reales de los estudiantes. En esta experiencia, la alfabetización digital no fue un prerequisito, sino un contenido transversal que se enseñó y se practicó de manera intencional.

Los beneficios de este enfoque fueron tangibles. A medida que avanzaba el curso, las preguntas operativas se transformaron en inquietudes conceptuales, reflejando un cambio en la naturaleza del aprendizaje. Superada la barrera instrumental, los estudiantes pudieron concentrarse en el desarrollo del pensamiento lógico y computacional, propósito central de la asignatura. Como afirman Cabero-Almenara y Marín-Díaz (2023), el docente universitario debe actuar como mediador tecnológico, acompañando los procesos de apropiación digital sin perder de vista la dimensión humana del aprendizaje. Este rol permitió fortalecer la sensibilidad institucional hacia la inclusión tecnológica y consolidar prácticas sostenibles de innovación educativa.

Finalmente, esta experiencia presenta elementos transferibles a otros contextos académicos. El uso de tutoriales breves, recursos interactivos y estrategias de acompañamiento puede ser adoptado por docentes de diversas disciplinas que enfrenten desafíos similares. Siguiendo a Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez (2021), la innovación adquiere sentido cuando se comparte y se adapta. Así, la enseñanza del Pensamiento Computacional mostró que cualquier proceso formativo puede beneficiarse de un enfoque que priorice la empatía, la claridad metodológica y la autonomía estudiantil.

1.1.4. Delimitación del Objeto de Estudio

El foco principal de esta sistematización se centró en el acompañamiento y la adaptación tecnológica de los estudiantes durante el curso de admisión, buscando comprender cómo la mediación docente, las interacciones y el uso de herramientas digitales contribuyeron al desarrollo del pensamiento lógico y computacional. Esta delimitación permitió observar el tránsito desde la dependencia tecnológica hacia una participación activa y autónoma. La experiencia se desarrolló durante el segundo semestre académico del año 2025 e involucró a 995 estudiantes, aunque el análisis se concentró en dos paralelos representativos. Las evidencias consideradas incluyen resultados de Moodle, producciones en herramientas interactivas y encuestas de percepción estudiantil, cuya triangulación ofrece una visión integral del proceso.

La elección de este recorte responde al interés de analizar una etapa crítica de transición hacia la vida universitaria, en la que se evidencian tensiones asociadas a la alfabetización digital, la diversidad tecnológica y el acompañamiento docente. Este escenario constituye un terreno fértil para comprender cómo las prácticas pedagógicas se trans-

forman frente a la vulnerabilidad digital y cómo la innovación emerge como respuesta humanizada a esos desafíos.

En conjunto, los elementos expuestos en esta introducción permiten comprender la complejidad y riqueza pedagógica de la experiencia sistematizada. La convergencia de trayectorias diversas, brechas tecnológicas y desafíos conceptuales configuró un escenario que exigió reflexión, creatividad e innovación docente. Superar la brecha digital se convirtió en el punto de partida para el desarrollo del pensamiento computacional y para la construcción de aprendizajes significativos en modalidad virtual. A partir de esta base, el capítulo avanzará hacia la delimitación analítica del objeto de estudio, profundizando en los criterios que sustentan la sistematización y en las dimensiones que permitirán comprender, con rigurosidad académica, las transformaciones generadas en esta experiencia educativa.

1.2. Fundamentación Conceptual y Operativa de la Sistematización

En la primera parte de este libro se presentó la experiencia docente desde una mirada narrativa, situada y reflexiva. Se describió el contexto institucional y humano en el que se desarrolló la asignatura Pensamiento Computacional dentro del curso de admisión de la UNEMI, se problematizó la brecha de alfabetización digital que enfrentaron los estudiantes de nuevo ingreso, se explicitó el propósito de la sistematización orientado a transformar esa dificultad en oportunidad pedagógica y se establecieron los criterios de valor y delimitaciones que dan sentido al análisis. Este recorrido permitió comprender por qué la experiencia constituye un ejemplo de innovación educativa inclusiva, en el que la tecnología se convirtió en puente de aprendizaje y la reflexión docente en herramienta de mejora continua.

A partir de este punto, el análisis requiere cambiar de registro y de nivel de abstracción. Dejamos el relato narrativo de la práctica para avanzar hacia su fundamentación conceptual y operativa, en la cual la experiencia comienza a dialogar con la teoría. En esta nueva sección se presentan los principios pedagógicos y tecnológicos que sustentan la enseñanza del Pensamiento Computacional en entornos virtuales, se identifican los conceptos estructurantes y las dimensiones analíticas de la alfabetización digital, se formulan indicadores de observación del acompañamiento docente y se explican las fuentes y mé-

todos empleados para la recolección y análisis de evidencias. De este modo, el capítulo transita de la descripción a la comprensión teórica, asegurando que la experiencia no quede como testimonio anecdótico, sino como un aporte sistemático y transferible al campo de la didáctica universitaria mediada por tecnología.

1.2.1. Conceptos Estructurantes de la Experiencia

En la experiencia sistematizada, varios conceptos emergieron de forma recurrente en las prácticas de aula virtual, en los registros de tutoría y en las respuestas de los estudiantes. Estos conceptos —alfabetización digital, pensamiento computacional, acompañamiento docente, aprendizaje autónomo, inclusión educativa, mediación tecnológica e innovación pedagógica— se consolidan como ejes teóricos que permiten comprender cómo la enseñanza del Pensamiento Computacional se convirtió en un proceso de doble alfabetización: tecnológica y cognitiva, donde el aprendizaje se construyó en diálogo permanente entre la tecnología, la pedagogía y la experiencia humana.

La selección de estos conceptos responde a su pertinencia para explicar el núcleo de la experiencia. La alfabetización digital sintetiza el punto de partida: la necesidad de que los estudiantes adquieran competencias básicas para interactuar en entornos virtuales y asumir su formación universitaria en modalidad en línea. Desde una perspectiva teórica, puede entenderse como “el conjunto de competencias necesarias para acceder, comprender, evaluar y producir información en entornos mediados por tecnología” (Cabero-Almenara & Llorente-Cejudo, 2022). No se trata solo de usar herramientas, sino de apropiarse críticamente de ellas para aprender, comunicarse y participar en comunidades de conocimiento.

El pensamiento computacional representa el objetivo formativo principal, centrado en el desarrollo del razonamiento lógico y la resolución de problemas mediante estrategias algorítmicas. Según Wing (2006), implica “formular problemas y expresar sus soluciones de modo que una computadora pueda llevarlas a cabo de manera efectiva” (p. 33), integrando procesos de descomposición, abstracción y diseño algorítmico. En esta experiencia, el desarrollo de la competencia digital permitió que los estudiantes se adentraran en la lógica del pensamiento computacional, comprendiendo la tecnología no como un fin en sí mismo, sino como un medio para razonar, crear y validar soluciones.

El acompañamiento docente expresa la metodología que sostuvo el proceso. En la línea de (Schön, 1992), se concibe como un proceso de reflexión en la acción, donde el

profesor guía, observa, ajusta y aprende junto con sus estudiantes. En este caso, el acompañamiento se concretó en tutorías interactivas, guías paso a paso y materiales visuales accesibles, diseñados para atender distintos ritmos y estilos de aprendizaje. Asociado a ello, el aprendizaje autónomo se configuró como el logro esperado una vez superada la dependencia tecnológica inicial: que los estudiantes fueran capaces de gestionar su tiempo, explorar recursos y resolver problemas con mayor independencia en el entorno virtual.

La inclusión educativa y la mediación tecnológica enmarcan el sentido social y didáctico del proyecto. La primera se refiere al compromiso de no dejar a nadie atrás por razones tecnológicas o de origen social, mientras que la segunda señala la función de la tecnología como mediadora entre la propuesta pedagógica y la experiencia del estudiante. Finalmente, la innovación pedagógica nombra la capacidad del docente para transformar las dificultades en oportunidades de mejora y creatividad (Cabero-Almenara, 2023), mediante decisiones metodológicas que reconfiguran la práctica tradicional hacia modelos más flexibles, empáticos y sostenibles.

En síntesis, estos conceptos estructurantes organizan la comprensión de la experiencia y le otorgan coherencia teórica. Cada uno contribuye a explicar un componente esencial: el contexto tecnológico de partida, la meta formativa centrada en el pensamiento computacional, la metodología de acompañamiento y la transformación pedagógica que se produjo durante el proceso. En conjunto, delinean un mapa conceptual que servirá de base para la construcción de las dimensiones de análisis y de los indicadores operativos que, en los apartados siguientes, permitirán evidenciar cómo estas ideas se materializaron en la práctica docente y en el aprendizaje de los estudiantes del curso de admisión.

1.2.2. Dimensiones Analíticas de la Sistematización

A partir de los conceptos estructurantes identificados, la experiencia se organiza en tres dimensiones analíticas interrelacionadas: pedagógica, tecnológica-institucional y subjetiva - formativa. Siguiendo a Flick (2014) y Jara (2018), las dimensiones en una sistematización no son categorías cerradas, sino ejes de lectura que ayudan a ordenar la complejidad de la práctica, interpretar su sentido y traducirla en conocimiento comunicable. En este caso, cada dimensión funciona como un lente que ilumina una faceta del proceso de enseñanza del Pensamiento Computacional en modalidad virtual, sin perder la coherencia global del fenómeno.

La dimensión pedagógica se refiere a las estrategias de enseñanza y acompañamiento implementadas para favorecer la comprensión del Pensamiento Computacional y la adaptación de los estudiantes a la modalidad virtual. Recupera la idea del currículo como proceso flexible y reflexivo propuesta por Stenhouse (1987) y la investigación-acción como motor de mejora planteada por Elliott (1993). En la experiencia analizada, esta dimensión se concretó en clases sincrónicas y asincrónicas articuladas con materiales digitales y simuladores interactivos (LightBot, Scratch, Blockly), que facilitaron la comprensión de secuencias, decisiones y repeticiones. Estas acciones buscaron conectar teoría y práctica, fomentar la autonomía progresiva y generar aprendizaje colaborativo a través del aula Moodle y el seguimiento constante de la docente.

La dimensión tecnológica-institucional abarca las condiciones materiales, logísticas y políticas que hicieron posible el desarrollo de la experiencia. Fullan (2007) sostiene que el cambio educativo sostenible requiere una estructura institucional que陪伴e las innovaciones, mientras que Bolívar (2012) advierte que la cultura organizativa universitaria es clave para consolidar procesos de mejora. En el contexto de la UNEMI, esta dimensión se expresó en la infraestructura del campus virtual Moodle, la asignación de tutores por paralelo, el uso del Sistema de Gestión Académica (SGA) para el seguimiento académico y la política de digitalización progresiva de la institución, que garantizó recursos asincrónicos, conectividad y capacitación básica para docentes y estudiantes.

La dimensión subjetiva-formativa remite a las percepciones, emociones y transformaciones identitarias de los participantes frente al aprendizaje en entornos virtuales. Schön (1992) subraya que la práctica reflexiva es esencial para el desarrollo profesional, mientras que Wenger (1998) explica que la identidad se construye en comunidades de práctica donde el aprendizaje se comparte socialmente. En esta experiencia, el tránsito desde la ansiedad tecnológica inicial hacia la confianza digital fue uno de los logros más significativos. Los estudiantes no solo aprendieron a programar, sino que también reconstruyeron su relación con la tecnología como espacio de creación, colaboración y empoderamiento personal.

En conjunto, las tres dimensiones permiten comprender la experiencia de manera articulada: la dimensión pedagógica explica el cómo del proceso, la dimensión tecnológica-institucional da cuenta del dónde y con qué condiciones se desarrolló, y la dimensión subjetiva-formativa revela el para qué y con quiénes se transformó la práctica. Siguiendo a Stake (1995) y Yin (2014), esta mirada multidimensional aporta validez y transferibilidad al estudio, al integrar los planos didáctico, organizativo y humano en una visión

coherente. Estas dimensiones se convierten, así, en la estructura analítica que sostiene la siguiente etapa: la formulación de indicadores capaces de evidenciar los cambios, aprendizajes y aportes generados por la experiencia.

1.2.3. Indicadores Para La Verificación De La Experiencia

En una sistematización, los indicadores constituyen los referentes observables que permiten verificar, con evidencia empírica, la presencia y evolución de los fenómenos descritos en cada dimensión. Flick (2014) los define como formas de operacionalizar categorías abstractas para hacerlas observables y analizables, mientras que Jara (2018) destaca su función para “convertir la experiencia en conocimiento comunicable” al traducir procesos en evidencias verificables. En este estudio, los indicadores definidos surgen de las tres dimensiones establecidas y buscan demostrar cómo la enseñanza del Pensamiento Computacional en modalidad virtual promovió el desarrollo de competencias digitales, la autonomía y la inclusión educativa.

En la dimensión pedagógica, los indicadores seleccionados fueron:

- La participación activa de los estudiantes en las clases sincrónicas y en las prácticas desarrolladas durante las sesiones en vivo, donde se resolvieron ejercicios guiados y se realizaron demostraciones en conjunto con la docente.
- La participación sostenida en el uso de simuladores y recursos del aula virtual (tests de práctica y material complementario en Moodle), que reforzaron los contenidos antes de cada evaluación y permitieron hacer seguimiento del progreso mediante registros de acceso y visualización.
- La manifestación de autonomía progresiva en el uso de herramientas digitales como Scratch, LightBot y PSeInt, así como en el manejo de pizarras interactivas compartidas para representar secuencias lógicas y resolver problemas de forma colaborativa.

Estos indicadores evidencian cómo el acompañamiento docente y la secuenciación metodológica favorecieron la apropiación del Pensamiento Computacional. En la línea de Elliott (1993) y Stenhouse (1987), el currículo se entiende como un proceso investigativo y flexible, donde el aprendizaje se construye mediante interacción, práctica guiada y reflexión sobre el propio desempeño.

En la dimensión tecnológica-institucional, los indicadores fueron:

- El mantenimiento activo de la infraestructura virtual (Moodle y aulas interactivas) durante todo el curso, con estabilidad y soporte técnico continuo.
- La existencia de lineamientos institucionales que aseguraron el acompañamiento docente, la comunicación oportuna con los estudiantes y la búsqueda de equidad digital.
- El seguimiento individualizado a través del SGA, que permitió reportar el uso efectivo de los recursos tecnológicos y activar alertas tempranas en casos de inactividad o bajo rendimiento.

Estos indicadores se articularon con las propuestas de Bolívar (2012) y Fullan (2007), al mostrar que la innovación pedagógica se sostiene en estructuras organizativas y políticas institucionales que la respaldan.

En la dimensión subjetiva-formativa, los indicadores se relacionaron con:

- La expresión de mayor confianza y disminución del temor al error en entornos digitales.
- La disposición para colaborar y apoyar a compañeros con menor dominio tecnológico.
- La manifestación de percepciones de logro y pertenencia a una comunidad de aprendizaje virtual.

En consonancia con Schön (1992) y Wenger (1998), estos indicadores mostraron una evolución significativa en la autoeficacia, el sentido de comunidad y la reconstrucción de la identidad estudiantil en el contexto de la educación virtual.

En conjunto, los indicadores construidos convierten las dimensiones en campos de observación sistemática, fortaleciendo la credibilidad y la validez del estudio. Como señalan Stake (1995) y Yin (2014), la explicitación de indicadores permite anclar la interpretación en evidencias verificables y garantizar la coherencia interna del análisis. En esta experiencia, los resultados obtenidos evidencian que la innovación pedagógica trascendió el uso instrumental de la tecnología, al implicar transformaciones articuladas en las prácticas docentes, en la cultura institucional y en las percepciones estudiantiles.

1.2.4. Fuentes y Métodos de Verificación

Las fuentes y métodos de verificación constituyen el soporte empírico que permite fundamentar con evidencia los hallazgos descritos en las dimensiones e indicadores. Jara (2018) entiende las fuentes como la “memoria viva de la práctica” que posibilita reconstruir el proceso pedagógico desde múltiples voces, mientras que Flick (2014) subraya que su pertinencia se mide por la capacidad para representar con fidelidad las categorías analíticas y su coherencia con la lógica de verificación empleada.

En esta sistematización, las principales fuentes de verificación fueron:

- Los registros del aula virtual Moodle, que incluyeron calificaciones parciales, resultados de test y reportes de actividad de los paralelos analizados, empleados para identificar avances en desempeño académico y autonomía digital.
- Evidencias visuales y materiales de las clases sincrónicas, como capturas de pantalla y productos generados en herramientas interactivas (Mentimeter, Padlet, Kahoot, Scratch), que documentaron la participación estudiantil y la comprensión conceptual.
- Encuestas aplicadas en dos momentos del curso, destinadas a recoger percepciones sobre el acompañamiento docente, la utilidad de los recursos digitales y la adaptación al entorno virtual.

Los registros del aula virtual permitieron identificar patrones de participación y avance en las actividades propuestas, mientras que las encuestas aportaron una comprensión cualitativa sobre la experiencia estudiantil. Por su parte, las evidencias visuales derivadas de las clases sincrónicas ilustraron las estrategias de mediación docente y el nivel de interacción alcanzado. En conjunto, estas fuentes ofrecieron una mirada complementaria que fortaleció la interpretación de los resultados.

El uso combinado de fuentes diversas y métodos complementarios aportó solidez y validez a la sistematización. Como sostienen Flick (2014) y Yin (2014), la triangulación de datos garantiza que los hallazgos no dependan de una sola mirada, sino que emergen de la convergencia entre registros cuantitativos, percepciones cualitativas y evidencias documentales. En esta experiencia, dicha convergencia permitió reconocer la coherencia entre la práctica pedagógica, la organización institucional y las transformaciones subjetivas de los estudiantes. De este modo, las fuentes y métodos empleados no solo validan

los indicadores construidos, sino que también fortalecen el carácter científico, reflexivo y transferible de esta experiencia de innovación educativa.

1.2.5. Justificación Teórica del Marco Conceptual y Operativo

La selección de conceptos, dimensiones e indicadores que orientan esta sistematización responde a la necesidad de construir un marco coherente que traduzca la complejidad de la práctica docente en un lenguaje académico comprensible. Flick (2014) señala que las categorías analíticas permiten ordenar la realidad sin reducirla, mientras que Jara (2018) entiende las dimensiones como “puentes interpretativos” entre la práctica y la teoría.

En este estudio, las dimensiones pedagógica, tecnológica-institucional y subjetiva-formativa se articularon para representar tres niveles de transformación: la acción didáctica del docente, el soporte organizativo de la universidad y la experiencia vivida por los estudiantes. Esta estructura posibilitó analizar la enseñanza del Pensamiento Computacional como un proceso integral de alfabetización digital e innovación educativa en modalidad virtual.

Desde el sustento teórico, la dimensión pedagógica se inspira en Elliott (1993) y Stenhouse (1987), quienes conciben el currículo como práctica reflexiva, y en las aportaciones de Cabero-Almenara (2023), que actualizan esa mirada en el contexto de la docencia digital. La dimensión tecnológica-institucional retoma a Bolívar (2012) y Fullan (2007), al destacar que toda innovación requiere una cultura organizativa y una estructura de apoyo que la respalden. Por su parte, la dimensión subjetiva-formativa se fundamenta en Schön (1992) y Wenger (1998), al concebir el aprendizaje como reconstrucción identitaria en comunidades de práctica.

Los indicadores definidos actuaron como puente operativo entre teoría y evidencia, permitiendo verificar la evolución del acompañamiento docente y el fortalecimiento de la autonomía digital. Tal como plantean Stake (1995) y Yin (2014), la validez de un estudio depende de la correspondencia entre los conceptos teóricos y las evidencias observables.

En síntesis, la articulación de estos elementos configuró un marco interpretativo sólido y coherente. La sistematización, en consonancia con Flick (2014) y Jara (2018), transforma la experiencia docente en conocimiento comunicable y, como proponen Carlino (2005) y Hyland (2009), reafirma la escritura académica como práctica social que reconstruye la experiencia desde la reflexión crítica. Así, el proceso desarrollado en la UNEMI

trasciende su finalidad instrumental y se consolida como una experiencia de inclusión, innovación y construcción colectiva de saber pedagógico.

La integración de conceptos estructurantes, dimensiones analíticas, indicadores observables y fuentes de verificación ofrece la certeza de contar con un producto académico robusto y transferible: la fundamentación conceptual y operativa de la experiencia. Este módulo asegura que el capítulo no solo describa una práctica docente, sino que la transforme en conocimiento sistemático, comunicable y útil para otros contextos educativos. Como señalan Carlino (2005) y Jara (2018), sistematizar y escribir académicamente implica construir identidad profesional y generar aprendizaje institucional. Con este cierre, el capítulo queda preparado para avanzar hacia el Capítulo 3, dedicado al vínculo con el currículo y el perfil de la carrera, donde se analizará cómo la enseñanza del Pensamiento Computacional contribuyó al desarrollo de las competencias del perfil de egreso y a la consolidación del modelo educativo innovador de la UNEMI.

1.3. Vínculo Curricular y Perfil de la Carrera

La fundamentación conceptual y operativa desarrollada en el capítulo anterior se proyecta ahora hacia el campo curricular. La asignatura Pensamiento Computacional, común a todas las carreras del curso de admisión, adquiere especial significado en los programas de Educación Inicial y Tecnologías de la Información, donde se llevó a cabo la experiencia sistematizada. En ambos casos, la materia contribuye a los objetivos formativos institucionales al fortalecer el pensamiento lógico, el razonamiento analítico y las competencias digitales necesarias para desenvolverse en entornos virtuales de aprendizaje y en escenarios profesionales mediados por tecnología.

En Educación Inicial, la lógica secuencial y la resolución de problemas que se trabajan en Pensamiento Computacional preparan a las futuras docentes para diseñar actividades didácticas estructuradas y promover la exploración guiada en los niños. En Tecnologías de la Información, estas mismas competencias constituyen la base del perfil profesional, al consolidar la capacidad de abstraer, planificar y crear soluciones tecnológicas. En consecuencia, el curso se configura como un puente entre la alfabetización digital básica y la formación profesional especializada, asegurando la coherencia entre el ingreso, el currículo y el perfil de egreso de las carreras involucradas.

En este marco, vincular la experiencia sistematizada con el perfil de egreso de las carreras participantes permite reconocer la coherencia formativa del proceso y su aporte

a la construcción de una ciudadanía universitaria digital. En la UNEMI, la asignatura Pensamiento Computacional no solo introduce a los estudiantes al uso de herramientas tecnológicas, sino que los prepara para desarrollar habilidades transversales que sostienen su desempeño académico y profesional. En las carreras de Educación Inicial en Línea y Tecnologías de la Información en Línea, estas competencias se convierten en la base para una formación integral orientada a la resolución de problemas, el razonamiento lógico y la autonomía digital.

1.3.1. Competencias del Perfil de Egreso Fortalecidas

La primera competencia fortalecida a través de la experiencia fue el pensamiento lógico y analítico, entendido como la capacidad para estructurar, secuenciar y resolver problemas de manera ordenada y fundamentada. Siguiendo a Wing (2006), el pensamiento computacional implica formular problemas y diseñar soluciones transferibles a distintos contextos, mientras que Zabalza (2003) lo reconoce como una competencia cognitiva esencial en la educación superior. En las clases sincrónicas se promovió este razonamiento mediante ejercicios de descomposición de problemas y simulaciones con LightBot, que permitieron a los estudiantes visualizar procesos paso a paso y comprender la importancia de la secuencia lógica. Las prácticas guiadas en Scratch favorecieron la traducción de conceptos abstractos —como bucles o condicionales— en acciones concretas y visuales, fortaleciendo la comprensión estructural del pensamiento algorítmico.

La segunda competencia fue la competencia digital básica, definida por la UNESCO (2019) como el uso seguro, responsable y eficiente de plataformas y recursos tecnológicos para el aprendizaje y la comunicación. Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo (2022) subrayan que el desarrollo de esta competencia requiere una mediación pedagógica que acompañe la exploración autónoma de los entornos digitales. En la experiencia analizada, el manejo del aula virtual Moodle y de herramientas interactivas (Scratch, PSeInt, simuladores de test) favoreció la apropiación tecnológica con sentido pedagógico. Los estudiantes aprendieron a gestionar su propio ritmo de trabajo mediante materiales asincrónicos —videos, guías y ejercicios prácticos—, demostrando creciente familiaridad con las plataformas institucionales y fortaleciendo la autorregulación del aprendizaje en línea.

La tercera competencia evidenciada fue el razonamiento crítico y creativo, que implica la capacidad de formular preguntas, proponer alternativas y transferir lo aprendido a nuevos entornos. Según Villa y Poblete (2008), esta competencia se relaciona con la

autonomía cognitiva y la disposición a reflexionar sobre los propios procesos de aprendizaje. En Pensamiento Computacional, esta habilidad se manifestó cuando los estudiantes enfrentaron desafíos en los simuladores y lograron reconfigurar sus estrategias ante errores o resultados inesperados. Las actividades en PSeInt y Scratch fomentaron la experimentación y la búsqueda de múltiples soluciones, permitiendo que la equivocación se transformara en oportunidad de mejora. Además, los espacios de diálogo durante las clases sincrónicas reforzaron el pensamiento reflexivo y la argumentación, al motivar a los estudiantes a explicar sus razonamientos y comparar diferentes rutas de resolución.

Las evidencias empíricas respaldan el desarrollo de estas competencias. Entre la primera y la tercera unidad se observó una mejora notable en la participación en los simuladores y en la asistencia a clases, lo que indica un aumento de la motivación y de la confianza digital. Los registros de Moodle muestran que los estudiantes realizaron un mayor número de intentos en los tests de práctica y visualizaron con más frecuencia los materiales asincrónicos antes de los encuentros en vivo. Durante las sesiones sincrónicas, se evidenció la capacidad de los estudiantes para resolver ejercicios en Scratch de forma autónoma, compartir su pantalla para mostrar procedimientos y colaborar con compañeros que presentaban dificultades. Estas prácticas reflejan el tránsito desde la dependencia inicial hacia la autonomía operativa y el aprendizaje colaborativo, elementos clave del perfil de egreso universitario.

En síntesis, la experiencia en la asignatura Pensamiento Computacional contribuyó de manera directa al fortalecimiento de competencias cognitivas, tecnológicas y creativas en los estudiantes de Educación Inicial y Tecnologías de la Información. El desarrollo del pensamiento lógico, la competencia digital y el razonamiento crítico permitió articular la alfabetización digital con la formación profesional, en consonancia con el enfoque por competencias de la educación superior contemporánea. Como señalan Binkley et al. (2012) y Tobón (2013), la formación basada en competencias busca integrar el saber, el hacer y el ser, favoreciendo aprendizajes significativos, contextualizados y transferibles. Desde esta perspectiva, la sistematización no solo demuestra la efectividad pedagógica del curso, sino que también evidencia su pertinencia curricular y su contribución al perfil de egreso, orientado hacia una práctica profesional reflexiva, autónoma e innovadora.

1.3.2. Resultados de Aprendizaje Vinculados al Currículo

El vínculo entre los resultados de aprendizaje y la experiencia sistematizada permite evidenciar la coherencia del proceso pedagógico con el currículo institucional y con las metas formativas de las carreras participantes. En el marco del curso de admisión de la UNEMI, Pensamiento Computacional constituye un espacio clave para la alfabetización digital y el desarrollo del razonamiento lógico. Según Biggs y Tang (2011), los resultados de aprendizaje deben expresar con claridad lo que el estudiante es capaz de hacer al finalizar un proceso formativo, y su evaluación debe alinearse con las estrategias y recursos empleados. Desde esta perspectiva, la experiencia analizada muestra cómo los aprendizajes alcanzados por los estudiantes se corresponden con los resultados previstos en el currículo, reforzando su validez pedagógica y su pertinencia formativa.

Los resultados de aprendizaje vinculados con esta experiencia fueron tres:

- Aplica principios de pensamiento computacional para resolver problemas simples mediante secuencias lógicas y estructuras de control.
- Demuestra autonomía en entornos virtuales, gestionando su aprendizaje y uso de recursos tecnológicos.
- Desarrolla habilidades de razonamiento lógico y analítico en la interpretación y resolución de problemas.

El primer resultado —aplicar principios de pensamiento computacional— fue central en la planificación y ejecución de la asignatura. De acuerdo con Wing (2006), el pensamiento computacional no se limita a programar, sino que implica una forma de pensar que integra la descomposición de problemas, la abstracción y el diseño de soluciones algorítmicas. Las clases sincrónicas y los simuladores (PSeInt, Scratch, LightBot) constituyeron escenarios donde los estudiantes pusieron en práctica estos principios, enfrentando problemas que exigían planificar secuencias, utilizar estructuras de control y analizar la eficiencia de sus soluciones. En la línea de Cabero-Almenara (2023), esta mediación tecnológica permitió articular la comprensión conceptual con la acción práctica, generando aprendizajes significativos. Los registros del aula virtual y las producciones en Scratch mostraron la ejecución correcta de algoritmos sin ayuda directa del docente, evidencia concreta del logro de este resultado.

El segundo resultado —demostrar autonomía en entornos virtuales— se vinculó con la capacidad de los estudiantes para gestionar su propio aprendizaje en contextos digitales.

Como señalan Tobón (2013) y Zabalza (2003), la autonomía constituye una competencia transversal en la educación superior, pues implica planificar, regular y evaluar las propias acciones formativas. En esta experiencia, el uso guiado del campus Moodle permitió a los estudiantes acceder a materiales, realizar simulaciones y revisar las grabaciones de las clases, asumiendo el control de su proceso de aprendizaje. Los materiales asincrónicos en video y las guías complementarias ofrecieron oportunidades para el estudio autónomo, mientras que la docente actuó como mediadora y orientadora del proceso. El aumento progresivo en la participación, las visualizaciones de los recursos y los comentarios en las encuestas de cierre reflejaron una consolidación de la autogestión y de la confianza digital.

El tercer resultado —desarrollar habilidades de razonamiento lógico y analítico— se relacionó directamente con la capacidad de los estudiantes para comprender patrones, establecer relaciones y proponer soluciones estructuradas. Según Villa y Poblete (2008), el razonamiento lógico es un pilar de las competencias cognitivas que favorecen el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En el contexto de la asignatura, esta habilidad se fortaleció mediante ejercicios de análisis de algoritmos, identificación de errores lógicos y comparación entre distintos procedimientos. Las actividades prácticas en Scratch y PSeInt estimularon la interpretación de resultados, la corrección de fallos y la reflexión sobre la lógica de las decisiones, favoreciendo una comprensión más profunda de los procesos algorítmicos. Este resultado se evidenció en el incremento de la precisión y coherencia en las soluciones presentadas entre las unidades uno y tres, así como en la participación activa durante las clases sincrónicas, donde los estudiantes explicaban sus razonamientos y justificaban sus elecciones.

En conjunto, estos tres resultados de aprendizaje reflejan la coherencia entre la planificación curricular y la práctica pedagógica desarrollada en la experiencia. Como proponen Biggs y Tang (2011) en su modelo de alineamiento constructivo, la congruencia entre resultados, actividades y evaluación es un indicador clave de calidad educativa. La experiencia en Pensamiento Computacional demuestra que los estudiantes lograron avanzar desde una comprensión instrumental de la tecnología hacia una aplicación reflexiva, creativa y autónoma del conocimiento digital. Este tránsito confirma que los resultados de aprendizaje no son productos aislados, sino evidencias del desarrollo integral del estudiante en contextos virtuales, donde confluyen la cognición, la acción y la ética del aprendizaje.

En síntesis, la pertinencia curricular de estos resultados se expresa en la manera en que contribuyen tanto a la alfabetización digital como al desarrollo del pensamiento ló-

gico, fortaleciendo el perfil de egreso de las carreras de Educación Inicial y Tecnologías de la Información. El proceso analizado evidencia que el diseño intencionado de actividades —basado en secuencias lógicas, simuladores y materiales asincrónicos— potencia la autonomía, la resolución de problemas y la creatividad. En consonancia con la UNESCO (2019) y con el enfoque socioformativo de Tobón (2013), estos aprendizajes trascienden el aula para convertirse en capacidades transferibles a otros entornos profesionales y personales, reafirmando la relevancia del pensamiento computacional como competencia clave del siglo XXI.

1.3.3. Actividades y Evidencias: Trazabilidad del Proceso Formativo

La coherencia entre actividades, resultados de aprendizaje y evidencias constituye un elemento esencial en toda experiencia educativa sistematizada, pues permite demostrar de forma verificable la efectividad del proceso pedagógico. Según Flick (2014), la validez de un estudio se fortalece cuando las acciones realizadas se relacionan directamente con los logros observables; en la misma línea, Jara (2018) sostiene que la sistematización adquiere sentido cuando las actividades no solo se describen, sino que se documentan como huellas del aprendizaje.

En esta experiencia, desarrollada en la asignatura Pensamiento Computacional del curso de admisión de la UNEMI, las actividades fueron planificadas para articular la práctica docente con los resultados del currículo, garantizando trazabilidad entre la acción formativa, el desarrollo de competencias y la producción de evidencias digitales. Las principales actividades implementadas fueron:

- Uso de simuladores interactivos (LightBot, Scratch y PSeInt) para resolver problemas lógicos y representar estructuras de control.
- Clases sincrónicas de práctica guiada con retroalimentación inmediata.
- Tareas asincrónicas en Moodle compuestas por videos, guías y cuestionarios auto-evaluativos.
- Evaluaciones parciales aplicadas a través del entorno institucional de la UNEMI y registradas en el SGA.

El uso de simuladores interactivos permitió materializar el principio de “aprender haciendo”, favoreciendo la comprensión de estructuras secuenciales, condicionales y repe-

titivas mediante entornos visuales de programación. Los simuladores ofrecieron experiencias de aprendizaje activo y contextualizado, alineadas con la noción de aprendizaje experiencial propuesta por Kolb (2015) y retomada por Laurillard (2019) en su modelo de aprendizaje digital multimodal. Las evidencias generadas incluyeron capturas y videos de algoritmos elaborados por los estudiantes, además de registros automáticos de progreso y número de intentos. Estos productos demostraron la capacidad de aplicar principios del pensamiento computacional en contextos diversos, cumpliendo con el resultado de aprendizaje centrado en la resolución de problemas mediante secuencias lógicas y estructuras de control.

Las clases sincrónicas de práctica guiada, desarrolladas a través de Google Meet y Moodle, permitieron un acompañamiento directo y reflexivo, donde el docente guiaba la ejecución paso a paso de ejercicios algorítmicos, promoviendo la comprensión colectiva. Esta estrategia se fundamenta en la mediación dialógica descrita por Vygotsky (1978) y actualizada por Cabero-Almenara (2023) para entornos digitales, donde el aprendizaje se construye en interacción social. Las grabaciones institucionales y las intervenciones de los estudiantes resolviendo problemas en pantalla compartida constituyeron evidencias directas de participación activa, razonamiento analítico y comprensión progresiva. El registro de asistencia y participación en las sesiones sincrónicas, obtenido desde SGA y Moodle, reforzó la trazabilidad de esta evidencia.

Las actividades asincrónicas en Moodle —guías de estudio, videos tutoriales y cuestionarios autoevaluativos— ampliaron la flexibilidad temporal del aprendizaje y atendieron la diversidad de ritmos de los estudiantes. Redecker (2020) plantea que el aprendizaje autorregulado constituye un componente esencial de la competencia digital y se potencia cuando los estudiantes cuentan con recursos que les permiten gestionar su propio proceso formativo. En esta experiencia, las métricas de visualización de videos, descarga de materiales y finalización de cuestionarios en Moodle evidenciaron una participación constante y progresiva. Los reportes automáticos de acceso, las calificaciones generadas por las actividades autoevaluativas y el incremento sostenido en la interacción con los recursos digitales reflejaron el fortalecimiento de la autonomía y la apropiación tecnológica.

Las evaluaciones parciales y test prácticos permitieron comprobar la transferencia de conocimientos y la integración de los aprendizajes previos. Siguiendo a Boud y Solomon (2021), la evaluación auténtica debe centrarse en tareas que reflejen la práctica real del aprendizaje. En este sentido, los test aplicados en Moodle y los informes de progreso en SGA sirvieron como evidencia cuantitativa del logro de resultados, mostrando una

mejora significativa entre la Unidad 1 y la Unidad 3 tanto en la resolución de ejercicios algorítmicos como en el manejo de las plataformas digitales.

La relación entre actividades, resultados y evidencias permitió construir una línea de coherencia pedagógica verificable. Las acciones prácticas (simuladores y clases guiadas) se complementaron con estrategias autónomas (actividades asincrónicas y evaluaciones) que fortalecieron la autogestión del aprendizaje. Esta articulación responde al principio de diseño curricular basado en resultados planteado por Biggs y Tang (2011), según el cual las actividades deben alinearse con los resultados esperados y con los métodos de evaluación para garantizar validez constructiva. En la experiencia sistematizada, dicha coherencia se evidenció en la congruencia entre la planificación didáctica, la ejecución mediada por tecnología y las evidencias recogidas en los entornos institucionales.

En síntesis, la trazabilidad establecida entre actividades, resultados y evidencias confirmó la pertinencia curricular del proceso. El uso de herramientas tecnológicas institucionales (Moodle, SGA) permitió registrar con precisión la evolución del aprendizaje y ofrecer retroalimentación oportuna. La experiencia no solo fortaleció competencias digitales y de pensamiento lógico, sino que también demostró la posibilidad de articular metodologías activas, evaluación formativa y evidencia documental dentro de un marco curricular universitario coherente y sostenible.

1.3.4. Reflexión sobre la Alineación Curricular

Reflexionar sobre la alineación curricular constituye un ejercicio indispensable para garantizar la coherencia entre la práctica docente y las metas formativas institucionales. Como señala Díaz Barriga (2013), la articulación entre currículo, enseñanza y evaluación requiere procesos de análisis permanente que permitan ajustar los propósitos educativos a las realidades de los contextos donde se implementan. En el caso del curso Pensamiento Computacional del programa de admisión de la UNEMI, esta reflexión adquiere especial relevancia porque el espacio se sitúa en la frontera entre la educación media y la universitaria. De su adecuado desarrollo depende que los estudiantes ingresen con las bases cognitivas, tecnológicas y actitudinales necesarias para continuar con éxito su trayectoria académica.

Los aportes de la experiencia al currículo pueden agruparse en varios frentes. En primer lugar, consolidó la competencia digital como un eje transversal de la formación universitaria, demostrando que el Pensamiento Computacional no solo favorece la com-

prensión lógica, sino también la autonomía tecnológica. Estas competencias se reflejan en los perfiles de egreso de las carreras de TIC y Educación Inicial, que enfatizan la capacidad de resolver problemas mediante estrategias lógicas y el uso ético de la tecnología. En segundo lugar, la propuesta introdujo metodologías activas —basadas en simuladores como LightBot, Scratch y PSeInt— que transformaron la enseñanza tradicional en una práctica experimental y significativa, alineada con la visión de Stenhouse (1987) del currículo como proceso flexible y reflexivo. Además, la experiencia funcionó como un “puente formativo” entre el curso de admisión y la formación profesional, al promover el desarrollo de pensamiento lógico, razonamiento secuencial y habilidades de autogestión del aprendizaje. Finalmente, el proceso contribuyó a la innovación curricular institucional al evidenciar que la virtualidad puede ser un espacio de desarrollo cognitivo y no solo un medio de transmisión, reforzando las políticas de transformación digital educativa impulsadas por la UNEMI y coherentes con las orientaciones de la UNESCO (2023a) sobre competencia digital docente.

Sin embargo, la implementación de esta propuesta también puso de manifiesto diversas tensiones y desafíos entre la estructura curricular prevista y las condiciones reales del proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque el plan analítico del curso incorpora Scratch en la Unidad 4, las tres unidades iniciales mantienen un enfoque predominantemente teórico. Ante esta limitación, se integraron de manera autónoma herramientas como LightBot y PSeInt para introducir la lógica algorítmica y los principios del pensamiento computacional desde etapas tempranas. Esta decisión docente, coherente con la noción de investigación-acción (Elliott, 1993), permitió materializar aprendizajes significativos, pero también evidenció la necesidad de que los programas institucionales incorporen actividades prácticas desde el inicio del curso.

A nivel de contexto, las brechas digitales de los estudiantes —producto de desigualdades tecnológicas y económicas— constituyeron otro desafío. Muchos aspirantes accedían a las clases desde dispositivos móviles compartidos o de baja gama, lo que condicionaba su participación plena. A ello se sumó la restricción temporal de una hora sincrónica semanal, que limitó el acompañamiento personalizado. Tal como advierte Barnett (2020), los currículos virtuales deben incorporar márgenes de flexibilidad que reconozcan la diversidad de ritmos y recursos del estudiantado. En el plano institucional, la gestión de grupos numerosos exigió estrategias de seguimiento apoyadas en herramientas como el SGA y la semaforización de accesos en Moodle, que permitieron identificar niveles de participación y cumplimiento. No obstante, la atención individualizada se vio restringida,

revelando la tensión entre la aspiración curricular de fomentar un aprendizaje personalizado y las limitaciones operativas de la educación masiva en línea. Como señalan Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo (2022), la calidad educativa en entornos digitales depende no solo de los recursos tecnológicos disponibles, sino también de la capacidad docente para gestionar la heterogeneidad y promover la equidad de acceso.

Pese a estas tensiones, el proceso dejó aprendizajes y proyecciones futuras relevantes. En términos pedagógicos, confirmó que la enseñanza del Pensamiento Computacional puede funcionar como eje articulador entre la alfabetización digital y la resolución de problemas, fortaleciendo las competencias del perfil de egreso de TIC y Educación Inicial. En el ámbito curricular, evidenció la conveniencia de ampliar el tiempo sincrónico de la asignatura a dos horas semanales, con el fin de equilibrar la exposición conceptual y la práctica guiada. Asimismo, se proyecta la incorporación de un chatbot institucional basado en inteligencia artificial que brinde apoyo no académico a los estudiantes del curso de admisión, liberando tiempo docente para la retroalimentación pedagógica. Este tipo de innovaciones, en consonancia con las propuestas de Fullan (2007) sobre cambio educativo sostenible, permitiría fortalecer la articulación entre docencia, tecnología y acompañamiento humano.

El recorrido desarrollado en este capítulo permitió evidenciar la coherencia entre los distintos niveles del proceso formativo: las competencias del perfil de egreso, los resultados de aprendizaje y las actividades implementadas en la práctica docente, así como las tensiones y proyecciones que emergen de su puesta en marcha. A través de la enseñanza del Pensamiento Computacional se fortalecieron capacidades transversales como el razonamiento lógico, la autonomía digital y la resolución de problemas, esenciales para la formación inicial universitaria en Educación Inicial y Tecnologías de la Información. Las estrategias empleadas —simuladores, clases sincrónicas, recursos asincrónicos y evaluaciones formativas— generaron evidencias concretas de avance, demostrando que la integración entre currículo, práctica y acompañamiento docente puede traducirse en aprendizajes significativos y sostenibles. En conjunto, esta articulación curricular no solo consolidó la experiencia como un modelo de innovación didáctica, sino que también ofreció evidencias sobre el impacto del acompañamiento docente en la formación de una ciudadanía digital crítica e inclusiva. A partir de esta base, el capítulo siguiente profundizará en la interpretación de los resultados y aprendizajes emergentes, analizando las transformaciones observadas en los estudiantes, en la práctica docente y en el ecosistema estratégico de la formación universitaria mediada por tecnología.

1.4. Ecosistema Estratégico de la Innovación Didáctica

El apartado anterior consolidó la coherencia curricular de la experiencia al mostrar cómo las competencias de pensamiento lógico, autonomía digital y resolución de problemas se tradujeron en resultados de aprendizaje verificables a través de actividades guiadas, simuladores interactivos y evidencias institucionales. Esta integración permitió comprobar que la innovación pedagógica desplegada en la asignatura Pensamiento Computacional no solo respondió a los lineamientos curriculares de las carreras de Educación Inicial y Tecnologías de la Información, sino que también fortaleció los pilares del perfil de egreso mediante una práctica formativa basada en la acción, la reflexión y la autonomía.

A partir de este punto, el capítulo se orienta hacia la operacionalización estratégica de la experiencia. Es decir, se detalla cómo las estrategias núcleo articularon el proceso didáctico principal; cómo las estrategias de soporte garantizaron su sostenibilidad tecnológica y organizativa; y cómo las estrategias de contingencia permitieron adaptarse a los desafíos contextuales propios del entorno virtual. Este tránsito inaugura el relato de la “ingeniería didáctica” del proyecto, en la que cada decisión metodológica y tecnológica se configura como parte de un ecosistema estratégico destinado a sostener aprendizajes significativos y transferibles.

1.4.1. Estrategias Núcleo en Acción

Las estrategias núcleo constituyen el corazón operativo de la innovación pedagógica, pues concretan la articulación entre currículo, resultados de aprendizaje y práctica docente. Representan decisiones deliberadas que orientan la acción formativa hacia el logro de competencias observables y transferibles, en consonancia con la alineación constructiva entre enseñanza, aprendizaje y evaluación propuesta por Biggs y Tang (2011). En la experiencia desarrollada en la asignatura Pensamiento Computacional del curso de admisión de la UNEMI, estas estrategias respondieron a la necesidad de equilibrar la enseñanza teórica con la práctica guiada y el aprendizaje autónomo en entornos virtuales.

Práctica Guiada en Clases Sincrónicas

Durante las clases sincrónicas, la práctica guiada se consolidó como la estrategia central para promover la comprensión progresiva de los conceptos. Cada sesión iniciaba con la presentación de los objetivos y la validación del estudio previo del material asincrónico.

A continuación, el espacio se convertía en un laboratorio de resolución de problemas: la docente planteaba ejercicios y los estudiantes participaban activamente utilizando pizarras colaborativas, herramientas de gamificación o software educativo.

De acuerdo con Laurillard (2019), la retroalimentación inmediata permite transformar el error en oportunidad de aprendizaje; en este sentido, la interacción en tiempo real resultó decisiva para fortalecer el razonamiento lógico y la confianza digital de los estudiantes. Las evidencias incluyeron grabaciones de clases con ejercicios resueltos colectivamente y registros de desempeño que mostraron avances en la precisión de las respuestas y en la participación activa.

Uso De Simuladores Interactivos para el Pensamiento Computacional

La integración progresiva de herramientas como LightBot, PSeInt y Scratch representó una innovación metodológica que permitió construir una secuencia cognitiva coherente con el desarrollo del pensamiento computacional (Wing, 2006). El proceso inició con la enseñanza conceptual del algoritmo, las instrucciones y el pseudocódigo, junto con nociones básicas sobre variables, constantes, tipos de datos y operadores. A partir de allí, los estudiantes analizaron ejemplos de pseudocódigos ya elaborados, enfocándose en comprender su estructura, predecir resultados y reconocer la lógica de las secuencias.

Posteriormente, se incorporó el uso de PSeInt como entorno de práctica visual para representar diagramas de flujo y fortalecer la comprensión de las estructuras de control. Esta etapa permitió observar la correspondencia entre el pensamiento lógico y la representación gráfica de los algoritmos, consolidando la capacidad de descomponer y secuenciar procesos. Finalmente, en la cuarta unidad del curso, se introdujo Scratch como plataforma de programación visual, donde los estudiantes exploraron los bloques, diseñaron secuencias y construyeron programas básicos.

De acuerdo con Cabero-Almenara (2023) y Redecker (2020), la integración de simuladores y entornos visuales favorece la motivación, el aprendizaje autónomo y la comprensión significativa en entornos digitales. Las evidencias incluyeron registros de ejecución correcta de programas en Scratch, comprensión de pseudocódigos en PSeInt y mejoras en los resultados de los tests secuenciales, evidenciando un aprendizaje acumulativo que transformó la comprensión conceptual inicial en competencia aplicada.

Actividades Asincrónicas de Refuerzo y Autoevaluación en Moodle

El diseño de actividades asincrónicas fue un componente esencial para consolidar la autonomía estudiantil. Cada semana se elaboró un video explicativo de 15 a 30 minutos, acompañado de presentaciones, lecturas complementarias y ejercicios interactivos. Este modelo, coherente con el enfoque de aprendizaje autorregulado descrito por Redecker (2020) y UNESCO (2023b), permitió atender la diversidad de ritmos de aprendizaje y ampliar la flexibilidad temporal.

Las métricas de acceso y finalización en Moodle evidenciaron una participación sostenida, mientras que los resultados en los cuestionarios reflejaron la apropiación progresiva de los contenidos. Entre las evidencias más relevantes se encontraron los registros de acceso al aula virtual, la mejora individual entre evaluaciones consecutivas y la capacidad de los estudiantes para aplicar de forma autónoma las secuencias algorítmicas revisadas.

La combinación articulada de estas estrategias generó un ecosistema didáctico equilibrado entre la guía docente y la autonomía del estudiante. La práctica guiada facilitó la comprensión de los conceptos clave; los simuladores consolidaron la transferencia a contextos aplicados; y las actividades asincrónicas garantizaron la continuidad del aprendizaje. En conjunto, estas decisiones confirmaron que la innovación no depende exclusivamente de las herramientas digitales, sino de la coherencia entre recursos, metodología y objetivos de aprendizaje (Flick, 2014; Fullan, 2007).

1.4.2. Estrategias de Soporte Aplicadas

Las estrategias de soporte constituyeron el entramado operativo que permitió sostener la innovación pedagógica dentro del curso de admisión virtual. Mientras las estrategias núcleo representaron el corazón didáctico del proceso, los soportes garantizaron su viabilidad, continuidad y equidad entre estudiantes con niveles heterogéneos de alfabetización digital. En palabras de Fullan (2007), toda innovación educativa requiere estructuras de apoyo que acompañen el cambio metodológico para que este se consolide en la práctica.

Gestión del Aula Virtual Moodle

El soporte principal fue la gestión pedagógica del aula virtual Moodle, donde se estructuraron las cuatro unidades de aprendizaje que integraban el curso. Cada unidad contenía materiales conceptuales, guías de práctica y evaluaciones configuradas en formato

de Tests y Simuladores. Esta organización permitió mantener la trazabilidad entre los resultados de aprendizaje, las actividades y las evidencias. Como señala Cabero-Almenara (2023), la estructuración intencionada del entorno virtual actúa como un mediador didáctico que transforma la enseñanza en un proceso de diseño pedagógico.

Monitoreo del Progreso Mediante el SGA

El segundo soporte fue el monitoreo constante del progreso estudiantil a través del SGA, que ofrece reportes de semaforización y notas. Esta herramienta permitió realizar un seguimiento quincenal del desempeño de los 995 aspirantes y detectar tempranamente los casos de inactividad o bajo rendimiento. Tal como sugieren Biggs y Tang (2011), la evaluación formativa requiere mecanismos de observación continua que orienten las decisiones docentes. El uso analítico de la semaforización —verde, amarillo y rojo— facilitó una retroalimentación focalizada y la planificación de acciones correctivas inmediatas.

Comunicación Institucional y Recordatorios Personalizados

A partir de la información obtenida del SGA, se implementó una comunicación institucional proactiva con los estudiantes en riesgo. Los mensajes se enviaban mediante el módulo Acompañamiento y Soporte del SGA, con orientaciones sobre los materiales a revisar y los simuladores a practicar. Según Fullan (2007), el acompañamiento comunicativo fortalece la cultura de compromiso y responsabilidad compartida. Estos recordatorios funcionaron como alertas preventivas y estímulos motivacionales, contribuyendo a reducir la deserción y a mantener la cohesión del grupo.

Producción de Recursos Digitales Complementarios

El cuarto soporte consistió en la elaboración sistemática de recursos digitales de refuerzo: videos asincrónicos, presentaciones temáticas y materiales complementarios por unidad, con ejercicios y lecturas prácticas. Estos recursos constituían la base del componente de aprendizaje autónomo y servían de preparación para las clases sincrónicas. En coherencia con Redecker (2020) y UNESCO (2023b), promovieron la autorregulación del aprendizaje y la alfabetización digital inicial, integrando de forma intencionada los simuladores LightBot, PSeInt y Scratch.

Colaboración Docente y Apoyo de Ayudantes Académicos

La sostenibilidad del proceso se reforzó mediante un modelo de colaboración doble. Los ayudantes académicos —estudiantes de TICs en prácticas preprofesionales— ofrecían sesiones semanales de refuerzo para atender dudas técnicas y conceptuales. Paralelamente, la coordinación interdocente aseguró la coherencia institucional en la evaluación: las preguntas de los Tests 1, 2 y 3 se elaboraban de manera colegiada, garantizando equidad y validez entre paralelos. Esta práctica, en línea con Boud y Solomon (2021), fortaleció el carácter reflexivo y cooperativo de la innovación.

Evidencias de Efectividad de los Soportes Los reportes institucionales confirmaron la eficacia de estos soportes. En el paralelo EDI_VIR01, el grupo verde de estudiantes activos creció del 68 % al 80 %, mientras que los inactivos se redujeron a la mitad. En TICS_VIR03, el grupo verde aumentó del 48 % al 62 %, y el rojo disminuyó del 18 % al 7 %. Paralelamente, los promedios de los Tests 1–3 mejoraron entre 1,5 y 2 puntos y las tasas de finalización de simuladores superaron el 80 %. Estos indicadores cuantitativos se complementaron con evidencias cualitativas: los estudiantes destacaron que las clases eran “más dinámicas y comprensibles” y que los simuladores les permitían “entender la lógica antes de programar”.

En suma, la articulación de estos soportes consolidó un ecosistema de acompañamiento pedagógico que permitió sostener la innovación más allá de la clase sincrónica, integrando aula virtual, SGA y comunicación institucional como infraestructura cognitiva del proceso.

1.4.3. Estrategias de Contingencia Desplegadas

Toda experiencia educativa innovadora enfrenta momentos de incertidumbre que ponen a prueba su sostenibilidad y su capacidad de adaptación. En el contexto de Pensamiento Computacional, las contingencias fueron inevitables debido a la diversidad tecnológica y geográfica del estudiantado, así como por la complejidad de la enseñanza virtual en grupos masivos. Siguiendo a Flick (2014) y Fullan (2007), las contingencias no deben entenderse como interrupciones, sino como espacios de aprendizaje institucional que revelan la madurez del sistema pedagógico.

Imprevistos Enfrentados

Entre los principales imprevistos se identificaron cuatro categorías:

- Limitaciones de conectividad y acceso tecnológico, especialmente en estudiantes que dependían de datos móviles o dispositivos compartidos.
- Intermitencias temporales en las plataformas institucionales (SGA y Moodle), que generaban retrasos momentáneos en el acceso a materiales o evaluaciones.
- Baja participación o desmotivación temporal, observada tras los primeros tests, sobre todo en quienes tenían mayor carga laboral o menor familiaridad con las plataformas digitales.
- Sobrecarga docente, derivada de la gestión de grupos numerosos, algunos con más de 300 estudiantes.

Respuestas Pedagógicas, Tecnológicas y Comunicativas

Frente a los problemas de conectividad, se optó por la grabación sistemática de las clases sincrónicas, alojadas luego en una carpeta de “Clases de refuerzo” en Moodle, de manera que los estudiantes pudieran revisarlas en diferido. Además, se reforzó la comunicación sobre la importancia de seguir el cronograma y aprovechar los materiales asincrónicos.

Ante las fallas técnicas de Moodle, se implementó la configuración de doble intento en test y simuladores, asegurando la posibilidad de completar las evaluaciones incluso ante intermitencias del sistema. Esta decisión, alineada con la evaluación flexible planteada por Biggs y Tang (2011), mantuvo el equilibrio entre validez y equidad.

Para contrarrestar la desmotivación, se utilizó el sistema de semaforización del SGA como mecanismo de alerta temprana. Cada dos semanas se enviaban mensajes personalizados a estudiantes en amarillo o rojo, indicando actividades pendientes y recordando la disponibilidad de ayudantías de TICs. En los casos con dificultades conceptuales, se extendía la práctica guiada en las clases sincrónicas con más ejemplos interactivos.

Frente a la sobrecarga docente, se consolidó un modelo de clase invertida estandarizado, basado en videos y materiales complementarios, que permitió concentrar las sesiones

sincrónicas en la resolución de problemas. Se elaboraron plantillas de comunicación dentro del módulo de Acompañamiento del SGA para automatizar mensajes sin perder el tono humano y cercano.

Resultados Sostenidos y Valor Pedagógico de las Contingencias

A pesar de las dificultades técnicas y contextuales, los resultados de aprendizaje se mantuvieron estables y coherentes con los objetivos curriculares. Los estudiantes lograron aplicar principios de pensamiento computacional, reconocer la secuencia lógica de las instrucciones y construir soluciones algorítmicas simples, fortaleciendo simultáneamente su autonomía digital.

Las evidencias institucionales mostraron incrementos significativos en estudiantes activos y mejoras en los resultados de los tests, así como un aumento sostenido del uso de videos y simuladores. Así, las contingencias se transformaron en catalizadores de aprendizaje tanto para los estudiantes como para la práctica docente. Tal como plantea Jara (2018), la sistematización permite reconocer la capacidad de la práctica educativa para reinventarse en contextos cambiantes, consolidando un enfoque resiliente y empático de enseñanza.

1.4.4. Arquitectura del Ecosistema Estratégico

La experiencia en Pensamiento Computacional se consolidó como un ecosistema pedagógico dinámico, donde cada componente —núcleo, soporte y contingencia— cumplió una función específica y complementaria dentro de una estructura viva. En esta arquitectura, las estrategias núcleo constituyeron el centro operativo del aprendizaje; las de soporte funcionaron como el andamiaje tecnológico, organizativo y humano; y las de contingencia garantizaron la continuidad y la equidad ante los imprevistos.

Lógica de Interdependencia

El núcleo del ecosistema se configuró a partir de tres decisiones metodológicas esenciales: práctica guiada sincrónica, uso progresivo de simuladores y actividades asincrónicas de refuerzo. Estas aseguraron la alineación entre resultados de aprendizaje y competencias curriculares (Biggs & Tang, 2011).

Para que ese entramado funcionara, fue indispensable integrar mecanismos de soporte (Moodle, SGA, apoyo de ayudantes, recursos digitales) que dieron estabilidad al sistema. A su vez, las estrategias de contingencia —grabaciones, doble intento en pruebas, mensajes personalizados— operaron como un circuito de seguridad que absorbió las disruptivas sin fracturar la secuencia pedagógica.

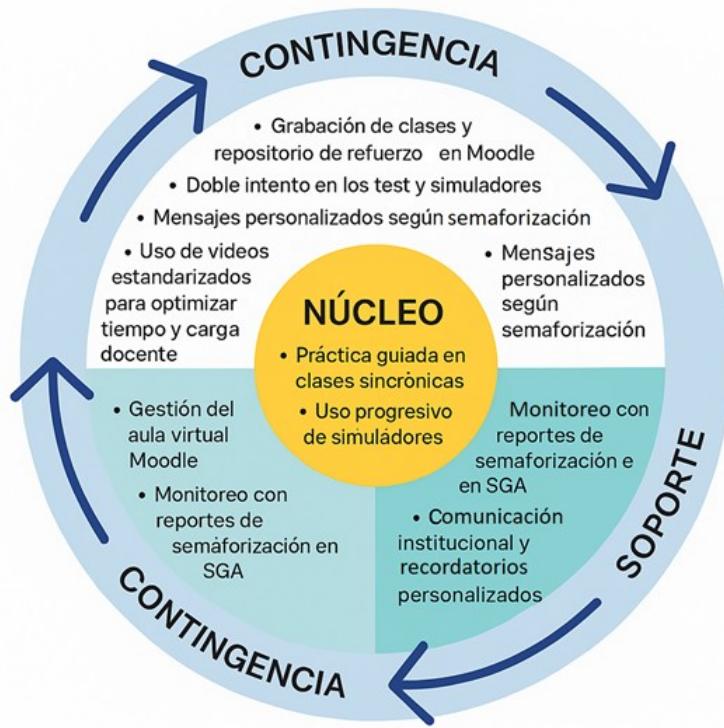
Una Red de Aprendizaje Viva

El ecosistema estratégico puede entenderse como una red de aprendizaje viva, donde los flujos de información y acompañamiento circularon entre todos los actores y recursos. Las clases sincrónicas generaban el impulso inicial; las actividades asincrónicas prolongaban la experiencia mediante la práctica autónoma; y las evaluaciones retroalimentaban al sistema, alimentando los reportes de SGA que permitían nuevas intervenciones docentes. Esta retroalimentación continua recuerda los “bucles de aprendizaje adaptativo” descritos por Laurillard (2019), en los que la tecnología y la pedagogía interactúan en ciclos iterativos de mejora.

En términos funcionales, el ecosistema puede imaginarse como tres anillos interdependientes:

- Un anillo central con las estrategias núcleo (práctica guiada, simuladores, actividades asincrónicas).
- Un anillo intermedio con los soportes (Moodle, SGA, recursos digitales, ayudantes, comunicación).
- Un anillo externo con las contingencias (grabaciones, doble intento, mensajes personalizados, estandarización de videos y materiales).

Figura 1.1: Ecosistema estratégico: Los círculos concéntricos representan los niveles de acción del ecosistema (estrategias núcleo, de soporte y de contingencia)



Fuente: elaboración propia basada en Fullan (2007), Laurillard (2019) y Redecker (2020).

Las flechas bidireccionales entre los anillos representan la retroalimentación constante: los datos del SGA alimentan las decisiones docentes; las grabaciones y recursos retornan como insumos de aprendizaje; y la práctica guiada se reconfigura según las necesidades detectadas (Redecker, 2020).

La articulación entre las estrategias núcleo, los soportes institucionales y las contingencias desplegadas consolidó un entramado coherente que vinculó directamente la práctica pedagógica con las competencias curriculares de la asignatura Pensamiento Computacional. Este ecosistema estratégico permitió demostrar que la innovación no residió únicamente en el uso de recursos digitales, sino en la manera en que cada decisión metodológica se orientó al desarrollo integral de competencias de razonamiento lógico, autonomía digital y resolución de problemas, en correspondencia con el perfil de egreso de las carreras de Educación Inicial y TIC de la UNEMI.

La competencia de razonamiento lógico se fortaleció mediante la práctica guiada y el uso progresivo de simuladores, que hicieron posible comprender el algoritmo, la secuencia de instrucciones y la lectura de pseudocódigos (Laurillard, 2019; Wing, 2006). La autonomía digital se concretó gracias al diseño sistemático de actividades asincrónicas y al acompañamiento permanente mediante Moodle y SGA, en línea con Redecker (2020) y UNESCO (2023b). La resolución de problemas, por su parte, se sostuvo incluso ante imprevistos gracias a las estrategias de contingencia, confirmando la resiliencia del sistema educativo (Fullan, 2007).

En conjunto, el ecosistema estratégico demostró que la coherencia curricular es un proceso vivo de ajuste y retroalimentación entre diseño, acompañamiento y evaluación. La interacción equilibrada entre estrategias núcleo, soportes y contingencias aseguró la pertinencia, la sostenibilidad y la transferibilidad del modelo, configurando un marco replicable para otras asignaturas del curso de admisión. Como afirman Cabero-Almenara (2023) y Jara (2018), la innovación educativa alcanza su madurez cuando logra transformar la práctica docente en conocimiento compartido y transferible al sistema institucional.

A partir de este cierre, el libro está en condiciones de avanzar hacia el siguiente capítulo, dedicado a la interpretación de resultados y aprendizajes emergentes, donde se profundizará en las transformaciones observadas en los estudiantes, en la práctica docente y en el ecosistema estratégico de la formación universitaria mediada por tecnología.

1.4.5. Evaluación De La Experiencia Y Consolidación De Evidencias

El apartado anterior permitió describir de manera integral el ecosistema estratégico que sostuvo la experiencia, conformado por estrategias núcleo, de soporte y de contingencia. En su conjunto, estas incluyeron la práctica guiada sincrónica, el uso de simuladores interactivos, las actividades asincrónicas de refuerzo, la gestión del aula virtual Moodle, el monitoreo mediante el SGA y las acciones de acompañamiento y comunicación personalizada. Esta estructura metodológica evidenció la articulación entre el currículo y la práctica docente, y ahora requiere ser evaluada en términos de su eficacia pedagógica, para determinar hasta qué punto dichas estrategias lograron consolidar los resultados de aprendizaje previstos y fortalecer las competencias de pensamiento lógico, autonomía digital y resolución de problemas.

En este nuevo capítulo, la atención se centra en los procesos e instrumentos de evaluación que otorgan validez, credibilidad y transferibilidad a la experiencia. Se presentan los

indicadores derivados de los registros institucionales, las calificaciones obtenidas en los tests secuenciales, los reportes del SGA y las observaciones del aula virtual, junto con los resultados de encuestas aplicadas a los estudiantes. Esta fase evaluativa permite valorar la coherencia entre la intención formativa y los efectos reales del proceso, estableciendo la base para la interpretación analítica de los logros alcanzados y la consolidación de evidencias que sustenten la calidad e impacto de la innovación educativa implementada.

1.5. Evaluación

La evaluación dentro de la experiencia desarrollada en la asignatura Pensamiento Computacional se concibió como un proceso integral de verificación, más que como una simple medición de resultados. Su propósito principal fue comprobar la eficacia pedagógica de las estrategias implementadas —práctica guiada, simuladores interactivos, actividades asincrónicas y soportes institucionales— a partir de evidencias objetivas y trazables. Tal como plantean Casanova (1999) y Redecker (2020), la evaluación formativa permite interpretar el aprendizaje como un proceso continuo, donde los datos obtenidos no solo reflejan logros, sino que orientan decisiones para la mejora educativa. En este marco, se aplicaron cuatro instrumentos complementarios:

- Tests y simuladores del aula virtual Moodle.
- Reportes del Sistema de Gestión Académica (SGA) o semaforización.
- Registros de acceso y participación en Moodle.
- Encuesta de percepción estudiantil.

Cada uno aportó un tipo de evidencia distinto —cuantitativa, cualitativa o de participación— que, al ser triangulada, permitió validar la coherencia entre las estrategias aplicadas y los resultados de aprendizaje alcanzados (Flick, 2014; Stake, 1995).

1.5.1. Instrumentos De Evaluación Aplicados

Tests Y Simuladores En Moodle

Los tests y simuladores constituyeron el principal instrumento de evaluación formal, al permitir medir de manera objetiva la comprensión de conceptos y procedimientos trabajados en las cuatro unidades. Cada unidad incluyó un test obligatorio con retroalimentación

inmediata y dos intentos configurados, de manera que el estudiante pudiera reflexionar sobre sus errores y mejorar su desempeño. Este diseño, alineado con la evaluación formativa, favoreció la autorregulación y la práctica autónoma.

Los resultados mostraron una mejora progresiva: el promedio general de los Test 1, 2 y 3 aumentó entre 1,5 y 2 puntos en ambos paralelos (EDI_VIR01 y TICS_VIR03), evidenciando un aprendizaje acumulativo. La función de los simuladores interactivos fortaleció la transferencia práctica de los conocimientos teóricos, permitiendo aplicar secuencias lógicas y estructuras algorítmicas antes de los exámenes principales. En palabras de Laurillard (2019), la tecnología evaluativa, cuando se integra pedagógicamente, transforma la retroalimentación en un espacio activo de aprendizaje.

Reportes Del SPA (Semaforización Institucional)

El SGA cumplió un papel crucial como instrumento de monitoreo y alerta temprana. A través de los reportes de semaforización, revisados cada quince días, se identificaban los niveles de participación y cumplimiento mediante tres categorías: verde (activo), amarillo (riesgo moderado) y rojo (inactivo). Estos indicadores permitieron detectar de manera oportuna a los estudiantes con baja participación o rendimiento y activar medidas de acompañamiento, como el envío de mensajes personalizados o la derivación a clases de apoyo impartidas por ayudantes académicos.

Durante el período analizado, los datos institucionales evidenciaron un progreso significativo: el porcentaje de estudiantes en nivel verde aumentó aproximadamente del 48–68 % al 62–80 %, mientras que los casos en rojo se redujeron del 18–6 % al 3–7 %. Estos resultados confirmaron la utilidad del SGA como instrumento de seguimiento continuo, en consonancia con Fullan (2007), quien resalta que la retroalimentación basada en datos fortalece la sostenibilidad de los procesos de mejora educativa.

Registros de Acceso y Participación en Moodle

Además de las evaluaciones formales, se consideraron los registros de acceso y participación del aula virtual Moodle como fuente complementaria de evidencia. Estos indicadores permitieron verificar el grado de interacción con los materiales asincrónicos —videos, presentaciones, guías y simuladores— y medir la autonomía digital. Los reportes mostraron que más del 80 % de los estudiantes accedió al menos una vez por semana

al aula virtual y que la visualización de los videos asincrónicos aumentó sostenidamente hacia las últimas unidades.

Estos datos reflejaron que el modelo implementado logró fomentar la continuidad y el compromiso del estudiantado, incluso en contextos de limitaciones tecnológicas. En línea con Redecker (2020) y UNESCO (2023b), este tipo de analítica educativa se consolida como práctica clave de la competencia digital docente, al ofrecer información objetiva para personalizar la enseñanza y prevenir la deserción temprana.

Encuesta de Percepción Estudiantil

Para complementar los indicadores cuantitativos, se aplicó una encuesta de percepción al cierre del curso, destinada a recopilar las valoraciones y experiencias de los estudiantes sobre el proceso formativo. Las preguntas exploraron aspectos como la claridad de las clases, la utilidad de los simuladores, la pertinencia de los videos y el acompañamiento docente.

La mayoría de los participantes señaló que las clases sincrónicas eran “dinámicas y comprensibles”, que los simuladores “ayudaban a entender la lógica antes de programar” y que la modalidad asincrónica les permitía “organizar mejor su tiempo”. Estas percepciones cualitativas complementaron la información de los tests y registros, ofreciendo una mirada más integral del proceso de aprendizaje. Tal como argumenta Jara (2018), incluir la voz de los participantes en la evaluación otorga sentido social al proceso educativo y amplía su legitimidad al incorporar las dimensiones vivenciales del aprendizaje.

Pertinencia y Síntesis de los Instrumentos

La combinación de estos cuatro instrumentos permitió establecer una evaluación triangulada y formativa. Los tests y simuladores aportaron evidencia sobre los logros cognitivos; los reportes del SGA ofrecieron seguimiento institucional y alertas de riesgo; los registros de Moodle revelaron patrones de autonomía digital; y la encuesta de percepción incorporó la dimensión interpretativa y humana. Esta integración de evidencias, siguiendo a Flick (2014) y Stake (1995), fortaleció la credibilidad de los resultados y la transferibilidad del modelo.

En síntesis, el conjunto de instrumentos confirmó la validez pedagógica y operativa de la experiencia sistematizada: los datos demostraron mejora del rendimiento académico, incremento de la participación y consolidación de la autonomía y motivación estudiantil,

configurando la evaluación como una fase viva del proceso de innovación, más que como un cierre administrativo.

1.5.2. Indicadores de Evaluación y Criterios de Validez

La evaluación de la experiencia se sustentó en un conjunto de indicadores diseñados para medir, de manera objetiva y verificable, la correspondencia entre las estrategias implementadas y los resultados esperados. En coherencia con Biggs y Tang (2011), la validez de una innovación educativa radica en la alineación constructiva entre lo que se enseña, lo que se evalúa y lo que se aprende; por ello, la definición de indicadores fue clave para garantizar la coherencia del proceso.

Indicadores Aplicados y su función

Se utilizaron cuatro indicadores principales:

- Rendimiento académico progresivo, medido a partir de los promedios de los Test 1, 2 y 3.
- Participación activa en Moodle, a partir de la frecuencia de accesos y uso de recursos.
- Progreso en la semaforización institucional (SGA), como indicador de actividad y permanencia.
- Autonomía digital mediante el cumplimiento de actividades asincrónicas, observada en el uso de videos, guías y simuladores.

El rendimiento académico progresivo mostró aumentos de entre 1,5 y 2 puntos en los promedios generales de ambos paralelos, evidenciando un aprendizaje acumulativo en torno a algoritmos, estructuras de control y pseudocódigo. La participación activa en Moodle reflejó que más del 80 % de estudiantes accedía semanalmente a los recursos digitales, lo que evidenció un compromiso sostenido con el aprendizaje autónomo. De acuerdo con Redecker (2020) y UNESCO (2023b), estas métricas son fundamentales para comprender la interacción estudiante-plataforma como dimensión de la competencia digital.

El progreso en la semaforización institucional permitió visualizar el impacto del acompañamiento: los estudiantes “verdes” (activos) aumentaron de rangos entre 48–68 % a

62–80 %, y los “rojos” (inactivos) disminuyeron de 18–6 % a 3–7 %. Este comportamiento confirmó el efecto de las acciones comunicativas y del monitoreo continuo (Fullan, 2007).

Finalmente, la autonomía digital y cumplimiento de actividades asincrónicas se evidenció en niveles de acceso superiores al 80 % a videos y simuladores, demostrando la capacidad de gestionar el propio aprendizaje y de integrar los recursos digitales en la organización del tiempo de estudio (Jara, 2018).

Criterios de Validez Aplicados

Para asegurar la validez y confiabilidad del proceso evaluativo, se aplicaron cuatro criterios complementarios:

- Validez de constructo y coherencia interna (Biggs & Tang, 2011), asegurando que los indicadores midieran efectivamente competencias de pensamiento lógico, resolución de problemas y autonomía digital.
- Triangulación de fuentes (Flick, 2014; Stake, 1995), contrastando datos cuantitativos (tests, SGA, accesos) y cualitativos (encuestas, observaciones).
- Validez ecológica, entendida como la capacidad del proceso para adaptarse a las condiciones reales de conectividad y diversidad tecnológica del estudiantado (Jara, 2018; Redecker, 2020).
- Confiabilidad institucional, derivada del uso de plataformas oficiales (Moodle y SGA) como fuentes de registro verificables y trazables.

Síntesis de los Indicadores y Criterios

En conjunto, los indicadores y criterios configuraron un sistema evaluativo sólido e integral, capaz de articular evidencia académica, tecnológica e institucional en un mismo marco de análisis. El progreso no se midió únicamente en términos de calificación, sino también de autonomía, permanencia y compromiso formativo, reafirmando la evaluación como un proceso continuo de validación pedagógica alineado con las buenas prácticas de innovación educativa promovidas por la UNESCO (2023a).

1.5.3. Análisis Preliminar de Evidencias

Las evidencias recogidas durante la sistematización provinieron de registros de calificaciones de los Test 1, 2 y 3 en Moodle; reportes de semaforización del SGA; métricas de acceso y participación en el aula virtual; y percepciones recogidas mediante encuestas estudiantiles. Este conjunto ofreció una mirada integral del proceso, combinando indicadores de rendimiento académico, participación digital y desarrollo de autonomía (Biggs & Tang, 2011; Redecker, 2020).

Para su organización se aplicó una metodología mixta de carácter descriptivo y analítico. Los datos cuantitativos se procesaron mediante análisis estadístico básico (promedios, variaciones porcentuales, distribuciones de frecuencia), identificando tendencias de progreso o rezago. Los datos cualitativos —comentarios de encuestas y observaciones docentes— se agruparon en tres categorías emergentes: comprensión conceptual, autonomía digital y percepción del acompañamiento docente. Esta triangulación metodológica (Flick, 2014; Stake, 1995) garantizó una visión más profunda de la experiencia.

El análisis preliminar mostró una mejora sostenida en los indicadores clave. El rendimiento académico aumentó entre 1,5 y 2 puntos promedio entre los Test 1, 2 y 3; y los reportes del SGA reflejaron una reducción significativa de estudiantes inactivos. En EDI_VIR01, el grupo “verde” pasó del 68 % al 80 %, mientras que en TICS_VIR03 subió del 48 % al 62 %. Estos resultados corroboran que las estrategias de soporte y contingencia —especialmente la comunicación personalizada y los recursos asincrónicos— influyeron positivamente en la retención y continuidad académica (Cabero-Almenara, 2023; Fullan, 2007).

Desde la perspectiva cualitativa, las encuestas evidenciaron que las clases eran percibidas como más comprensibles y dinámicas gracias al uso de simuladores y ejemplos prácticos. Muchos estudiantes destacaron la utilidad de los videos asincrónicos para repasar temas difíciles o compensar ausencias por problemas de conectividad, lo que indica una apropiación creciente del entorno virtual como espacio de aprendizaje autónomo (Jara, 2018; Laurillard, 2019).

Un ejemplo ilustrativo fue la mejora en el manejo del simulador PSeInt: al inicio, solo el 42 % interpretaba correctamente los diagramas de flujo; al cierre del tercer test, esta cifra alcanzó el 77 %, reflejando avances en la comprensión de estructuras de control y en la traducción de pseudocódigos. De forma similar, los registros de Moodle mostraron que los recursos más consultados fueron los videos asincrónicos y los simuladores, con más

del 80 % de visualización, lo que revela una preferencia por materiales que favorecen el aprendizaje autónomo y adaptativo.

En conjunto, el análisis preliminar confirma que la experiencia logró fortalecer competencias clave como la resolución de problemas, la autonomía digital y la autorregulación del aprendizaje. Aunque persisten desafíos —como la dependencia de la conectividad o la necesidad de profundizar el razonamiento algorítmico—, los resultados validan la eficacia de las estrategias implementadas y su alineación curricular. Estos hallazgos preparan el terreno para la reflexión crítica sobre validez, sesgos y factibilidad, abordada en el siguiente apartado.

1.5.4. Reflexión Sobre Validez, Sesgos y Factibilidad

A lo largo del proceso evaluativo se buscó garantizar la validez del análisis mediante una articulación rigurosa entre instrumentos, indicadores y fuentes de evidencia. Esta validez se aseguró a través de tres estrategias principales: la coherencia interna entre competencias, actividades y resultados (Biggs & Tang, 2011); la triangulación de fuentes cuantitativas y cualitativas (Flick, 2014; Stake, 1995); y la trazabilidad institucional de los datos del SGA y Moodle. La retroalimentación docente en tiempo real y la evaluación secuencial de los Test 1, 2 y 3 aportaron, además, una dimensión formativa al proceso (Redecker, 2020; UNESCO, 2023b).

En cuanto a los sesgos, se reconoció la influencia de factores contextuales propios de la modalidad virtual. Uno de los más evidentes fue el sesgo tecnológico: no todos los estudiantes disponían de los mismos recursos de conectividad o dispositivos, lo que pudo afectar su participación en actividades sincrónicas o asincrónicas. Para mitigar esta brecha, se implementaron compensaciones como la grabación de todas las clases en Google Meet, la disponibilidad permanente de materiales en Moodle y la configuración de doble intento en los tests, garantizando oportunidades equivalentes para demostrar el aprendizaje.

También se advirtió un sesgo de autoselección, dado que los estudiantes más comprometidos tendían a interactuar con mayor frecuencia con simuladores y encuestas. Para equilibrar esta distorsión, se cruzaron los datos de desempeño con reportes de semaforización institucional, visibilizando los progresos del conjunto y no solo de los casos más activos (Cabero-Almenara, 2023; Fullan, 2007).

En relación con la factibilidad, el proceso enfrentó limitaciones derivadas del volumen estudiantil, las condiciones técnicas de las plataformas y la disponibilidad de tiempo docente. Cada paralelo llegó a concentrar entre 250 y 300 estudiantes, lo que dificultaba el seguimiento individual. Para hacer viable la intervención se diseñó un modelo operativo basado en: automatización parcial del acompañamiento (reportes semaforizados, plantillas de comunicación), materiales estandarizados y una estructura modular en Moodle que redujo la dependencia del tiempo sincrónico y aumentó la escalabilidad de la práctica (Laurillard, 2019).

Esta reflexión evidencia una madurez evaluativa que trasciende la simple comprobación de resultados. La validez no se entendió solo como exactitud de los datos, sino como coherencia ética y contextual del análisis. Mitigar sesgos y enfrentar limitaciones se convirtió en un ejercicio de aprendizaje institucional, donde la innovación dependió menos de recursos extraordinarios y más de la capacidad docente para adaptar las estrategias a condiciones reales.

La evaluación integral de la experiencia en la asignatura Pensamiento Computacional confirmó el logro de las principales competencias curriculares vinculadas al pensamiento lógico, la autonomía digital y la resolución de problemas. Los indicadores aplicados —rendimiento académico, participación activa, progreso en la semaforización y autonomía en entornos virtuales— mostraron que las estrategias implementadas generaron un aprendizaje progresivo y sostenible. Los estudiantes fortalecieron su capacidad para analizar, abstraer y representar algoritmos, al tiempo que desarrollaron habilidades de auto-regulación en el uso de herramientas digitales. En conjunto, los datos de Moodle, SGA y encuestas consolidaron la validez de los resultados, evidenciando la eficacia pedagógica de la innovación (Biggs & Tang, 2011; Redecker, 2020; UNESCO, 2023a).

Al mismo tiempo, la evaluación reveló limitaciones y matices que permiten una mirada crítica y realista. Persistieron desigualdades tecnológicas que afectaron la continuidad de algunos participantes, especialmente en zonas con conectividad limitada; el tamaño de los paralelos redujo las posibilidades de acompañamiento personalizado; y la fuerte dependencia de entornos virtuales planteó desafíos para evaluar la comprensión más allá de los tests automáticos. Estas restricciones no restan valor a la experiencia, sino que subrayan su carácter formativo y perfectible, en tanto la innovación educativa implica ajustes continuos, adaptación y aprendizaje institucional (Cabero-Almenara, 2023; Fullan, 2007).

Este cierre evaluativo marca un punto de inflexión hacia la reflexión crítica y la transferencia del conocimiento, que será el eje del siguiente capítulo. Tal como sostiene Jara

(2018), toda sistematización cobra sentido cuando los aprendizajes derivados se comparan y se transforman en insumos para nuevas prácticas. La evaluación, por tanto, no se limita a certificar logros, sino que abre el camino hacia la mejora continua, la replicabilidad y la sostenibilidad de la innovación.

En este sentido, el proceso desarrollado en Pensamiento Computacional se configura como una experiencia transferible a otros cursos y contextos académicos, capaz de inspirar estrategias docentes basadas en la coherencia curricular, la evidencia empírica y el compromiso con la formación digital del estudiantado. El capítulo siguiente se orientará precisamente a esa dimensión reflexiva y proyectiva, analizando los aprendizajes emergentes, las transformaciones en la práctica docente y las posibilidades de transferencia del modelo a nuevas experiencias de innovación educativa en la UNEMI.

1.6. Reflexión Final y Aprendizajes Profesionales

El proceso evaluativo permitió constatar que las estrategias implementadas —basadas en la práctica guiada sincrónica, el uso de simuladores, el acompañamiento asincrónico y la monitorización institucional— lograron consolidar aprendizajes significativos en los estudiantes. Los resultados evidenciaron avances sostenidos en el pensamiento lógico, la autonomía digital y la capacidad para resolver problemas mediante secuencias algorítmicas. Estos logros confirmaron la pertinencia pedagógica del ecosistema estratégico descrito en los módulos anteriores, validando su coherencia interna y su potencial formativo en contextos virtuales de admisión universitaria.

Al mismo tiempo, la evaluación puso en evidencia las fronteras y tensiones del modelo. Las desigualdades de conectividad, la sobrecarga de estudiantes por paralelo y la dependencia de medios tecnológicos se presentaron como condicionantes estructurales que atravesaron la experiencia. Estas dificultades exigieron medidas de contingencia, flexibilidad docente y ajustes permanentes en la planificación, recordando que toda innovación educativa se despliega en contextos reales, atravesados por brechas sociales y tecnológicas que no pueden ignorarse.

Lejos de deslegitimar la experiencia, estas tensiones abren el camino hacia una reflexión más profunda sobre la adaptabilidad del modelo, la equidad digital y la sostenibilidad pedagógica en escenarios de alta heterogeneidad. En esta nueva etapa, la mirada se desplaza desde la comprobación de resultados hacia la comprensión de sentidos y aprendizajes profesionales. La reflexión final no busca únicamente confirmar la efectividad de

las estrategias, sino interpretar cómo este proceso transformó la práctica docente, generó nuevas competencias pedagógicas y reconfiguró la relación entre tecnología, enseñanza y acompañamiento humano. Este tránsito marca el paso de la evidencia a la conciencia, y permite valorar la experiencia como fuente de innovación transferible a otros contextos educativos.

1.6.1. Reflexión Crítica Sobre la Experiencia

La experiencia sistematizada en la asignatura Pensamiento Computacional se constituyó en un espacio de aprendizaje profundamente transformador, tanto para los estudiantes como para la práctica docente. Su principal aporte radicó en la consolidación del pensamiento lógico-computacional como competencia fundacional en el ingreso a la vida universitaria. El diseño metodológico —basado en práctica guiada sincrónica, uso progresivo de simuladores y acompañamiento mediante recursos asincrónicos— configuró un ecosistema de aprendizaje articulado y coherente, que permitió vincular la alfabetización digital con el desarrollo del razonamiento abstracto y la autonomía intelectual (Laurillard, 2019; Wing, 2006).

En este marco, los estudiantes transitaron desde una relación meramente instrumental con la tecnología —centrada en “dónde hacer clic” o “cómo acceder a la plataforma”— hacia una apropiación reflexiva de los procesos de resolución de problemas. La experiencia mostró que, cuando se integran de manera intencionada las herramientas digitales y las estrategias pedagógicas, la alfabetización tecnológica deja de ser un requisito técnico para convertirse en un medio que potencia la comprensión conceptual, la creatividad y la capacidad de análisis.

Asimismo, la experiencia supuso una innovación metodológica al estructurar un ecosistema estratégico compuesto por tres dimensiones interdependientes: núcleo, soporte y contingencia. Las estrategias núcleo organizaron la práctica guiada y el trabajo con simuladores; las estrategias de soporte articularon la gestión del aula virtual, el monitoreo mediante el SGA y la producción de recursos digitales; y las estrategias de contingencia permitieron responder a imprevistos y brechas de acceso. La sinergia entre estos niveles fortaleció la gestión docente y la coherencia evaluativa, haciendo visible la relevancia del profesor como diseñador de experiencias digitales y no solo como transmisor de contenidos (Biggs & Tang, 2011; Redecker, 2020).

En este sentido, la experiencia trascendió la mera incorporación de herramientas tecnológicas y se configuró como una práctica reflexiva que articula intencionalidad pedagógica, gestión institucional y compromiso ético con la equidad educativa (Cabero-Almenara, 2023; Fullan, 2007). La planificación, el acompañamiento y la evaluación se entendieron como partes de un mismo proceso, cuyo centro no fue la herramienta en sí misma, sino las condiciones para que todos los estudiantes, con sus distintas trayectorias y contextos, pudieran aprender en entornos virtuales.

No obstante, el proceso no estuvo exento de tensiones y resistencias. Las desigualdades de conectividad, la sobrecarga de estudiantes por paralelo y la resistencia inicial al uso de simuladores pusieron a prueba los límites del modelo y la capacidad de respuesta del equipo docente. La falta de acceso estable a internet en zonas rurales o la limitada disponibilidad de equipos adecuados incidieron en la continuidad de algunos participantes, evidenciando que la inclusión digital sigue siendo un desafío estructural que la docencia, por sí sola, no puede resolver.

La gestión de estas dificultades demandó un ejercicio continuo de adaptación, sostenido en la comunicación institucional y en el monitoreo sistemático del aprendizaje. El uso de la semaforización, los mensajes personalizados desde el SGA y la disponibilidad permanente de recursos asincrónicos se convirtieron en mecanismos clave para sostener la participación y prevenir la deserción. Aun así, la experiencia mostró la necesidad de contar con políticas institucionales más robustas orientadas a garantizar condiciones mínimas de acceso tecnológico para el estudiantado (UNESCO, 2023a).

En el plano de los aprendizajes personales y colectivos, la experiencia reafirmó el valor de la docencia como práctica investigativa y reflexiva (Jara, 2018; Stake, 1995).

- A nivel personal, permitió reconceptualizar la enseñanza en entornos virtuales como un proceso dialógico, donde la mediación tecnológica se combina con la sensibilidad pedagógica. La construcción de videos, guías, simuladores y clases sincrónicas ya no se vivió solo como una tarea técnica, sino como un ejercicio de diseño didáctico que requiere anticipar dificultades, acompañar emociones y generar experiencias de aprendizaje significativo.
- A nivel colectivo, la experiencia impulsó la conformación de una comunidad docente colaborativa en torno a la asignatura. La elaboración conjunta de bancos de preguntas, criterios de evaluación y materiales compartidos reforzó la coherencia institucional y redujo la fragmentación entre paralelos. Esta colaboración permi-

tió, además, discutir tensiones, compartir estrategias y construir una mirada común sobre la enseñanza del Pensamiento Computacional en la UNEMI.

- A nivel institucional, la experiencia contribuyó a fortalecer la cultura digital en la carrera de TICS y en el curso de admisión, demostrando que la innovación puede ser sistemática, sostenible y transferible cuando se integra en una estructura organizacional de acompañamiento y evaluación continua (Redecker, 2020; UNESCO, 2023a). La articulación entre Moodle, SGA y las prácticas docentes configuró un modelo replicable para otras asignaturas que enfrentan desafíos similares.

Finalmente, la reflexión sobre la experiencia permite comprender que la sistematización no solo produce conocimiento sobre una práctica, sino que transforma la práctica misma (Flick, 2014; Jara, 2018). El proceso de análisis y evaluación generó una mirada más crítica sobre el rol docente, la naturaleza del aprendizaje y la función social de la tecnología en la educación. Este ejercicio reflexivo se convierte, por tanto, en un punto de inflexión: de la implementación a la comprensión, del hacer al pensar.

En esta síntesis, el proyecto confirma su sentido de innovación educativa, orientado no solo a mejorar los resultados académicos, sino a reconfigurar los modos en que se concibe la enseñanza-aprendizaje en la universidad contemporánea. A partir de esta reflexión crítica, el capítulo queda preparado para avanzar hacia la proyección y transferibilidad del modelo, donde se explorarán las posibilidades de adaptar y escalar esta experiencia en otros cursos, programas y contextos institucionales, manteniendo como eje la inclusión digital, la coherencia curricular y la centralidad del acompañamiento humano.

Bibliografía

- Area Moreira, M., & Adell, J. (2021). *La educación digital en la universidad. Fundamentos y estrategias para la docencia en línea*. Editorial UOC.
- Barnett, R. (2020). *The ecological university: A feasible utopia*. Routledge.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4.^a ed.). Open University Press.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). *Defining twenty-first century skills*. Springer.
- Bolívar, A. (2012). *Educación y cambio: La innovación educativa como mejora institucional*. Morata.
- Boud, D., & Solomon, N. (2021). *Work-based learning: A new higher education?* Routledge.
- Cabero-Almenara, J. (2023). La innovación docente universitaria en entornos digitales: Reflexiones y experiencias. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), 9-27.
- Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, C. (2022). La competencia digital del alumnado universitario: Diagnóstico y propuestas de actuación. *Educación XXI*, 25(2), 17-42.
- Cabero-Almenara, J., & Marín-Díaz, V. (2023). Docencia universitaria y competencia digital: Hacia un modelo de acompañamiento pedagógico inclusivo. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), 45-63.
- Cabero-Almenara, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2021). Competencia digital y trabajo docente en entornos virtuales de aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 35-56.
- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad*. Fondo de Cultura Económica.
- Casanova, M. Á. (1999). *La evaluación educativa: Escolar y psicopedagógica*. La Muralla.
- Díaz Barriga, A. (2013). *Curriculum y enseñanza: El diseño y la evaluación como práctica de innovación educativa*. Trillas.
- Elliott, J. (1993). *La investigación-acción en educación*. Morata.
- Flick, U. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa*. Morata.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. Teachers College Press.

- García-Peñalvo, F. J. (2021). Digital transformation in higher education: The future of learning ecosystems. *Education in the Knowledge Society*, 22, 1-9.
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Digital transformation and reflection in higher education: Building academic identity through innovation. *Education in the Knowledge Society*, 23, 1-10.
- Hyland, K. (2009). *Academic discourse: English in a global context*. Continuum.
- Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: Práctica y teoría para otros mundos posibles*. CEP Alforja.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Pearson Education.
- Laurillard, D. (2019). *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology*. Routledge.
- Redecker, C. (2020). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union.
- Schön, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Paidós.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage.
- Stenhouse, L. (1987). *La investigación como base de la enseñanza*. Morata.
- Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. ECOE Ediciones.
- UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*.
- UNESCO. (2023a). *Digital learning for all: Addressing equity in technology-enhanced education*.
- UNESCO. (2023b). *Marco de competencias digitales docentes 2023*.
- Villa, A., & Poblete, M. (2008). *Aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para la evaluación de competencias genéricas*. Mensajero.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods*. Sage.
- Zabalza, M. A. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario*. Narcea.

2

Entre la colaboración y la autonomía: aprendizaje basado en proyectos en la minería de datos

Lisbeth Narcisa Dávila Santillán²

La sistematización analiza una experiencia desarrollada en la asignatura Minería de Datos en modalidad en línea, con estudiantes de sexto semestre de la Universidad Estatal de Milagro. El propósito fue comprender cómo la colaboración y la autonomía se articulan en proyectos aplicados que combinan programación en Python, trabajo en Google Colab y evaluación formativa. La metodología incluyó revisión de productos de aprendizaje, observaciones docentes y análisis comparativo de prácticas iterativas. Los principales aprendizajes evidencian avances en autorregulación, pensamiento crítico y co-construcción del conocimiento, así como desafíos vinculados a brechas digitales y diferenciación del aporte individual en trabajos grupales.

²Universidad Estatal de Milagro, Milagro, 1davilas@unemi.edu.ec.

Índice

2.1. Introducción	56
2.1.1. De la Experiencia al Problema Formativo	57
2.1.2. Propósito y Sentido de la Sistematización	57
2.1.3. Criterios de Valor: Innovación, Impacto y Transferibilidad	58
2.1.4. Delimitación del Objeto de Estudio	59
2.2. Fundamentación Conceptual y Operativa de la Experiencia	60
2.2.1. Identificación de Conceptos Estructurantes	61
2.2.2. Formulación de Dimensiones	62
2.2.3. Construcción de Indicadores	64
2.2.4. Fuentes y Métodos de Verificación	66
2.2.5. Justificación Teórica del Conjunto	68
2.2.6. Recapitulación Conceptual y Operativa de la Experiencia	69
2.3. Análisis, Interpretación y Resultados de la Experiencia	70
2.3.1. Dimensión Pedagógica: Colaboración y Autonomía en Acción .	70
2.3.2. Dimensión Metodológica: Aplicación Sostenida del ABP	71
2.3.3. Dimensión Evaluativa: Retroalimentación, Autorregulación y Mejora Continua	72
2.3.4. Interpretación de los Resultados a la Luz de la Teoría	72
2.3.5. La Colaboración se Convierte en una Estrategia para la Comprensión Profunda	75
2.3.6. Tensiones, Límites y Desafíos de la Experiencia	78
2.3.7. Aportes al Campo y Proyección Educativa de la Experiencia . .	81
2.3.8. Integración del Vínculo Curricular y Proyección del Análisis .	85
2.4. Ecosistema Estratégico	85
2.4.1. Transición hacia la Operacionalización Estratégica	85
2.4.2. Estrategias Núcleo en Acción	86
2.4.3. Estrategias de Soporte Aplicadas	89

2.4.4. Estrategias de Contingencia Desplegadas	92
2.4.5. Contingencias como Garantía de los Resultados de Aprendizaje	95
2.4.6. Arquitectura del Ecosistema Estratégico	96
2.4.7. Justificación del Logro de Competencias	99
2.4.8. Síntesis Reflexiva: Coherencia, Pertinencia y Transferibilidad .	101
2.5. Evaluación	101
2.5.1. Instrumentos de Evaluación Aplicados	102
2.5.2. Justificación General de los Instrumentos Seleccionados . . .	104
2.5.3. Indicadores de Evaluación y Criterios de Validez	105
2.5.4. Criterios de Validez Adoptados	107
2.5.5. Análisis Preliminar de Evidencias	108
2.5.6. Reflexión Sobre Validez, Sesgos y Factibilidad	110
2.5.7. Cierre Integrador de la Evaluación	111
2.6. Reflexión Final	113

2.1. Introducción

La experiencia que se sistematiza en este capítulo se desarrolla en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), dentro de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, en la carrera de Tecnologías de la Información, específicamente en la asignatura Minería de Datos. Este espacio formativo, impartido en modalidad en línea, busca fortalecer la capacidad de los estudiantes para analizar información y generar conocimiento a partir de datos reales utilizando herramientas abiertas y accesibles. En este contexto, la asignatura se convierte en un laboratorio de experimentación digital donde la teoría se transforma en práctica mediante proyectos aplicados.

Los participantes son estudiantes de sexto semestre, con conocimientos básicos de programación y análisis de datos, que asumen el desafío de comprender los fundamentos de la minería de datos desde un enfoque práctico. Son jóvenes que transitan entre la formación académica y su futura inserción profesional, motivados por la posibilidad de aplicar sus saberes a problemas del entorno real. La diversidad de sus experiencias y niveles de dominio técnico convierte el aula virtual en un espacio heterogéneo donde la colaboración, el acompañamiento y la reflexión se vuelven elementos esenciales para el aprendizaje.

Una escena significativa de esta experiencia ocurrió cuando un grupo de estudiantes descubrió cómo la minería de datos podía revelar patrones ocultos en conjuntos de información aparentemente inconexos. Al trabajar con bases de datos sobre crímenes en Chicago, registros médicos de diabetes, aplicaciones móviles de Google Play o el clásico dataset de IRIS, los estudiantes visualizaron relaciones que antes no imaginaban. Ese momento de asombro, al comprobar cómo un modelo podía mostrar tendencias sociales, médicas o comerciales, marcó un antes y un después en su manera de entender el potencial de la analítica.

Esta práctica fue posible gracias a varias condiciones institucionales y pedagógicas: el acceso libre a Google Colab, el acompañamiento docente constante, el uso de notebooks comentados y el diseño por proyectos integradores que promovieron la autonomía y la reflexión crítica. No obstante, también emergieron desafíos: diferencias en las competencias digitales, limitaciones de conectividad sincrónica y dificultades iniciales para interpretar los resultados de los modelos. Este contexto es clave para la sistematización, pues permite analizar cómo la enseñanza de la minería de datos con Python se convierte en un espacio de aprendizaje activo, colaborativo y reflexivo en la educación superior en línea.

2.1.1. De la Experiencia al Problema Formativo

En el desarrollo de esta asignatura surgió un desafío recurrente: la dificultad para evidenciar el nivel real de aplicación de conocimientos y habilidades individuales dentro de las actividades colaborativas (León–Marina, 2023; Lopanova et al., 2024). Aunque el trabajo en equipo favorece la resolución de problemas complejos, resulta difícil determinar si todos los estudiantes alcanzan el mismo nivel de comprensión y dominio técnico.

Esta problemática es relevante porque afecta el propósito formativo del curso, orientado a desarrollar la autonomía y la comprensión integral del ciclo analítico de datos. En entornos digitales, la colaboración es esencial, pero también lo es la trazabilidad del aprendizaje individual, especialmente cuando el producto final es grupal. Wei (2024) advierte que los métodos de minería de datos en educación pueden fortalecer la calidad del aprendizaje si permiten identificar diferencias de desempeño y participación. Sin mecanismos adecuados, la equidad evaluativa se ve comprometida, y con ello, la posibilidad de retroalimentar de manera efectiva.

Si no se aborda este desafío, puede asumirse equidad donde hay desigualdad, confiando en entregas grupales o roles formales sin verificar el aprendizaje real de cada miembro (Amerioon et al., 2021). Este tipo de brecha entre desempeño colectivo y comprensión individual puede afectar la formación de profesionales reflexivos y competentes. Las evidencias del curso como informes técnicos, notebooks y sesiones grabadas, mostraron casos en los que solo algunos integrantes comprenden la lógica del código o la interpretación de los resultados. Este hallazgo, consistente con lo descrito por (Bazerman et al., 2016), quienes subrayan la tensión entre cooperación y evaluación equitativa en entornos digitales de aprendizaje.

El problema, por tanto, no radica en la colaboración, sino en la necesidad de visibilizar el aprendizaje individual dentro de la dinámica grupal. Esta reflexión dio origen al proceso de sistematización: una oportunidad para analizar críticamente la práctica docente, comprender sus tensiones y transformarlas en aprendizajes significativos (Jara, 2018).

2.1.2. Propósito y Sentido de la Sistematización

El propósito central de esta sistematización es analizar y reflexionar sobre las estrategias docentes empleadas para visibilizar el aprendizaje individual dentro de proyectos colaborativos en la asignatura Minería de Datos, a fin de fortalecer prácticas formativas que equilibren cooperación y autonomía. Surge de la necesidad de comprender cómo los

entornos digitales y el ABP propician experiencias significativas en áreas técnicas como la ciencia de datos.

La relevancia de este análisis se extiende a la comunidad académica, ya que aborda un desafío común en la educación superior: evaluar el aprendizaje individual en entornos colaborativos mediados por tecnología. En las disciplinas STEM, la coherencia entre comprensión conceptual y práctica técnica es fundamental. Como destacan (Carlino, 2005; Hyland, 2009), los procesos de enseñanza universitaria deben hacer visible la construcción del conocimiento, implicando acompañamiento y validación formativa. En este sentido, la presente sistematización aporta a la discusión sobre la didáctica de la ciencia de datos y la evaluación formativa en la enseñanza en línea.

La experiencia busca ofrecer a docentes y coordinadores académicos una mirada práctica y reflexiva sobre la enseñanza de minería de datos con herramientas abiertas. Al compartir los aprendizajes alcanzados, se pretende inspirar el diseño de actividades colaborativas más equitativas, estrategias de acompañamiento personalizado y formas de evaluación integral. Sistematizar esta práctica, como sostiene Jara (2018), significa interpretar el sentido de la acción educativa y reconstruir los saberes generados en ella.

2.1.3. Criterios de Valor: Innovación, Impacto y Transferibilidad

El valor central de esta experiencia radica en haber convertido un curso técnico en una experiencia pedagógica de aprendizaje activo, reflexivo y colaborativo, articulando tecnología, acompañamiento y evaluación por procesos. La innovación reside en el uso de Google Colab como entorno compartido, que permitió monitorear la participación y el progreso de cada estudiante dentro de proyectos colaborativos. Esta práctica integró el ABP con una docencia reflexiva orientada a la mejora continua, en línea con Alzahrani et al. (2023), quienes sostienen que los entornos digitales impulsan nuevas formas de colaboración y evaluación formativa.

Los impactos fueron visibles: los estudiantes mostraron mayor comprensión conceptual, dominio técnico y mejores capacidades de comunicación de resultados. Además, la práctica reflexiva del docente favoreció la autorregulación del aprendizaje y la revisión constante de estrategias didácticas, lo cual coincide con Cebrián-de-la-Serna y Sánchez-Ruiz (2024). En términos institucionales, la experiencia aportó insumos para fortalecer la integración de metodologías activas en la modalidad virtual de ingeniería.

Su transferibilidad es alta: se basa en herramientas abiertas y metodologías flexibles, replicables en distintas asignaturas de ciencias e ingeniería. Khlaif et al. (2022) destacan que las prácticas innovadoras son sostenibles cuando integran reflexión, flexibilidad y evidencia del aprendizaje. Por ello, esta sistematización se presenta como una propuesta adaptable, más que un modelo cerrado, invitando a otros docentes a repensar sus estrategias de acompañamiento y evaluación. Así, la experiencia se consolida como un referente de innovación docente con impacto formativo comprobable y proyección institucional.

2.1.4. Delimitación del Objeto de Estudio

El objeto de estudio de esta sistematización es el proceso de acompañamiento y evaluación del aprendizaje individual dentro de proyectos colaborativos en la asignatura Minería de Datos, desarrollada durante el semestre 2025B. El análisis se enfoca en las estrategias docentes utilizadas para visibilizar el aprendizaje individual mediante planificación, retroalimentación y evidencias de desempeño. Se examina cómo el uso pedagógico de Google Colab y Moodle favorece la autonomía y la autorregulación del estudiante, integrando teoría, práctica y reflexión.

La experiencia se circunscribe al semestre 2025B (agosto–diciembre) en los paralelos C1 y C2, con 188 estudiantes. Se consideran evidencias como registros en SGA y Moodle, observaciones de clase y productos finales (informes técnicos y notebooks). Siguiendo a Flick (2014), esta delimitación responde al principio metodológico de situar el análisis en contextos reales y concretos, lo que otorga validez y coherencia interpretativa. El recorte se justifica por la necesidad de comprender cómo las estrategias de acompañamiento y evaluación docente inciden en la equidad y eficacia del aprendizaje colaborativo. Como señala Jara (2021), la sistematización gana fuerza cuando define límites claros que orientan la reflexión y la interpretación de la experiencia.

En síntesis, el estudio se centra en un proceso pedagógico específico, con límites temporales y poblacionales definidos, y con un conjunto de evidencias verificables. Desde este recorte, se busca generar conocimiento útil para mejorar la enseñanza técnica en entornos digitales, convirtiendo la reflexión docente en una herramienta de transformación educativa. La presente introducción expone el contexto, las tensiones y los fundamentos que dieron origen a la sistematización de esta experiencia docente en Minería de Datos. A partir del análisis de su problemática, propósito, criterios de valor e identificación del objeto de estudio, se propone un marco interpretativo que conecta la innovación pedagógica

con la investigación de la práctica. El apartado que sigue profundiza en los resultados, aprendizajes y reflexiones derivados del proceso, mostrando cómo la enseñanza técnica, cuando se orienta por la reflexión y la equidad, puede convertirse en una experiencia formativa transformadora para docentes y estudiantes.

2.2. Fundamentación Conceptual y Operativa de la Experiencia

En este apartado se reconstruye la experiencia desde una mirada reflexiva, destacando cómo la enseñanza de la Minería de Datos en modalidad en línea permitió articular acompañamiento, trabajo colaborativo y evaluación formativa en entornos virtuales. Se presentó el contexto institucional y pedagógico que dio origen a la propuesta, el problema asociado al desarrollo de la autonomía en la gestión del aprendizaje y el propósito de fortalecer la autorregulación a través de proyectos colaborativos mediados por tecnología. Asimismo, se definieron los criterios de valor que sustentan la innovación, orientados a consolidar una cultura de aprendizaje activo y ético, donde los estudiantes asumen roles de co-investigadores y productores de conocimiento. El énfasis se situó en comprender la experiencia desde su sentido pedagógico y humano, poniendo en diálogo la práctica con sus contextos de posibilidad.

A partir de este punto, el capítulo cambia de registro y se adentra en la fundamentación conceptual y operativa que da soporte teórico a la experiencia. Este nuevo tramo busca explicar las bases que estructuran la propuesta desde tres ejes interdependientes: la colaboración, entendida desde las comunidades de práctica y el aprendizaje situado (Betz et al., 2024; Díaz et al., 2025; Lave & Wenger, 1991); la autonomía, concebida como competencia que se desarrolla mediante la evaluación formativa y la autorregulación del aprendizaje (Lu et al., 2022; Sullivan, 2020); y la analítica de aprendizaje, como dispositivo que permite observar y retroalimentar el proceso formativo a través de evidencias generadas en proyectos de datos (Banihashem et al., 2022; Malik et al., 2025). En este marco, se presentarán los conceptos, dimensiones e indicadores que organizan la experiencia, junto con las fuentes y métodos utilizados para analizarla, dando paso a una lectura más sistemática que busca traducir la vivencia pedagógica en conocimiento transferible sobre la enseñanza de la Minería de Datos en entornos digitales.

2.2.1. Identificación de Conceptos Estructurantes

Los conceptos estructurantes que articulan esta experiencia son: colaboración, autonomía, acompañamiento docente, evaluación formativa, ABP, analítica de aprendizaje y comunidad de práctica. Estos siete ejes condensan los principios pedagógicos, tecnológicos y éticos que dieron forma a la propuesta implementada en la asignatura Minería de Datos en modalidad en línea. Cada uno aparece de manera reiterada en las reflexiones docentes, en las interacciones entre los grupos de estudiantes y en los productos finales de sus proyectos, convirtiéndose en categorías que permiten comprender tanto el sentido formativo como el valor innovador de la práctica.

La elección de estos conceptos responde a la necesidad de comprender la experiencia como un ecosistema de aprendizaje donde el desarrollo de la autonomía estudiantil no se entiende como aislamiento, sino como resultado de un proceso de acompañamiento situado y colaborativo. La colaboración expresa la dimensión social del conocimiento y la construcción compartida de soluciones; la autonomía refleja la capacidad del estudiante para autorregular sus decisiones, ritmos y estrategias; el acompañamiento docente simboliza el papel mediador que orienta sin sustituir; la evaluación formativa se constituye en el hilo conductor que da sentido al proceso; el ABP se configura como metodología articuladora; la analítica de aprendizaje aporta una mirada de evidencia y mejora continua; y la comunidad de práctica permite entender cómo la interacción y la reflexión colectiva fortalecen la identidad académica y profesional.

Desde la literatura, la colaboración ha sido reconocida como un proceso de construcción conjunta de significado que exige interdependencia positiva y responsabilidad compartida (Johnson & Johnson, 2009). En el ámbito educativo digital, esta noción se amplía al considerar la mediación tecnológica y la creación de comunidades de aprendizaje distribuidas (Bach & Thiel, 2024). Por su parte, la autonomía se concibe como la capacidad del sujeto para autorregular su aprendizaje, tomar decisiones informadas y transferir lo aprendido a nuevos contextos (Zimmerman, 2002). Esta se fortalece mediante prácticas de evaluación que promueven la reflexión sobre el propio desempeño, tal como sostienen Carlino (2005) y Hyland (2009), al situar la evaluación como una oportunidad para aprender y no solo para medir. En esa línea, la evaluación formativa es entendida, según Black y Wiliam (1998), como todo proceso de obtención e interpretación de evidencias que se utiliza para decidir los próximos pasos en la enseñanza y el aprendizaje. En contextos mediados por tecnología, se transforma en un proceso de retroalimentación continua,

apoyado en datos y trazas de participación (Lu et al., 2022; Sullivan, 2020). Finalmente, la comunidad de práctica, propuesta por (Lave & Wenger, 1991), constituye un espacio social donde el aprendizaje se produce a través de la participación y la negociación de significados compartidos, noción que resulta clave para comprender cómo los estudiantes y docentes co-construyen saberes en proyectos interdisciplinarios de Minería de Datos.

En síntesis, estos conceptos organizan la experiencia como un entramado coherente que articula teoría, práctica y evidencia. Juntos, permiten leer el proceso como un tránsito desde la dependencia inicial hacia la autorregulación y la colaboración madura, sostenida por el acompañamiento y la evaluación continua. Su interacción da origen a las dimensiones analíticas que estructurarán la fundamentación operativa: la dimensión pedagógica (colaboración y autonomía), la metodológica ABP y acompañamiento docente) y la evaluativa (evaluación formativa y analítica de aprendizaje). De este modo, los conceptos no sólo nombran lo vivido, sino que orientan la lectura sistemática de la práctica, abriendo paso a la interpretación de las evidencias y a la construcción de conocimiento educativo transferible.

2.2.2. Formulación de Dimensiones

En la sistematización de experiencias educativas, las dimensiones constituyen categorías de análisis que permiten organizar la complejidad de la práctica y traducirla en un lenguaje comprensible y transferible. En el contexto de la enseñanza en entornos digitales, las dimensiones funcionan como marcos interpretativos que articulan los aspectos pedagógicos, metodológicos y evaluativos de la experiencia. Como señalan Bach y Thiel (2024), la estructuración en dimensiones favorece la identificación de factores individuales y grupales que inciden en la calidad de la interacción digital. De manera complementaria, Banihashem et al. (2022) afirman que las dimensiones analíticas permiten vincular las evidencias empíricas con los procesos de retroalimentación, aportando rigor al análisis de los entornos tecnológicos de aprendizaje. En este sentido, definir dimensiones no solo ordena el relato de la práctica, sino que orienta la construcción posterior de indicadores observables que dan cuenta del impacto pedagógico y formativo.

A partir de los conceptos estructurantes identificados en el puente anterior, esta sistematización se organiza en tres dimensiones principales: pedagógica, metodológica y evaluativa. Cada una traduce los ejes conceptuales de colaboración, autonomía, acompañamiento docente, ABP, analítica de aprendizaje y comunidad de práctica en categorías

analíticas capaces de evidenciar cómo se materializan en la experiencia de enseñanza de Minería de Datos en línea. La dimensión pedagógica se refiere a los procesos de aprendizaje colaborativo y situado que sustentan la práctica docente. Díaz et al. (2025) destacan que el trabajo interdisciplinario en entornos de Educational Data Mining potencia la comprensión de los fenómenos educativos al integrar saberes de la informática y la pedagogía. Del mismo modo, Betz et al. (2024) muestran que la participación en comunidades de práctica de ciencia de datos favorece el aprendizaje entre pares y la transferencia de conocimiento técnico y ético. En esta experiencia, la dimensión pedagógica se expresó en la construcción de equipos colaborativos de análisis de datos, donde los estudiantes asumieron roles complementarios para resolver problemas reales mediante la aplicación de técnicas de minería y visualización.

La dimensión metodológica aborda la organización del proceso formativo bajo el enfoque de ABP. Shanley (2022) subraya que los entornos en línea en ciencias de la computación deben diseñarse con estrategias de facilitación que conecten los contenidos con tareas auténticas, promoviendo la autorregulación y el sentido de logro. Por su parte, Lu et al. (2022) evidencian que la participación activa en actividades formativas incrementa el compromiso y la autonomía del estudiante. En esta experiencia, los proyectos grupales de Minería de Datos se desarrollaron siguiendo una secuencia iterativa: diagnóstico del problema, diseño del modelo analítico, validación y presentación de resultados. Esta estructura metodológica permitió integrar la teoría estadística con el análisis de datos reales en un flujo de aprendizaje continuo.

La dimensión evaluativa integra la evaluación formativa y la analítica de aprendizaje como mecanismos para retroalimentar y mejorar el proceso. Sullivan (2020) demostró que las evaluaciones digitales favorecen la reflexión y la autonomía cuando ofrecen retroalimentación específica y oportuna. En la misma línea, Malik et al. (2025) proponen modelos de minería de datos educativa capaces de identificar patrones de desempeño y generar predicciones adaptativas que fortalecen la personalización del aprendizaje. En la asignatura de Minería de Datos, esta dimensión se manifestó en el uso de plataformas que registraban la participación de los estudiantes y generaban visualizaciones del progreso grupal, lo que permitió realizar ajustes pedagógicos en tiempo real y acompañar el desarrollo de competencias técnicas y analíticas.

En conjunto, estas tres dimensiones articulan una visión integral de la experiencia: la dimensión pedagógica explica cómo se aprende en comunidad, la metodológica cómo se estructura el proceso de producción del conocimiento, y la evaluativa cómo se evidencian

y mejoran los resultados. Betz et al. (2024) y Díaz et al. (2025) coinciden en que el aprendizaje en entornos de datos requiere equilibrar el trabajo técnico con la reflexión crítica sobre los procesos colaborativos, mientras que Bach y Thiel (2024) advierten que la coherencia entre estas dimensiones es lo que garantiza la calidad de la experiencia formativa en línea. Así, la formulación de dimensiones en esta sistematización no solo organiza la lectura teórica y empírica de la práctica, sino que prepara el terreno para la construcción de indicadores que permitirán valorar el impacto del acompañamiento, la colaboración y la autonomía en la formación de futuros profesionales de tecnologías de la información.

2.2.3. Construcción de Indicadores

En la sistematización, los indicadores permiten convertir los conceptos y dimensiones en observaciones verificables. Según Flick (2014), los indicadores son formas de operacionalizar categorías teóricas para hacerlas observables en la práctica, mientras que Jara (2018) los entiende como instrumentos que enlazan la reflexión con la evidencia empírica. Definir indicadores es esencial porque da credibilidad al análisis, conecta los hallazgos con datos reales y permite valorar el grado de transformación logrado en la experiencia. En esta línea, Yin (2014) señala que la validez de un estudio de caso depende de la coherencia entre los indicadores, las fuentes de evidencia y las preguntas de análisis. Por ello, los indicadores aquí propuestos surgen directamente de las tres dimensiones previamente formuladas: pedagógica, metodológica y evaluativa.

Estos indicadores vinculan la evaluación con la mejora continua. Sullivan (2020) demostró que la evaluación formativa digital potencia la autonomía cuando se usa para orientar el aprendizaje en lugar de calificar productos terminados. Malik et al. (2025) refuerzan que la minería de datos educativa puede ofrecer información valiosa para la retroalimentación personalizada. En esta experiencia, la dimensión evaluativa se materializó en las sucesivas versiones de las prácticas: los estudiantes incorporaron observaciones técnicas (precisión, limpieza de datos, visualización) y justificaron sus cambios en reportes breves. Por ejemplo, al comparar dos modelos de predicción, un grupo explicó por qué el modelo de árbol superaba al de regresión lineal en interpretabilidad, evidenciando pensamiento crítico apoyado en datos.

En conjunto, los indicadores transforman las dimensiones en campos de observación concretos. Como señala Stake (1995), la credibilidad de un estudio educativo depende de que los indicadores estén conectados con evidencias reales y verificables. En esta sistema-

Tabla 2.1: Dimensiones, indicadores y descripción narrativa de la experiencia

Dimensión	Indicadores	Descripción narrativa basada en la evidencia
Pedagógica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los estudiantes desarrollan tareas y prácticas experimentales que evidencian trabajo colaborativo. 2. Integran herramientas digitales (RapidMiner, Colab, Python) para resolver problemas reales. 3. Presentan reflexiones o conclusiones sobre los resultados obtenidos. 	<p>Esta dimensión refleja la dinámica de aprendizaje activo propia del curso. Como señalan Díaz et al. (2025), la convergencia entre educación y ciencia de datos genera entornos transdisciplinarios donde el aprendizaje emerge de la experimentación. Betz et al. (2024) destacan que las comunidades técnicas favorecen comprensión compartida y autonomía. Esto se evidenció en prácticas documentadas, notebooks con comentarios interpretativos y resultados reproducibles. Ejemplo: en la práctica sobre predicción de precios de vivienda, varios grupos ajustaron sus modelos tras analizar métricas de precisión, demostrando aprendizaje reflexivo</p>
Metodológica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los grupos planifican, ejecutan y documentan proyectos siguiendo las fases del ABP (diagnóstico, diseño, validación y presentación). 2. Elaboran productos finales que integran teoría, técnica y análisis crítico. 3. Entregan evidencias de revisión y mejora entre versiones. 	<p>Esta dimensión expresa la estructura metodológica que articuló la asignatura. Shanley (2022) plantea que los entornos en línea efectivos combinan tareas auténticas con andamiajes que promueven autorregulación. Lu et al. (2022) sostienen que la iteración y participación activa incrementan el compromiso conceptual. En este curso, la metodología se concretó en proyectos de varias semanas, ajustes progresivos y ciclos de retroalimentación. Ejemplo: en la práctica de clustering, los estudiantes mejoraron visualizaciones y reportes tras discutir métricas de validación.</p>
Evaluativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los estudiantes aplican la retroalimentación recibida para mejorar sus resultados. 2. Evidencian autorregulación al corregir errores o proponer mejoras en los modelos. 3. Los docentes utilizan evidencias de desempeño (notebooks, reportes, videos) para ajustar estrategias y brindar acompañamiento individualizado. 	<p>La dimensión evaluativa se fortaleció mediante evaluación formativa iterativa, permitiendo observar la transformación progresiva del desempeño. Los estudiantes integraron retroalimentación de manera autónoma, ajustaron modelos, reorganizaron notebooks y mejoraron prácticas. A la vez, el docente utilizó los productos técnicos como evidencia para diferenciar acompañamientos. Esto generó un ciclo evaluativo dinámico donde los aprendizajes se consolidaron por iteración y análisis crítico.</p>

Fuente: elaboración propia.

tización, cada indicador traduce acciones y resultados visibles: prácticas experimentales, notebooks comentados, reportes técnicos y reflexiones sobre los modelos. Así, los indicadores no solo miden la ejecución técnica, sino también el proceso de construcción de autonomía, colaboración y pensamiento analítico. Su formulación permite analizar con precisión el alcance de la experiencia, asegurando que las conclusiones estén ancladas en datos tangibles y en el aprendizaje genuino de los estudiantes de Minería de Datos.

2.2.4. Fuentes y Métodos de Verificación

En una sistematización educativa, las fuentes y métodos de verificación permiten sostener la validez de los indicadores y asegurar que las conclusiones estén ancladas en evidencias reales. Según Jara (2018), las fuentes documentan la transformación de la práctica y convierten la narrativa reflexiva en conocimiento comprobable. Flick (2014) sostiene que la pertinencia de una fuente se mide por su capacidad para evidenciar las categorías analíticas definidas, mientras que Stake (1995) y Yin (2014) enfatizan que la solidez metodológica de una sistematización depende del uso combinado de múltiples fuentes y métodos convergentes. En este estudio, las evidencias se organizaron en tres tipos de fuentes principales: productos de aprendizaje, documentación académica y testimonios reflexivos, cada una asociada a un método de verificación específico.

Productos de aprendizaje: Esta fuente incluye los notebooks ejecutables, reportes técnicos y videos de presentación elaborados en las prácticas experimentales de la asignatura Minería de Datos. Constituyen evidencias directas de las dimensiones pedagógica y metodológica, al mostrar cómo los estudiantes aplicaron técnicas analíticas y reflexionaron sobre los resultados. Como plantea Flick (2014), las evidencias materiales son cruciales porque permiten observar la correspondencia entre lo planeado y lo ejecutado. El método de verificación utilizado fue la comparación entre productos sucesivos, observando mejoras en la calidad del análisis, la limpieza de datos o la interpretación de resultados. Por ejemplo, al contrastar la primera y la segunda versión de una práctica de regresión lineal, se evidenció cómo los estudiantes ajustaron los parámetros del modelo tras comprender la importancia del R^2 y la validación cruzada, confirmando el desarrollo de autonomía técnica y analítica.

Documentación académica: La documentación incluye guías de prácticas, rúbricas de evaluación y retroalimentaciones docentes, que permiten verificar los indicadores evaluativos vinculados con la aplicación de criterios de calidad y la mejora progresiva. Según

Yin (2014), la validez de un estudio de caso aumenta cuando los registros institucionales se triangulan con evidencias empíricas de desempeño. En esta experiencia, el método de verificación fue el análisis de contenido, aplicado a las rúbricas y comentarios, para identificar patrones de retroalimentación asociados con la precisión del código, la interpretación de resultados o la visualización de datos. Por ejemplo, las rúbricas muestran cómo la retroalimentación sobre “claridad en la interpretación de correlaciones” se tradujo en mejoras concretas en los reportes de los estudiantes, confirmando la función formativa de la evaluación.

Testimonios reflexivos: Esta fuente se compone de comentarios escritos y autoevaluaciones breves que los estudiantes incluyeron al final de sus prácticas experimentales. Aunque no se realizaron foros, estos fragmentos textuales son esenciales para comprender la dimensión pedagógica y evaluativa desde la voz del estudiante. Díaz et al. (2025) y Jara (2018) coinciden en que la reflexión escrita constituye evidencia de aprendizaje significativo y apropiación conceptual. El método de verificación fue el análisis temático, que permitió identificar expresiones de autonomía, colaboración y valoración del acompañamiento docente. Un ejemplo recurrente fue la afirmación de varios estudiantes: “ahora entiendo cómo el modelo que construí explica mejor los datos”, lo que evidencia comprensión conceptual y metacognición, elementos clave de la formación en ciencia de datos (Betz et al., 2024).

El uso combinado de productos de aprendizaje, documentación académica y testimonios reflexivos permitió garantizar una verificación sólida de los indicadores definidos. Stake (1995) señala que la coherencia entre fuente y método es esencial para mantener la credibilidad de la sistematización, mientras que Yin (2014) subraya que la triangulación de evidencias fortalece la validez interna del análisis. En este caso, los notebooks y reportes ofrecieron trazabilidad técnica, las rúbricas documentaron el proceso evaluativo, y los testimonios aportaron la dimensión humana del aprendizaje. Como afirma Jara (2018), esta diversidad de fuentes asegura una lectura integral de la práctica y permite comprender no solo lo que se hizo, sino cómo y por qué se transformó. Así, la sistematización de Minería de Datos se sustenta en evidencias verificables que muestran el tránsito de los estudiantes desde la dependencia inicial hacia la autonomía analítica y colaborativa.

2.2.5. Justificación Teórica del Conjunto

La selección de los conceptos y dimensiones que estructuran esta sistematización responde a la necesidad de disponer de categorías analíticas capaces de traducir la complejidad de una experiencia híbrida: enseñar Minería de Datos como proceso técnico y, al mismo tiempo, formativo. Siguiendo a Flick (2014), las categorías permiten transformar fenómenos educativos en campos de observación sistemática, mientras que Jara (2018) destaca que las dimensiones son herramientas que hacen la práctica comunicable y transferible. En este sentido, los conceptos de colaboración, autonomía, acompañamiento docente, evaluación formativa, ABP y analítica de aprendizaje constituyen un entramado coherente con las exigencias del contexto digital. Las dimensiones pedagógica, metodológica y evaluativa derivadas de ellos ofrecen un marco articulado para comprender el aprendizaje no solo como ejecución técnica, sino como proceso de construcción colectiva de conocimiento. Betz et al. (2024) y Díaz et al. (2025) subrayan que en los entornos de ciencia de datos el aprendizaje colaborativo y la práctica experimental son esenciales para la apropiación de saberes y la autonomía profesional, lo cual legitima la pertinencia de estas categorías.

La formulación de indicadores permitió concretar esas dimensiones en acciones observables, garantizando la validez del análisis. Según Yin (2014), la credibilidad de un estudio de caso depende de la claridad y consistencia de sus indicadores, mientras que Stake (1995) enfatiza que estos solo adquieren significado cuando se vinculan con evidencias reales. En esta sistematización, los indicadores tradujeron la teoría en comportamientos verificables. Como afirma Sullivan (2020), la evaluación formativa mediada por tecnología potencia la autorregulación cuando el estudiante interpreta los resultados como oportunidades de mejora. De modo complementario, Malik et al. (2025) demuestran que la analítica de aprendizaje permite verificar el progreso mediante indicadores cuantitativos y cualitativos, reforzando la confiabilidad del proceso. Por tanto, los indicadores no solo midieron la adquisición de competencias, sino también la evolución de la autonomía y la calidad del acompañamiento docente. Respecto a las fuentes y métodos de verificación, su selección buscó asegurar la pertinencia, la suficiencia y la triangulación de evidencias. Jara (2018) explica que las fuentes son la memoria empírica de la experiencia y deben permitir rastrear las transformaciones ocurridas; Flick (2014) añade que la diversidad de fuentes garantiza la consistencia interpretativa. En este caso, los productos de aprendizaje (notebooks, reportes técnicos, videos), la documentación académica (rúbricas, guías,

retroalimentaciones) y los testimonios reflexivos de los estudiantes constituyeron las principales fuentes. Cada una fue analizada mediante un método acorde: comparación entre productos sucesivos, análisis de contenido y análisis temático. Yin (2014) respalda este uso combinado al señalar que la triangulación metodológica incrementa la validez interna de los hallazgos, y Stake (1995) recuerda que la coherencia entre fuente y método es el núcleo de la credibilidad en los estudios de caso. Esta estrategia metodológica permitió contrastar el aprendizaje visible en los productos con las percepciones expresadas por los estudiantes, fortaleciendo la interpretación global.

El conjunto de conceptos, dimensiones, indicadores, fuentes y métodos conforma un sistema analítico integral que otorga rigor y coherencia a la sistematización. Desde una perspectiva epistemológica, sistematizar implica —como plantea Jara (2018)— transformar la práctica en conocimiento comunicable, fundado en evidencias. A ello se suma la dimensión discursiva del trabajo académico: la escritura de este capítulo se entiende, siguiendo a Carlino (2005) y Hyland (2009), como una práctica social que no solo comunica resultados, sino que construye comunidad académica al compartir procesos de reflexión y mejora docente. En este sentido, el texto no se limita a describir una experiencia pedagógica en minería de datos, sino que la convierte en una contribución teórica sobre cómo la colaboración, la autonomía y la analítica pueden integrarse para generar aprendizaje significativo en entornos digitales. Así, la sistematización logra un equilibrio entre lo técnico y lo humano, entre el análisis empírico y la reflexión pedagógica, fortaleciendo su validez académica y su transferibilidad hacia otros contextos formativos.

2.2.6. Recapitulación Conceptual y Operativa de la Experiencia

Este módulo permitió articular de manera sistemática todos los componentes conceptuales y operativos que sustentan la sistematización de la experiencia Entre la Colaboración y la Autonomía: ABP en la Minería de Datos. A lo largo de los cinco puentes se integraron los conceptos estructurantes: colaboración, autonomía, acompañamiento docente, evaluación formativa y analítica de aprendizaje, con dimensiones analíticas (pedagógica, metodológica y evaluativa) que ofrecieron una lectura organizada del proceso formativo. Los indicadores transformaron estas dimensiones en observaciones verificables, permitiendo vincular teoría y práctica mediante evidencias concretas. Finalmente, la definición de fuentes y métodos de verificación, junto con la justificación teórica del conjunto, consolidó un marco coherente que garantiza la validez académica de la experiencia. Tal como

proponen Flick (2014) y Jara (2018), el valor de una sistematización radica en su capacidad para convertir la práctica en conocimiento comunicable, sustentado en categorías claras, evidencias verificables y una escritura académica que, siguiendo a Carlino (2005) y Hyland (2009), se asume como práctica social y reflexiva.

La integración de estos elementos da la seguridad de que el análisis que se desarrollará en la siguiente sección se apoyará en un andamiaje sólido y verificable. La coherencia entre dimensiones, indicadores, fuentes y métodos garantiza que cada hallazgo pueda ser interpretado con rigor, triangulado con datos y respaldado por fundamentos teóricos (Stake, 1995; Yin, 2014). Este marco metodológico ofrece confianza para avanzar hacia el análisis de resultados, pues articula la evidencia empírica con una mirada crítica sobre el aprendizaje en entornos digitales. Además, la claridad conceptual alcanzada permite proyectar la discusión hacia nuevas preguntas sobre cómo la colaboración y la autonomía se fortalecen mediante la práctica experimental y el acompañamiento docente en cursos de tecnologías de la información. En síntesis, este módulo deja preparado un terreno fértil para interpretar los datos y construir un relato analítico donde la evidencia, la reflexión y la teoría dialogan para demostrar el impacto pedagógico y formativo de la experiencia.

2.3. Análisis, Interpretación y Resultados de la Experiencia

El análisis del comportamiento de los indicadores permite comprender cómo los conceptos y dimensiones se materializaron en la práctica real del curso de Minería de Datos. Siguiendo a Flick (2014), observar la manifestación de los indicadores en fuentes concretas: notebooks ejecutables, reportes, rúbricas y testimonios, constituye el primer paso para transformar la evidencia en conocimiento interpretativo. En este sentido, los resultados muestran que los estudiantes avanzaron gradualmente desde formas iniciales de dependencia técnica hacia niveles crecientes de autonomía, colaboración estructurada y pensamiento analítico aplicado.

2.3.1. Dimensión Pedagógica: Colaboración y Autonomía en Acción

Los indicadores pedagógicos mostraron un desarrollo progresivo a lo largo del semestre. En las primeras prácticas experimentales, los notebooks evidenciaron que los

estudiantes realizaban tareas básicas siguiendo patrones comunes (cargar datos, generar gráficos simples). Sin embargo, a medida que avanzaron los proyectos, comenzaron a integrar análisis más elaborados: selección de variables, justificación de métricas, interpretación narrativa de resultados. Este comportamiento coincide con lo señalado por Díaz et al. (2025), quienes destacan que la transdisciplinariedad del análisis de datos estimula la curiosidad y el aprendizaje situado.

La colaboración emergió no solo en la entrega grupal de proyectos, sino en la forma en que los equipos distribuían roles para completar cada fase del ciclo analítico. En varios notebooks se observaron celdas comentadas por distintos integrantes, evidenciando coautoría técnica. Los videos finales complementaron esta evidencia mostrando explicaciones compartidas, argumentación conjunta y claridad conceptual en la comunicación de los resultados. Este tipo de dinámica refleja elementos propios de las comunidades de práctica descritas por Betz et al. (2024) y Lave y Wenger (1991), donde la participación incrementa progresivamente el nivel de experticia.

La autonomía se manifestó en dos aspectos clave:

- la capacidad para corregir errores o ajustar modelos sin indicación directa del docente, y
- la elaboración de conclusiones críticas sobre la pertinencia de las técnicas aplicadas.

Ambos comportamientos se verificaron mediante la comparación entre versiones iniciales y finales de las prácticas, donde los estudiantes incorporaron mejoras derivadas de la retroalimentación técnica y pedagógica.

2.3.2. Dimensión Metodológica: Aplicación Sostenida del ABP

Los indicadores metodológicos evidenciaron que los equipos siguieron una estructura coherente de ABP. Las entregas mostraron avances secuenciales: diagnóstico del problema, definición del enfoque analítico, procesamiento de datos, modelamiento y comunicación de resultados. Este comportamiento metodológico se corresponde con lo señalado por Shanley (2022), quien sostiene que en entornos virtuales las tareas auténticas favorecen la transferencia de conocimientos.

La documentación técnica (reportes en PDF y comentarios dentro del código) permitió verificar que los estudiantes lograron integrar teoría y práctica, especialmente en

actividades como el uso del método del codo para determinar el número óptimo de clusters o la comparación de modelos supervisados. La revisión longitudinal de las prácticas indicó que los equipos se apropiaron de la lógica iterativa del análisis de datos: probar–evaluar–ajustar, como plantea Lu et al. (2022). Esta evidencia confirma que la metodología implementada promovió hábitos de pensamiento analítico y resolución de problemas.

2.3.3. Dimensión Evaluativa: Retroalimentación, Autorregulación y Mejora Continua

En la dimensión evaluativa, los indicadores mostraron un desempeño sólido de la mayoría de los estudiantes. La revisión de los comentarios docentes en Moodle y los ajustes realizados en los notebooks permitió constatar que la retroalimentación fue incorporada en las versiones siguientes, lo que concuerda con Sullivan (2020), quien señala que la evaluación formativa digital favorece la autorregulación cuando los estudiantes pueden visualizar su progreso. Asimismo, las autoevaluaciones escritas al final de las prácticas evidenciaron una toma de conciencia sobre el propio aprendizaje. Expresiones como “entendí por qué mi modelo no se ajustaba bien a los datos” o “ahora veo que la limpieza inicial afectaba el resultado final” demuestran procesos metacognitivos que fortalecen la autonomía analítica, en coherencia con lo expuesto por Malik et al. (2025). Los indicadores se manifestaron con claridad en la práctica y revelan un tránsito formativo consistente:

- Desde tareas guiadas hacia decisiones autónomas
- Desde el uso mecánico de herramientas hacia la interpretación significativa
- Desde la colaboración funcional hacia la colaboración reflexiva

Este comportamiento confirma que la experiencia no solo cumplió sus metas técnicas, sino que generó un aprendizaje integral articulado entre teoría, práctica y reflexión.

2.3.4. Interpretación de los Resultados a la Luz de la Teoría

La interpretación de los resultados permite articular los hallazgos obtenidos en el análisis de los indicadores con los marcos teóricos que orientan esta sistematización. Siguiendo a Yin (2014), interpretar es contrastar la evidencia empírica con referentes conceptuales para explicar por qué los fenómenos ocurrieron de una determinada manera. En este

sentido, el comportamiento observado en las prácticas, notebooks, reportes y testimonios estudiantiles revela una coherencia significativa con la literatura sobre aprendizaje colaborativo, autorregulación, analítica de aprendizaje y ABP en entornos digitales.

Colaboración como Base de la Construcción de Conocimiento

La evidencia muestra que los estudiantes avanzaron desde formas básicas de cooperación hasta formas de colaboración madura caracterizadas por distribución de roles, complementariedad técnica y argumentación colectiva. Este tránsito coincide con lo descrito por Lave y Wenger (1991) en su teoría de las comunidades de práctica: la participación periférica inicial se transforma en participación plena mediante interacción y práctica situada. Del mismo modo, los resultados de esta experiencia se alinean con Betz et al. (2024), quienes encontraron que los entornos de análisis de datos favorecen relaciones horizontales de aprendizaje, donde la resolución conjunta de retos técnicos promueve la apropiación conceptual. La coautoría observada en los notebooks y la coordinación evi-denciada en las presentaciones finales reflejan este proceso de socialización profesional temprana.

Autonomía y Autorregulación como Competencias Emergentes

Las mejoras entre versiones de prácticas experimentales, las correcciones autónomas y las reflexiones finales de los estudiantes evidencian procesos de autorregulación del apren-dizaje. Zimmerman (2002) señala que la autorregulación implica planificación, monitoreo y ajuste autónomo de estrategias; estos elementos aparecen claramente en la forma en que los estudiantes reorganizaron su código, justificaron decisiones y documentaron cambios. Asimismo, la retroalimentación docente operó como un catalizador para la autonomía. Como plantean Carlino (2005) y Hyland (2009), la retroalimentación no es solo un co-mentario externo, sino una mediación que permite a los estudiantes reconstruir la lógica de su aprendizaje. Esta relación se confirma en la experiencia analizada: los comentarios técnicos asociados a la limpieza de datos, validación de modelos o interpretación de re-sultados se tradujeron en mejoras concretas que fortalecieron la comprensión conceptual.

Evaluación Formativa y Analítica de Aprendizaje como Motores de Mejora

Los resultados evidencian que la evaluación formativa fue un eje articulador de la ex-periencia. Las rúbricas, retroalimentaciones y revisiones sucesivas se alinean con Black y

Wiliam (1998), quienes sostienen que la evaluación formativa orienta la toma de decisiones pedagógicas y favorece el aprendizaje profundo. La evidencia muestra que cuando los estudiantes recibían retroalimentación puntual (por ejemplo, sobre selección de características o sobre la métrica adecuada para validar un modelo), integraban estos elementos en versiones posteriores, lo que constituye un ciclo formativo genuino. De manera complementaria, la analítica de aprendizaje permitió observar patrones y apoyar decisiones pedagógicas, en línea con Malik et al. (2025). El monitoreo de participación en Google Colab y Moodle facilitó identificar estudiantes rezagados y grupos que requerían acompañamiento adicional. Esta convergencia entre datos y decisiones pedagógicas se corresponde con Banishashem et al. (2022), quienes plantean que la analítica de aprendizaje fortalece la personalización y la retroalimentación basada en evidencias.

ABP como Estructura de Sentido

Los resultados confirman que el ABP fue la estructura pedagógica que permitió integrar teoría, práctica y reflexión. Las experiencias de modelamiento supervisado y no supervisado, el análisis exploratorio de datos y la elaboración de reportes se desarrollaron en ciclos iterativos coherentes con Lu et al. (2022) y Shanley (2022), quienes resaltan que el ABP en entornos digitales potencia la motivación y la transferencia conceptual.

La evidencia también muestra que los estudiantes internalizaron la lógica de los proyectos de datos reales: plantear un problema, analizar datos, construir modelos, evaluar y comunicar. Este tránsito metodológico se traduce, como advierte Díaz et al. (2025), en prácticas transdisciplinarias que forman pensamiento crítico, una competencia indispensable en la ciencia de datos contemporánea.

Coherencia entre los Resultados y las Dimensiones Definidas

Los resultados analizados no solo confirman los indicadores trabajados, sino que también validan la pertinencia de las dimensiones definidas:

- Dimensión pedagógica: la colaboración y la autonomía emergieron como procesos complementarios y dialógicos.
- Dimensión metodológica: el ABP permitió articular teoría, técnica y reflexión.
- Dimensión evaluativa: la retroalimentación situada favoreció la mejora continua y la autorregulación.

Esta coherencia interna fortalece la validez de la sistematización, en sintonía con Stake (1995), quien afirma que la credibilidad de los estudios de caso depende de la correspondencia entre marcos analíticos y evidencias.

La interpretación de los resultados muestra que la experiencia no solo funcionó como un curso técnico, sino como un proceso de formación integral donde convergieron colaboración, autonomía, ABP y evaluación formativa. Al contrastar la evidencia con la teoría, se confirma que la estructura pedagógica implementada favoreció aprendizajes auténticos, desarrollo de competencias analíticas y construcción de comunidad académica en un entorno virtual de ingeniería.

Aprendizajes y Hallazgos Pedagógicos

El análisis de la experiencia permitió identificar aprendizajes significativos que trascienden los resultados técnicos del curso y revelan transformaciones profundas en las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Estos hallazgos no solo iluminan el funcionamiento interno de la asignatura Minería de Datos, sino que también aportan claves pedagógicas transferibles a otros contextos educativos de ingeniería y ciencias de datos. Como señalan Carlino (2005) y Jara (2018), sistematizar implica convertir la práctica en conocimiento; en este sentido, los aprendizajes recogidos actúan como “saberes reconstruidos” que orientan futuras decisiones docentes y fortalecen la comprensión del fenómeno educativo analizado.

2.3.5. La Colaboración se Convierte en una Estrategia para la Comprensión Profunda

Uno de los aprendizajes más relevantes es que el trabajo colaborativo no solo favorece la distribución de tareas, sino que actúa como un catalizador para la comprensión conceptual. Los equipos que lograron mayor desempeño no fueron necesariamente los que tenían miembros con mayores habilidades técnicas individuales, sino aquellos que desarrollaron dinámicas de diálogo, coautoría y verificación cruzada.

El análisis de los notebooks finales demostró que los grupos colaborativos integraron comentarios explicativos, comparaciones entre modelos, argumentaciones conjuntas y síntesis consensuadas. Esta práctica encarna la noción de “participación legítima” planteada por Lave y Wenger (1991), donde aprender es un proceso social y la identidad académica se construye en interacción con otros. Los hallazgos coinciden con Betz et al.

(2024) al mostrar que la participación distribuida refuerza el aprendizaje en ciencia de datos al permitir que los estudiantes contrasten perspectivas y construyan significados compartidos.

La Autonomía se Desarrolla Progresivamente cuando el Docente Actúa como Mediador

La experiencia demostró que la autonomía no surge de forma espontánea, sino como resultado de un acompañamiento docente que provee orientación sin sustituir el criterio del estudiante. En las primeras semanas, los grupos dependían de indicaciones técnicas específicas; sin embargo, a medida que avanzaron los proyectos, comenzaron a tomar decisiones informadas: seleccionar métricas, interpretar correlaciones, ajustar modelos, justificar cambios.

Este progreso coincide con lo planteado por Lu et al. (2022) y Sullivan (2020), quienes señalan que la autonomía se fortalece cuando los estudiantes reciben retroalimentación oportuna que les permite monitorear y ajustar su propio desempeño. En este contexto, la figura docente se transforma en una mediación reflexiva más que en una fuente de respuestas, lo que contribuye a que los estudiantes desarrollen habilidades de autorregulación propias de la práctica profesional de la ciencia de datos.

La Evaluación Formativa Impulsa una Cultura de Mejora Continua

Uno de los hallazgos más consistentes es que la evaluación formativa, cuando se aplica de manera sistemática, genera procesos de mejora real en los estudiantes. La comparación entre las versiones de las prácticas evidenció que la retroalimentación no se limitó a corregir errores puntuales, sino que guio transformaciones más profundas: desde la limpieza y estructura de los datos hasta la interpretación crítica de los modelos.

La práctica del ciclo “versión–retroalimentación–ajuste” se tradujo en notebooks más ordenados, reportes más sólidos y decisiones metodológicas más justificadas. Este hallazgo refuerza lo propuesto por Black y Wiliam (1998), quienes sostienen que la evaluación formativa, cuando está integrada al proceso, transforma el aprendizaje al hacerlo visible, dialogado y accionable.

La Analítica de Aprendizaje Permite Detectar Necesidades y Ajustar la Enseñanza

El monitoreo del progreso estudiantil en Colab y Moodle permitió detectar patrones de participación y comprender mejor las dinámicas de cada grupo. La evidencia muestra que los estudiantes con menor nivel de participación en las primeras prácticas lograron mejorar cuando recibieron acompañamiento personalizado, lo que coincide con Malik et al. (2025), quienes destacan la utilidad de la analítica para anticipar dificultades y personalizar intervenciones. Este aprendizaje resalta una dimensión de la docencia poco visible en la enseñanza tradicional: el uso pedagógico de los datos para tomar decisiones. Los hallazgos demuestran que la analítica no solo apoya la evaluación, sino que también fortalece la equidad al permitir que ningún estudiante quede al margen del proceso.

El ABP Fomenta Pensamiento Crítico y Sentido de Propósito

El desarrollo de proyectos con datos reales permitió a los estudiantes comprender la relevancia y la aplicabilidad de la ciencia de datos en ámbitos sociales, médicos, comerciales y ambientales. La sistematización mostró que varios estudiantes verbalizaron, en sus reportes o testimonios finales, el impacto personal de descubrir patrones que antes les eran invisibles.

Este hallazgo coincide con Shanley (2022), quien establece que los proyectos auténticos fomentan motivación y transferencia. Los estudiantes no solo aprendieron a programar o modelar: aprendieron a pensar como científicos de datos, a formular preguntas, a interpretar contextos, a comunicar hallazgos, a cuestionar la calidad de los datos y a justificar decisiones.

La Reflexión Escrita Potencia el Aprendizaje Metacognitivo

Otro aprendizaje clave fue que las reflexiones breves incorporadas al final de las prácticas se convirtieron en evidencia de comprensión. Frases como “comprendí cómo afecta el outlier al modelo” o “entendí que la métrica seleccionada cambia la interpretación” demostraron un nivel de metacognición que fortalece el aprendizaje profundo.

Esta práctica está alineada con Carlino (2005) y Hyland (2009), quienes destacan la escritura como herramienta formativa. En esta sistematización, la reflexión escrita permitió capturar la voz de los estudiantes, dando cuenta de su comprensión y de su proceso interno de reconstrucción del conocimiento.

Los aprendizajes y hallazgos pedagógicos revelan que:

- La colaboración potenció la comprensión.
- La autonomía emergió a partir de la mediación docente.
- La evaluación formativa generó mejora continua.
- La evaluación formativa generó mejora continua.
- La analítica de aprendizaje fortaleció la equidad.
- El ABP consolidó pensamiento crítico.
- El ABP consolidó pensamiento crítico.
- La reflexión escrita visibilizó la metacognición.

Estos hallazgos confirman que la experiencia analizada no solo enseñó minería de datos, sino que configuró un ecosistema formativo donde técnica, pedagogía y reflexión se integraron para transformar las prácticas de enseñanza y aprendizaje.

2.3.6. Tensiones, Límites y Desafíos de la Experiencia

El análisis de la experiencia reveló que, junto a los aprendizajes formativos y avances significativos, también emergieron tensiones, límites y desafíos propios de la enseñanza de Minería de Datos en entornos digitales. Estas tensiones no se interpretan como fallas del proceso, sino como elementos inherentes a toda práctica educativa compleja. Siguiendo a Jara (2018), reconocer estos puntos críticos es indispensable para la comprensión profunda de la experiencia y para proyectar mejoras futuras. Asimismo, Stake (1995) señala que las tensiones constituyen hallazgos valiosos porque muestran las zonas donde la teoría y la práctica entran en fricción, permitiendo repensar las estrategias pedagógicas.

Tensiones entre Colaboración y Responsabilidad Individual

Una de las tensiones más visibles fue la dificultad para equilibrar la responsabilidad colectiva con la verificación justa del aprendizaje individual. Aunque los equipos funcionaron de manera colaborativa, en algunos casos existió una brecha entre la calidad del producto final y el nivel individual de comprensión de ciertos miembros. Este fenómeno

coincide con lo señalado por Amerioon, Hosseini Moradi (2021), quienes advierten que en proyectos colaborativos puede invisibilizarse el desempeño individual. En esta experiencia, algunos notebooks mostraron contribuciones desbalanceadas, lo que evidenció la necesidad de mecanismos adicionales para garantizar que cada estudiante adquiera las competencias requeridas. La tensión, por tanto, no radica en la colaboración misma, sino en cómo visibilizar el aprendizaje individual dentro de un proceso colectivo.

Diferencias en las Competencias Digitales y su Impacto en el Ritmo de Trabajo

El curso reunió a estudiantes con niveles heterogéneos de habilidades en programación, estadística y manejo de herramientas digitales. Esta diversidad generó desafíos en la dinámica grupal: algunos estudiantes avanzaban rápidamente, mientras que otros requerían mayor tiempo para asimilar contenidos básicos.

Según Bach y Thiel (2024), las brechas digitales son un componente estructural de los entornos educativos contemporáneos y deben abordarse con estrategias diferenciadas. En esta experiencia, la tensión se manifestó especialmente en las primeras semanas, cuando algunos estudiantes dependían excesivamente de sus compañeros. Aunque el acompañamiento docente mitigó parcialmente esta situación, el desafío de atender simultáneamente ritmos diversos se mantuvo como una constante.

Limitaciones Tecnológicas: Conectividad, Acceso y Ejecución en la Nube

Otro desafío emergió de las condiciones tecnológicas del entorno. La modalidad en línea exigió un uso intensivo de Google Colab y de plataformas institucionales, lo que generó dificultades vinculadas a la conectividad intermitente, tiempos de ejecución de modelos o limitaciones del hardware virtual.

Las interrupciones técnicas no solo afectaron la fluidez de las prácticas, sino también la motivación de los estudiantes. Esta limitación coincide con lo expuesto por Khlaif et al. (2022), quienes señalan que las brechas tecnológicas condicionan la participación y la calidad del aprendizaje en entornos virtuales. Si bien el docente brindó alternativas y materiales descargables, la dependencia de la conexión a internet permaneció como un desafío inherente a la modalidad.

Desafíos en la Interpretación de Resultados y la Alfabetización Estadística

Aunque los estudiantes lograron ejecutar modelos y visualizar datos, la interpretación estadística se constituyó en uno de los retos más persistentes. Varios grupos entregaron análisis técnicamente correctos, pero conceptualmente superficiales, lo que muestra que la alfabetización estadística sigue siendo una competencia compleja, especialmente en contextos donde la programación capta gran parte de la atención. Esta tensión es coherente con los hallazgos de Wei (2024), quien afirma que la minería de datos educativa puede identificar brechas conceptuales, pero no garantiza su comprensión sin intervenciones pedagógicas específicas. La experiencia mostró que algunos estudiantes necesitaban mayor apoyo en la justificación de decisiones analíticas y en el razonamiento estadístico detrás de los modelos.

Sobrecarga Cognitiva Generada por la Simultaneidad de Herramientas y Tareas

El uso de recursos digitales, lenguajes de programación, bibliotecas estadísticas, documentación técnica y plataformas institucionales generó una carga cognitiva considerable para varios estudiantes. La necesidad de alternar entre Colab, Moodle, bibliotecas de Python y referenciales teóricos produjo episodios de desorientación especialmente en quienes tenían menor experiencia previa.

Shanley (2022) señala que la sobrecarga cognitiva es un riesgo en entornos de aprendizaje digital altamente instrumentados, donde la multiplicidad de tareas puede afectar la calidad de la comprensión conceptual. En esta experiencia, la sobrecarga se evidenció en notebooks fragmentados, reportes incompletos o interpretaciones erróneas derivadas de la presión por cumplir con múltiples entregas simultáneas.

Tensión entre la Profundidad del Análisis y el Tiempo Disponible del Semestre

El ciclo analítico de la minería de datos, que incluye limpieza, visualización, modelamiento, evaluación e interpretación, es amplio y requiere tiempo. Sin embargo, el cronograma del semestre limitó la posibilidad de profundizar en todas las técnicas con igual nivel de detalle. Algunos grupos manifestaron que hubieran querido explorar más modelos o utilizar datasets adicionales.

Lo observado coincide con lo planteado por Díaz et al. (2025), quienes destacan que el trabajo con datos reales requiere un equilibrio entre ambición metodológica y realis-

mo temporal. La tensión, por tanto, se expresó en la capacidad de seleccionar aspectos esenciales sin sacrificar el desarrollo de un pensamiento analítico riguroso.

Rol Docente Desafiante: Equilibrio entre Guía, Retroalimentación y no Intervención Excesiva

Finalmente, la experiencia evidenció que el rol docente en entornos de minería de datos demanda un equilibrio delicado: acompañar sin sobre-dirigir, retroalimentar sin sustituir, guiar sin resolver por los estudiantes. En algunos momentos, el docente debió calibrar el nivel de apoyo para evitar asimetrías dentro de los grupos o dependencia excesiva. Este desafío se encuentra en línea con Carlino (2005) y Hyland (2009), quienes subrayan que la retroalimentación formativa debe orientar, no corregir mecánicamente. El docente debió sostener un rol reflexivo, adaptativo y regulador, lo que constituyó una tensión inherente al proceso.

Los límites y desafíos identificados no debilitan la experiencia; por el contrario, aportan profundidad a la comprensión de lo vivido. Las tensiones entre colaboración e individualidad, brechas digitales, interpretaciones estadísticas, limitaciones tecnológicas, sobrecarga cognitiva y el rol docente complejo se revelan como zonas críticas que abren oportunidades de mejora pedagógica. Reconocerlas fortalece la sistematización, permitiendo transitar de una descripción celebratoria hacia una interpretación crítica y transformadora, como propone Jara (2018).

2.3.7. Aportes al Campo y Proyección Educativa de la Experiencia

La sistematización de esta experiencia en la asignatura de Minería de Datos no solo permite comprender los procesos formativos que se desarrollaron en el aula virtual, sino que también genera aportes significativos para el campo de la educación superior en ingeniería y ciencias de datos. Estos aportes surgen de la intersección entre prácticas pedagógicas innovadoras, evidencias empíricas y reflexión crítica, constituyendo un cuerpo de conocimiento aplicable y transferible hacia otras asignaturas, carreras e instituciones. Como plantea Jara (2018), la sistematización adquiere valor cuando se convierte en un recurso para aprender de la práctica y no únicamente para describirla. En consonancia, Flick (2014) señala que una experiencia sistematizada puede ofrecer nuevas perspectivas metodológicas, teóricas y operativas a la comunidad académica.

Contribución a la Innovación en la Enseñanza de la Ciencia de Datos en Modalidad Virtual

Uno de los aportes centrales de esta experiencia es la demostración de que la enseñanza de Minería de Datos puede convertirse en un laboratorio pedagógico altamente efectivo cuando se articula con metodologías activas, herramientas abiertas y evaluación formativa. La integración de Google Colab como entorno compartido permitió que la programación y el análisis de datos se convirtieran en espacios de co-construcción del conocimiento, superando el enfoque tradicional centrado en la explicación magistral.

Este hallazgo complementa lo expuesto por Betz et al. (2024), quienes argumentan que los entornos de datos requieren enfoques pedagógicos que fomenten la participación distribuida y la autenticidad en las tareas. La experiencia aporta evidencia concreta de cómo esta integración puede concretarse en contextos latinoamericanos, con recursos accesibles y sustentables.

Aporte Metodológico: Un Modelo de Acompañamiento Híbrido y Escalable

La experiencia generó un modelo operativo de acompañamiento que combina:

- Retroalimentación personalizada
- Seguimiento mediante analítica de aprendizaje
- Tareas iterativas basadas en proyectos
- Materiales de apoyo accesibles

Este modelo, flexible y escalable, puede adaptarse a otras asignaturas técnicas donde la práctica intensiva sea indispensable, esto coincide con lo que plantea Shanley (2022), quien destaca que los entornos virtuales de ingeniería requieren estructuras de apoyo que permitan a los estudiantes avanzar desde la ejecución mecánica hacia el razonamiento crítico.

El acompañamiento docente, basado en guías claras, retroalimentación situada y monitoreo de trazas digitales, constituye un aporte metodológico relevante para la docencia en línea, especialmente en disciplinas STEM donde la autonomía técnica toma tiempo en consolidarse.

Contribución al Estudio de la Evaluación Formativa en Entornos Digitales

La experiencia aporta evidencia sólida sobre cómo la evaluación formativa puede integrarse efectivamente en un curso técnico. La revisión de prácticas, el ciclo iterativo retroalimentación–ajuste, el uso de rúbricas, la reflexión escrita y la comparación de versiones constituyen un modelo replicable en otras asignaturas de análisis de datos. Este aporte complementa los trabajos de Black y Wiliam (1998) y Sullivan (2020), al demostrar que la evaluación formativa no solo mejora el aprendizaje, sino que también incrementa la equidad, al visibilizar el progreso individual dentro de dinámicas grupales. Además, la combinación con analítica de aprendizaje, como sugieren Malik et al. (2025), fortalece la toma de decisiones pedagógicas basada en evidencias.

Aporte Epistemológico: Integración de Teoría, Práctica y Reflexión

La experiencia demuestra que la enseñanza de ciencia de datos puede trascender la dimensión instrumental y convertirse en un proceso epistemológico donde los estudiantes construyen significados mediante la experimentación, el error y la interpretación crítica. El uso de datos reales permitió que los estudiantes comprendieran la naturaleza compleja, incompleta y contextual de los datos, desarrollando pensamiento crítico sobre su origen, calidad y potencial de análisis. Este aporte se alinea con Díaz et al. (2025), quienes destacan que la ciencia de datos requiere una perspectiva transdisciplinaria que combine estadística, programación, análisis contextual y reflexión ética. La experiencia aporta un ejemplo concreto de cómo esta integración puede lograrse en el aula universitaria.

Aporte Institucional: Fortalecimiento de la Modalidad Virtual en Ingeniería

El curso aportó elementos valiosos para la mejora de la educación en línea en la UNE-MI y en carreras de ingeniería:

- Uso estratégico de plataformas abiertas
- Documentación técnica reproducible
- Integración de prácticas experimentales
- Metodologías centradas en el estudiante
- Evaluación continua.

Estos elementos ofrecen insumos para el diseño de futuros programas virtuales y para el fortalecimiento institucional de la docencia mediada por tecnología. Coincide con Cebrián-de-la-Serna y Sánchez-Ruiz (2024), quienes sostienen que la innovación pedagógica en entornos digitales requiere prácticas reflexivas que articulen tecnología, pedagogía y evaluación.

Proyección: Posibilidades de Transferencia y Escalabilidad

Los aprendizajes obtenidos en esta sistematización tienen un alto potencial de transferencia. La experiencia puede replicarse en:

- Otros cursos de ciencia de datos
- Asignaturas de ingeniería basadas en proyectos
- Programas híbridos
- Cursos de formación docente sobre analítica de aprendizaje
- Entornos de capacitación profesional

Su escalabilidad radica en su diseño sustentado en herramientas abiertas (Python, Co-lab), metodologías claras (ABP, evaluación formativa) y acompañamiento situado. Como sugieren Khlaif et al. (2022), la sostenibilidad de las prácticas digitales depende de su simplicidad operativa y su pertinencia pedagógica; esta experiencia cumple con ambos criterios.

En síntesis, los aportes generados por esta experiencia se articulan en cinco niveles:

- Innovación pedagógica para la enseñanza de ciencia de datos.
- Modelo metodológico replicable de acompañamiento y evaluación formativa.
- Evidencia significativa para el debate sobre analítica de aprendizaje en educación superior.
- Integración epistemológica entre teoría, práctica y reflexión crítica.
- Relevancia institucional para fortalecer la modalidad virtual.

Estos aportes posicionan la experiencia como un referente aplicable a diversos contextos formativos de ingeniería y educación digital, contribuyendo al avance del campo y al fortalecimiento de las prácticas docentes en entornos tecnológicos.

2.3.8. Integración del Vínculo Curricular y Proyección del Análisis

El análisis desarrollado en este módulo permitió mostrar cómo la experiencia en Minería de Datos se articula de manera coherente con el currículo de la carrera de Tecnologías de la Información y con el perfil de egreso institucional. Las competencias trabajadas, entre ellas el razonamiento analítico, la autonomía en la resolución de problemas, la capacidad para trabajar colaborativamente y el uso ético y crítico de datos, se integraron de forma natural con los resultados de aprendizaje del curso, evidenciando un alineamiento pedagógico sólido. Asimismo, las actividades desarrolladas (prácticas experimentales, proyectos basados en datos reales, reflexiones escritas y presentaciones técnicas) generaron evidencias auténticas que mostraron el progreso conceptual, técnico y metacognitivo de los estudiantes. Esta coherencia confirma la pertinencia curricular de la propuesta y demuestra que la experiencia no solo respondió a los objetivos del curso, sino que contribuyó a la formación integral esperada en la carrera.

Este cierre resume un proceso que dejó claro cómo las decisiones pedagógicas, desde la evaluación formativa hasta el acompañamiento docente y la analítica de aprendizaje, fortalecieron la formación profesional de los estudiantes. Al mismo tiempo, este apartado prepara el camino para el siguiente tramo del capítulo, donde se profundizará en la interpretación de los resultados, las transformaciones observadas, las tensiones emergentes y los aprendizajes derivados. En ese sentido, este puente final opera como una bisagra narrativa que enlaza la coherencia curricular con el análisis crítico del impacto formativo, permitiendo comprender no solo qué se hizo y por qué se articuló con el currículo, sino también qué significó para los estudiantes y cómo contribuyó a su desarrollo académico y profesional.

2.4. Ecosistema Estratégico

2.4.1. Transición hacia la Operacionalización Estratégica

El apartado curricular anterior permitió consolidar la coherencia formativa de la experiencia, mostrando cómo las competencias de análisis de datos, trabajo colaborativo, autonomía profesional y comunicación técnica se articularon con los resultados de aprendizaje previstos y con las evidencias generadas en las prácticas y proyectos. Este encuadre confirmó que la propuesta pedagógica no solo se ajustó al perfil de egreso de la carrera

de Tecnologías de la Información, sino que contribuyó activamente a su desarrollo, al favorecer procesos de pensamiento crítico, razonamiento estadístico y toma de decisiones fundamentadas.

Dado este cierre, el capítulo gira ahora hacia la descripción detallada de las estrategias que hicieron posible la experiencia en su dimensión operativa. En los siguientes apartados se presentarán las estrategias núcleo que estructuraron la actividad formativa (ABP, evaluación formativa y acompañamiento situado), las estrategias de soporte que sostuvieron su implementación (uso de Google Colab, documentación técnica, retroalimentación iterativa) y las estrategias de contingencia que permitieron responder a desafíos emergentes (ajustes por brechas digitales, dificultades de conectividad, diferenciación del acompañamiento). Este paso abre la puerta a la “ingeniería didáctica” de la experiencia, mostrando cómo las decisiones pedagógicas se tradujeron en acciones concretas que hicieron posible los resultados ya descritos.

2.4.2. Estrategias Núcleo en Acción

Las estrategias núcleo constituyeron el corazón operativo de esta experiencia, pues permitieron transformar los principios pedagógicos definidos en acciones concretas y sostenidas en el tiempo. Estas estrategias no fueron declaraciones de intención, sino prácticas implementadas sistemáticamente para asegurar la coherencia entre competencias, resultados de aprendizaje y evidencias. Siguiendo a Biggs y Tang (2011), la alineación constructiva requiere que las estrategias de enseñanza, las actividades y las evaluaciones formen un sistema integrado que permita observar y verificar el aprendizaje. En esa línea, las estrategias núcleo desplegadas en este curso: ABP, evaluación formativa iterativa y acompañamiento docente situado, permitieron construir una trayectoria de aprendizaje robusta, donde los estudiantes avanzaron desde la comprensión inicial hacia la autonomía analítica.

A continuación, se describen estas estrategias núcleo, su secuencia operativa y su conexión con los resultados y evidencias que sustentaron la experiencia.

Estrategia Núcleo 1: ABP Con Datos Reales

Secuencia operativa. El ABP se desarrolló en cuatro fases estructuradas:

1. Planteamiento del problema: cada grupo seleccionó un dataset real y definió una

pregunta analítica. En este punto se revisaron criterios de pertinencia, alcance y viabilidad técnica.

2. Diseño del plan de análisis: los equipos trazaron las etapas del proceso, identificando técnicas de limpieza, análisis exploratorio, modelamiento y métricas de evaluación.
3. Iteración técnica en Google Colab: los estudiantes ejecutaron el análisis utilizando Python, ajustando modelos según el desempeño obtenido.
4. Comunicación de resultados: finalmente, cada grupo elaboró un informe técnico, un notebook comentado y un video explicativo con la interpretación final.

Esta secuencia permitió que los estudiantes se involucraran en un proceso auténtico de producción analítica, en consonancia con lo que Zabalza (2003) plantea sobre currículo basado en competencias: las tareas deben ser coherentes con desempeños profesionales reales y requerir toma de decisiones fundamentadas.

Resultados y evidencias vinculadas. El ABP permitió alcanzar resultados relacionados con el razonamiento analítico, la aplicación de técnicas de minería de datos y la interpretación crítica de modelos. Las evidencias generadas: notebooks ejecutables, reportes técnicos, versiones corregidas, gráficas comparativas, modelos iterados, muestran cómo los estudiantes avanzaron desde ejecuciones básicas hasta argumentaciones sofisticadas sobre la pertinencia de sus modelos. Este tránsito se alinea con Díaz et al. (2025), quienes destacan que la ciencia de datos se aprende mediante la experimentación continua en contextos reales. La coherencia entre estrategia, resultado y evidencia confirma el impacto del ABP como eje formativo

Estrategia Núcleo 2: Evaluación Formativa Iterativa

Secuencia operativa. La evaluación formativa se implementó mediante un ciclo repetido de: (1) primera versión del notebook, (2) retroalimentación precisa del docente basada en rúbricas, (3) revisión guiada por comentarios, (4) segunda versión mejorada, (5) reflexión escrita sobre los cambios realizados.

Este ciclo se aplicó en todas las prácticas experimentales, permitiendo un seguimiento detallado del progreso individual y grupal. Como señalan Biggs y Tang (2011), la evaluación debe alinearse con los resultados de aprendizaje y orientar al estudiante sobre cómo

mejorar. Esta estrategia también responde a la visión de Sullivan (2020), quien sostiene que la evaluación digital —cuando se acompaña de retroalimentación significativa— potencia la autorregulación y la autonomía.

Resultados y evidencias vinculadas. Las mejoras sustantivas entre versiones reflejan la eficacia de la evaluación formativa. En los notebooks finales, los estudiantes corrigieron errores iniciales, ajustaron modelos, incorporaron métricas adecuadas y explicaron la lógica de sus decisiones. Las evidencias textuales en las reflexiones muestran una apropiación conceptual progresiva: comprender cómo un outlier afecta un modelo, por qué seleccionar una métrica en vez de otra, o qué implica evaluar un clustering con el índice de silueta. Estos resultados confirman lo que Carlino (2005) afirma sobre la escritura académica como práctica social: reflexionar, escribir y reescribir transforma la comprensión. La evaluación formativa no solo midió, sino que produjo aprendizaje.

Estrategia Núcleo 3: Acompañamiento Docente

Situado Secuencia operativa. El acompañamiento se articuló en tres niveles operativos:

1. Acompañamiento preventivo: guías claras, videos explicativos y plantillas de notebook para reducir la incertidumbre inicial.
2. Acompañamiento durante las prácticas: observación de notebooks en tiempo real mediante Colab, resolución de dudas, orientación sobre técnicas y decisiones analíticas.
3. Acompañamiento reflexivo: devoluciones escritas y personalizadas, sincronización entre retroalimentación técnica y pedagógica, y espacios para reflexionar sobre procesos y dificultades.

Esta estrategia responde a lo planteado por Zabalza (2003): el desarrollo de competencias requiere acompañamiento situado que permita avanzar desde el nivel inicial hacia desempeños complejos. Asimismo, dialoga con la visión de Betz et al. (2024), quienes sostienen que el aprendizaje en ciencia de datos se potencia cuando el docente actúa como mediador que orienta sin sustituir.

Resultados y evidencias vinculadas. El acompañamiento favoreció la emergencia de autonomía y pensamiento crítico. Los estudiantes que inicialmente dependían de indicaciones externas lograron, con el tiempo, justificar sus elecciones y explicar el sentido

de sus ajustes. Las evidencias reflejan esta transición: comentarios en los notebooks, correcciones autónomas, mejoras voluntarias y argumentaciones integradas en los videos finales. La combinación de apoyos preventivos, técnicos y reflexivos generó una trayectoria formativa estable que permitió alcanzar los resultados de aprendizaje más complejos del curso.

En conjunto, estas estrategias núcleo constituyeron un entramado coherente que dio forma a la experiencia. El ABP ofreció el escenario auténtico; la evaluación formativa actuó como motor de mejora continua; y el acompañamiento docente proporcionó la mediación necesaria para que los estudiantes avanzaran desde la dependencia inicial hacia la autonomía profesional. Tal como plantean Biggs y Tang (2011), las estrategias solo funcionan cuando están alineadas con los resultados y formas de evidenciarlos; esta experiencia demuestra esa alineación plena. A su vez, la perspectiva de competencias de Zabalza (2003) y la visión de la escritura y reflexión como práctica social de Carlino (2005) reforzaron el sentido pedagógico del proceso. Estas estrategias, lejos de operar de manera aislada, configuraron un ecosistema estratégico que permitió transformar la experiencia en aprendizaje profundo, verificable y transferible.

2.4.3. Estrategias de Soporte Aplicadas

En un ecosistema estratégico, las estrategias núcleo requieren una serie de soportes que las hagan viables, sostenibles y capaces de generar impacto. Estos soportes constituyen la infraestructura pedagógica, tecnológica e institucional que acompaña y fortalece la implementación de una innovación educativa. Como señalan Bolívar (2012a) y Fullan (2007), los procesos de cambio no pueden comprenderse únicamente desde las prácticas docentes o las metodologías utilizadas: dependen también de las condiciones organizativas, culturales y materiales que permiten que dichas prácticas se consoliden. En esta experiencia, los soportes no actuaron como elementos accesorios, sino como piezas que habilitaron la articulación entre teoría, práctica y evaluación, garantizando la estabilidad del proceso formativo en la enseñanza de Minería de Datos.

Entre los soportes implementados destacan los siguientes:

- Infraestructura tecnológica accesible y estandarizada mediante Google Colab y Moodle.
- Rúbricas breves y guías estructuradas de trabajo.

- Documentación técnica y plantillas operativas para los notebooks.
- Espacios de acompañamiento asincrónico y soporte diferenciado según nivel de dominio.

Cada uno de estos soportes aportó condiciones materiales y organizativas fundamentales para que las estrategias núcleo descritas: ABP, evaluación formativa iterativa y acompañamiento docente situado, pudieran desplegarse adecuadamente en un entorno digital de alta complejidad.

Infraestructura Tecnológica Accesible: Google Colab y Moodle

Este soporte consistió en el uso sistemático de plataformas abiertas y colaborativas: Google Colab como entorno de ejecución de código en Python, y Moodle como repositorio de guías, rúbricas, retroalimentaciones y entregas. La función pedagógica de estas plataformas fue doble. Por un lado, Colab permitió la ejecución de modelos, la revisión en tiempo real y la construcción de notebooks compartidos; por otro, Moodle garantizó trazabilidad, orden y transparencia en el proceso evaluativo. Como plantea Wenger (1998), las comunidades de práctica requieren espacios de interacción estables y accesibles para sostener la colaboración; en esta experiencia, la infraestructura digital cumplió ese rol articulador, permitiendo que estudiantes y docente trabajaran en un mismo ecosistema y reduciendo brechas de acceso.

La evidencia de su funcionamiento se observa en los registros de versiones, los comentarios insertados en los notebooks y la continuidad del trabajo incluso en condiciones de conectividad limitada. Este soporte potenció directamente la estrategia núcleo de ABP, al ofrecer un entorno técnico accesible donde ejecutar modelos, visualizar resultados e iterar con rapidez.

Rúbricas Breves y Guías Estructuradas de Trabajo

Las rúbricas y guías funcionaron como andamiajes pedagógicos que proporcionaron claridad, orientación y criterios compartidos. Según Bolívar (2012b), las herramientas comunes fortalecen la cultura institucional al establecer expectativas claras sobre la calidad del desempeño. En esta experiencia, las rúbricas permitieron que la evaluación formativa se realizara con criterios explícitos, reduciendo la ambigüedad y facilitando la retroalimentación iterativa.

Este soporte resultó fundamental para la estrategia núcleo de evaluación formativa, ya que hizo posible que los estudiantes comprendieran qué debían mejorar y por qué. La evidencia de su impacto aparece en la progresión de los notebooks: limpieza más precisa, análisis más profundo, selección adecuada de métricas y argumentación más sólida. La claridad de los criterios permitió que los estudiantes avanzaran desde la ejecución mecánica hacia la comprensión reflexiva del análisis de datos.

Documentación Técnica y Plantillas para Estructuras de Notebooks

La disponibilidad de plantillas estandarizadas, incluyendo secciones para carga de datos, análisis exploratorio, modelamiento, evaluación y conclusiones, funcionó como soporte metodológico esencial. Estas plantillas no reemplazaban el razonamiento del estudiante, sino que ofrecían una estructura mínima para evitar la dispersión cognitiva, especialmente en las primeras semanas. Como sostiene Fullan (2007), las innovaciones requieren apoyos concretos que reduzcan la incertidumbre y permitan que los participantes se concentren en lo esencial.

La evidencia de este soporte se observa en la disminución de errores de formato, la mejora en la organización de los notebooks y la capacidad de los estudiantes para seguir una lógica metodológica robusta en sus proyectos. Este soporte fortaleció directamente la estrategia núcleo de acompañamiento docente, al permitir que la retroalimentación se enfocara en la calidad del análisis más que en aspectos formales o técnicos menores.

Espacios Asincrónicos de Acompañamiento y Soporte Diferenciado

Dado que los estudiantes presentaban niveles heterogéneos de dominio técnico, se implementaron espacios asincrónicos como mensajes dirigidos, retroalimentaciones personalizadas, videos breves y explicaciones adaptadas al ritmo de cada grupo. Este soporte coincide con lo planteado por Wenger (1998): las comunidades de práctica se fortalecen cuando sus miembros pueden interactuar a distintos ritmos y recibir apoyo contextualizado. Además, responde a la noción de cultura institucional flexible planteada por Bolívar (2012a), donde el docente no actúa como transmisor único, sino como facilitador de trayectorias diferenciadas.

Las evidencias muestran que los estudiantes con menor nivel inicial lograron alcanzar competencias básicas e intermedias gracias a este soporte, mientras que aquellos con dominio avanzado pudieron profundizar en técnicas más complejas. Este acompañamiento

to flexible potenció la estrategia núcleo de evaluación formativa y permitió atender las tensiones generadas por las brechas digitales y la variabilidad en el ritmo de aprendizaje.

Conexión entre soportes y estrategias núcleo. En conjunto, estos soportes actuaron como el andamiaje que hizo viable la implementación de las estrategias núcleo. La infraestructura tecnológica permitió ejecutar el ABP; las rúbricas y guías reforzaron la evaluación formativa; las plantillas técnicas facilitaron el acompañamiento docente; y los espacios asincrónicos fortalecieron la equidad en la participación. Siguiendo a Fullan (2007), la innovación se sostiene cuando existe un equilibrio entre pedagogía, tecnología y cultura institucional; en este caso, los soportes articularon ese equilibrio al proporcionar condiciones materiales, organizativas y cognitivas que habilitaron el éxito de las estrategias núcleo.

Las estrategias de soporte garantizaron la sostenibilidad de la innovación implementada en la asignatura Minería de Datos. Su función habilitadora permitió que las estrategias núcleo se desplegaran plenamente, evitando que dependieran solo del esfuerzo individual del docente o de la motivación fluctuante de los estudiantes. Estos soportes, lejos de ser accesorios, conformaron un entramado estructural que dio estabilidad, claridad y sentido a la experiencia. Como sostienen Bolívar (2012a) y Fullan (2007), la calidad de una innovación se mide no solo por sus prácticas visibles, sino por la solidez de los soportes que la sostienen. En este curso, dichos soportes aseguraron continuidad, accesibilidad y pertinencia, permitiendo que la experiencia transformara genuinamente las prácticas de enseñanza y aprendizaje.

2.4.4. Estrategias de Contingencia Desplegadas

En toda sistematización rigurosa, las contingencias no se presentan como fallas del proceso, sino como parte constitutiva de la experiencia educativa. Mostrar los imprevistos enfrentados y las decisiones que permitieron superarlos aporta credibilidad al estudio de caso, en el sentido planteado por Stake (1995), y fortalece la validez del análisis desde la perspectiva de Yin (2014), quien sostiene que un relato incompleto, sin tensiones ni ajustes, pierde densidad interpretativa. En esta experiencia, las contingencias fueron oportunidades para adaptar la pedagogía, reorganizar las acciones y sostener la coherencia formativa en un contexto digital complejo. Reconocerlas permite comprender la resiliencia del ecosistema estratégico y la capacidad docente para sostener la continuidad del aprendizaje.

Los imprevistos más relevantes que se presentaron en el desarrollo de la asignatura fueron:

- Brechas de conectividad y fallas técnicas durante la ejecución de notebooks en Google Colab.
- Dificultades significativas en la interpretación estadística de los resultados.
- Heterogeneidad en el nivel técnico y brechas en competencias digitales.
- Sobrecarga cognitiva derivada del uso simultáneo de múltiples herramientas y recursos.

A continuación, se describe cómo cada uno de estos imprevistos fue abordado mediante estrategias de contingencia específicas, y cómo estas acciones contribuyeron a sostener los resultados de aprendizaje previstos.

Brechas de Conectividad y Fallas en la Ejecución de Notebooks

Este imprevisto se manifestó desde las primeras semanas, cuando varios estudiantes experimentaron interrupciones, cuelgues de sesión o lentitud en la ejecución de modelos debido a la variabilidad de sus conexiones domésticas. Para evitar que esto afectara la continuidad del proceso, se implementaron contingencias como:

- Disponibilización de versiones ligeras de los notebooks (sin cargas pesadas ni gráficos complejos)
- Creación de videos tutoriales ejecutados por el docente para que los estudiantes pudieran replicar pasos offline
- Flexibilización en los tiempos de entrega
- Generación de copias protegidas que impedían pérdida de trabajo

Estas acciones permitieron sostener la participación, minimizar frustraciones y garantizar que los estudiantes pudieran completar sus prácticas, incluso en condiciones limitadas. Desde la perspectiva de Fullan (2007), esta adaptación expresa la capacidad de un proceso innovador para ajustarse al contexto real sin sacrificar el propósito formativo.

Dificultades en la Interpretación Estadística de Modelos

Aunque los estudiantes lograron ejecutar modelos de regresión, clustering o clasificación, muchos experimentaron dificultades en comprender métricas, coeficientes o implicaciones analíticas. Para enfrentar este imprevisto, se aplicaron contingencias orientadas a la mediación conceptual:

- Microexplicaciones grabadas sobre métricas (R^2 , silueta, precisión, recall)
- Ejemplos comentados dentro de los notebooks
- Sesiones breves de análisis interpretativo a partir de errores frecuentes
- Guías simplificadas sobre cómo justificar decisiones analíticas

Estas acciones complementaron la estrategia núcleo de evaluación formativa y permitieron que los estudiantes no solo corrigieran sus errores, sino que desarrollaran comprensión. La evidencia se observa en las versiones mejoradas de los notebooks, donde aparecieron explicaciones más sólidas y conclusiones mejor argumentadas. Este ajuste coincide con lo que Yin (2014) denomina “acciones correctivas explícitas” que fortalecen la validez de un proceso formativo.

Heterogeneidad Técnica y Brechas en Competencias Digitales

La heterogeneidad del grupo fue uno de los desafíos estructurales: algunos estudiantes dominaban Python y estadística, mientras otros estaban en niveles iniciales. Para atender esta diversidad, se implementaron contingencias como:

- Acompañamiento diferenciado mediante mensajes privados y retroalimentación personalizada
- Videos complementarios para estudiantes con menor dominio técnico
- Recomendaciones de recursos básicos (Khan Academy, minicursos de Python)
- Agrupación estratégica que equilibraba niveles de experiencia para favorecer tutoría entre pares.

Estas acciones permitieron que todos los estudiantes alcanzaran los resultados mínimos de la asignatura, evitando rezagos. Fullan (2007) advierte que el cambio educativo requiere apoyo sostenido para quienes inician en desventaja; esta experiencia confirmó esa premisa. La evidencia se manifestó en la participación creciente de estudiantes inicialmente rezagados y en la mejora observable entre entregas.

Sobrecarga Cognitiva por Simultaneidad de Herramientas El uso simultáneo de múltiples plataformas como Colab, Moodle, bibliotecas de Python, documentos guía, videos y datasets generó sobrecarga cognitiva en varios estudiantes. Para enfrentar esta situación, se aplicaron contingencias orientadas a la simplificación y al orden:

- Consolidación de todas las guías y materiales en un solo repositorio
- Plantillas estandarizadas para estructurar los notebooks
- Recordatorios organizados por fases (limpieza, análisis, modelamiento, conclusiones)
- Sesiones breves para reorganizar el flujo de trabajo

Estas acciones redujeron la dispersión y ayudaron a que los estudiantes pudieran concentrarse en los procesos centrales sin perderse en la multiplicidad de recursos. Stake (1995) señala que la credibilidad de una experiencia depende de mostrar cómo se ajustan los procesos cuando las condiciones exceden la capacidad cognitiva prevista; este caso evidencia esa flexibilidad.

2.4.5. Contingencias como Garantía de los Resultados de Aprendizaje

A pesar de los imprevistos, los resultados de aprendizaje vinculados al análisis exploratorio de datos, la construcción de modelos, la interpretación crítica y la comunicación técnica se sostuvieron plenamente. Las evidencias: notebooks corregidos, reportes finales, videos explicativos y testimonios reflexivos, muestran que los ajustes permitieron que los estudiantes transitaran desde la dificultad inicial hacia un desempeño autónomo. En términos de Yin (2014), la capacidad para mantener la validez interna del proceso frente a imprevistos constituye un indicador de fortaleza metodológica.

Aprendizajes Derivados de las Contingencias

Estas contingencias dejaron aprendizajes clave: que la innovación educativa requiere flexibilidad constante; que la planificación debe incluir alternativas técnicas y pedagógicas; que la diversidad del grupo no es una limitación, sino un punto de partida para construir apoyos diferenciados; y que las dificultades tecnológicas pueden convertirse en oportunidades para profundizar en procesos metacognitivos. En sintonía con Fullan (2007), el cambio educativo no es lineal ni limpio: se construye mediante ajustes, tensiones y decisiones estratégicas. Aquí, las contingencias no debilitaron la experiencia, sino que la hicieron más robusta, resiliente y creíble, aportando profundidad a la sistematización.

2.4.6. Arquitectura del Ecosistema Estratégico

El ecosistema estratégico que sustentó esta experiencia puede comprenderse como una red dinámica donde las estrategias núcleo, las estrategias de soporte y las estrategias de contingencia se articulan en un sistema vivo. Estas tres capas no operaron de forma aislada, sino en un entramado de interdependencias que dio estabilidad al proceso formativo y permitió sostener el aprendizaje en condiciones reales de complejidad. Desde la perspectiva de Bryson (2018), la planificación estratégica en educación debe reconocer que las acciones pedagógicas solo funcionan cuando se integran con estructuras organizativas y con mecanismos de adaptación que respondan a los imprevistos. De igual modo, la mirada de Checkland (1999) sobre los sistemas blandos permite entender este ecosistema como un conjunto de relaciones humanas y tecnológicas que requieren constante interpretación, ajuste y diálogo.

En esta experiencia, las estrategias núcleo ABP, evaluación formativa iterativa y acompañamiento docente situado, constituyeron la capa central del sistema, al ser las prácticas que generaron directamente el aprendizaje. Estas se sostuvieron gracias a estrategias de soporte como la infraestructura tecnológica accesible (Colab y Moodle), las rúbricas breves, las plantillas metodológicas y los espacios asincrónicos de acompañamiento; todos ellos garantizaron condiciones de viabilidad, claridad y continuidad. Finalmente, las estrategias de contingencia: ajustes por problemas de conectividad, mediaciones adicionales para interpretar resultados, soporte diferenciado por niveles y simplificación del flujo de trabajo, funcionaron como mecanismos de resiliencia ante tensiones y emergencias. Siguiendo a Morin (2001), este entramado evidencia un pensamiento complejo donde ac-

ción, contexto y adaptación se retroalimentan continuamente, dando forma a un sistema educativo capaz de sostenerse en medio de la incertidumbre.

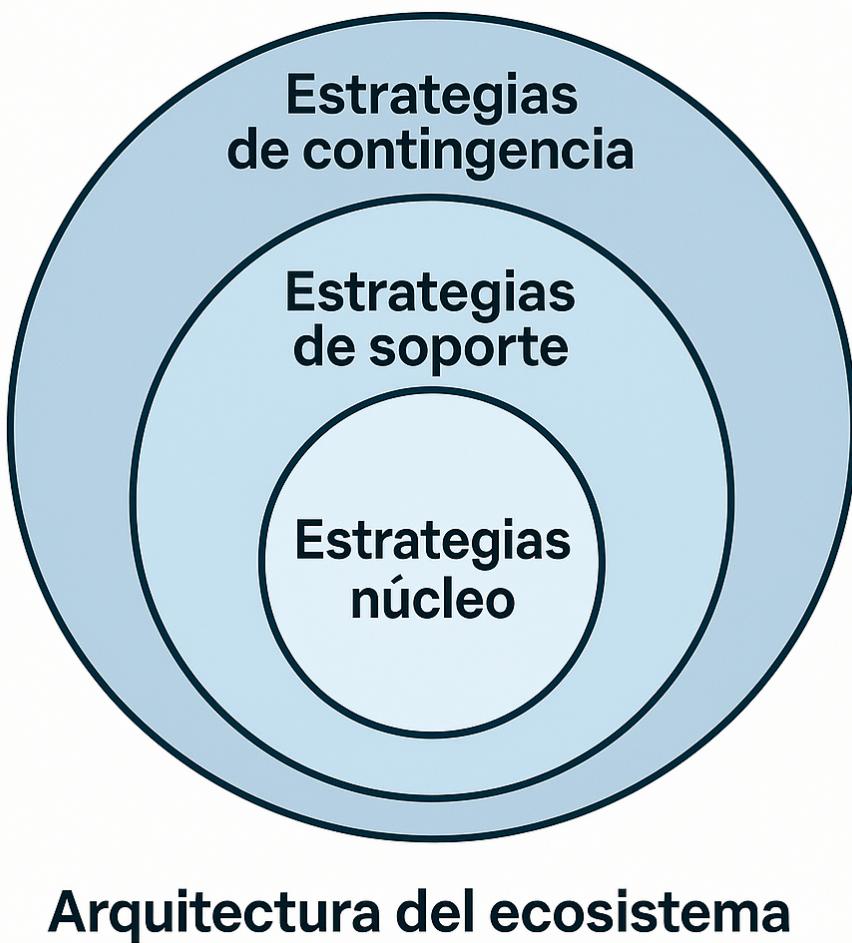
La arquitectura del ecosistema puede narrarse como un sistema en tres anillos interdependientes. En el anillo central, las estrategias núcleo organizan el movimiento pedagógico y definen la dirección del aprendizaje: permiten que los estudiantes analicen datos reales, reciban retroalimentación significativa y desarrollen autonomía técnica. En el segundo anillo, las estrategias de soporte proveen estabilidad operativa: aseguran acceso, orden, claridad metodológica y acompañamiento continuo. En el tercer anillo, las estrategias de contingencia funcionan como amortiguadores sistémicos que se activan cuando surge un riesgo que amenaza los resultados esperados. Lejos de ser respuestas improvisadas, estas contingencias demostraron ser parte estructural del ecosistema, en coherencia con la idea de Checkland (1999) de que los sistemas educativos son adaptativos y requieren flexibilidad para sostener su propósito.

El diagrama que acompaña esta arquitectura representa esta lógica en forma de tres círculos concéntricos, donde cada capa cumple una función específica pero complementaria. En el centro, las estrategias núcleo aparecen como el “motor” que impulsa el proceso formativo. Rodeándolas, las estrategias de soporte conforman un anillo que asegura estabilidad y continuidad. Finalmente, en la periferia, las estrategias de contingencia se disponen como un escudo adaptativo que interviene cuando el sistema se ve presionado por tensiones externas o internas. Esta disposición visual facilita comprender que el ecosistema no es lineal, sino un sistema de retroalimentación continua donde cada acción incide en las demás, tal como propone Morin (2001) al pensar en estructuras educativas que se auto-organizan y se vuelven más complejas.

La metáfora que mejor describe este ecosistema es la de un astrolabio, un instrumento antiguo que permitía orientarse observando múltiples variables en movimiento. En este caso, las estrategias núcleo serían la placa central que permite el cálculo, las estrategias de soporte serían los aros que estabilizan las mediciones y las estrategias de contingencia serían los ajustes finos que permiten corregir la trayectoria cuando el cielo cambia. Esta metáfora evidencia que la experiencia no fue un conjunto de acciones aisladas, sino un sistema articulado que funcionó gracias a la relación dinámica entre sus partes.

En conjunto, esta arquitectura demuestra que la innovación implementada no dependió únicamente de la metodología, ni del soporte tecnológico, ni de la capacidad de reacción ante imprevistos: dependió de la interdependencia entre estas tres capas, que formaron un ecosistema capaz de sostener los resultados de aprendizaje, la pertinencia curricu-

Figura 2.1: Arquitectura del ecosistema estratégico para la enseñanza de Minería de Datos



Fuente: Diagrama elaborado por la autora (2025) a partir de los conceptos de Checkland (1999) y Morin (2001) sobre sistemas adaptativos y pensamiento complejo.

lar y la coherencia formativa del curso. El ecosistema, entendido sistémicamente, muestra que la experiencia no solo fue pedagógicamente sólida, sino estratégicamente sostenible.

2.4.7. Justificación del Logro de Competencias

Las estrategias implementadas en la asignatura Minería de Datos constituyeron el entramado que permitió alcanzar las competencias curriculares previstas en el perfil profesional de la carrera de Tecnologías de la Información. Estas estrategias —núcleo, soporte y contingencia— funcionaron como engranajes interdependientes que articularon los propósitos formativos con las prácticas pedagógicas, garantizando una correspondencia clara entre lo que se enseñó, lo que se hizo y lo que los estudiantes fueron capaces de demostrar. En términos de Zabalza (2003), la formación basada en competencias exige una relación estrecha entre currículo, metodologías y evidencias; en esta experiencia, esa relación se volvió visible al observar cómo cada estrategia contribuyó de manera diferenciada al desarrollo de habilidades técnicas, analíticas, comunicativas y colaborativas. De esta manera, el ecosistema estratégico no solo acompañó el proceso formativo, sino que permitió que las competencias declaradas se materializaran en resultados verificables.

Competencia Analítica y Técnica: Aplicar Técnicas de Minería de Datos a Problemas Reales

Esta competencia se fortaleció principalmente a través del ABP y la evaluación formativa iterativa. El ABP permitió que los estudiantes seleccionaran datasets reales, formularan problemas analíticos y aplicaran técnicas de limpieza, modelamiento y evaluación. Este proceso no solo replicó escenarios profesionales, sino que promovió el razonamiento técnico necesario para tomar decisiones fundamentadas. La evaluación formativa, con su ciclo de versiones y retroalimentación, permitió que los estudiantes corrigieran errores, comprendieran las métricas y justificaran sus modelos. Evidencias como notebooks ejecutables, visualizaciones comparativas y reportes finales muestran que los estudiantes no se limitaron a ejecutar código, sino que desarrollaron comprensión técnica profunda. Tal como señalan Díaz et al. (2025), el aprendizaje en ciencia de datos requiere experimentación guiada y reflexión continua; esta estrategia fue decisiva para consolidar la competencia analítica.

Competencia de Autonomía y Autorregulación del Aprendizaje

Esta competencia se alcanzó gracias al acompañamiento docente situado, a las rúbricas breves y a las plantillas metodológicas, que funcionaron como soportes estables para que los estudiantes aprendieran a gestionar su propio proceso. La autonomía emergió de la posibilidad de revisar retroalimentaciones, corregir notebooks y justificar decisiones sin depender continuamente del docente. De acuerdo con Barnett (2001), la educación superior debe formar sujetos capaces de actuar en contextos inciertos y complejos; en esta experiencia, la autonomía se evidenció cuando los estudiantes tomaron decisiones técnicas, identificaron errores por sí mismos y ejecutaron mejoras significativas entre versiones. Las reflexiones escritas incluidas en sus prácticas confirmaron este proceso metacognitivo, mostrando que aprendieron a monitorear su propio avance.

Competencia de Colaboración y Trabajo en Equipo

La colaboración se consolidó gracias a tres elementos estratégicos: el trabajo en notebooks compartidos, el ABP por grupos y los espacios asincrónicos de soporte diferenciado. Estas estrategias permitieron que los estudiantes asumieran roles complementarios, negociaran decisiones y produjeran análisis conjuntos. Las evidencias: comentarios de distintos miembros en los notebooks, presentaciones finales co-construidas y argumentaciones compartidas, revelan una comunidad de práctica activa, en sintonía con lo planteado por Betz et al. (2024) y Wenger (1998). La colaboración se convirtió en una competencia clave: no solo apoyó la resolución de problemas técnicos, sino que permitió que los estudiantes aprendieran unos de otros, reduciendo brechas y fortaleciendo la identidad profesional colectiva.

Competencia Comunicativa: Explicar Procesos Analíticos y Resultados de Forma Clara y Rigurosa

Esta competencia se alcanzó mediante la combinación de evaluación formativa, plantillas de informe técnico, y videos explicativos como producto final del ABP. Los estudiantes aprendieron a narrar sus decisiones, justificar la selección de modelos y explicar implicaciones de los resultados. Como señala Carlino (2005), la escritura académica y la comunicación técnica son prácticas sociales que requieren mediaciones y estándares: en esta experiencia, las rúbricas y guías estructuradas ofrecieron esos criterios comunes.

La evidencia más clara de este logro son los videos finales y los informes escritos, donde los estudiantes integraron, con claridad creciente, análisis técnicos, visualizaciones y conclusiones bien fundamentadas.

Competencia Ética y Reflexiva en el Uso de Datos

Aunque no fue el foco explícito de la asignatura, esta competencia emergió a partir del trabajo con datos reales y del acompañamiento docente que invitó a reflexionar sobre calidad, veracidad y sesgos. La estrategia de reflexión escrita incluida al final de cada práctica permitió que los estudiantes consideraran la responsabilidad implicada en interpretar datos y construir modelos. En línea con Barnett (2001) y Morin (2001), esta competencia se volvió visible cuando los estudiantes reconocieron límites de sus análisis y cuestionaron los alcances de sus modelos. Las reflexiones finales evidenciaron que comprendieron la naturaleza incompleta y contextual de los datos, mostrando una madurez analítica coherente con el perfil profesional de la carrera.

2.4.8. Síntesis Reflexiva: Coherencia, Pertinencia y Transferibilidad

El ecosistema estratégico desplegado: núcleo, soporte y contingencia, garantizó que las competencias curriculares se alcanzaran de manera coherente, pertinente y transferible. La coherencia se observó en la alineación entre estrategias, actividades y evidencias; la pertinencia se manifestó en la conexión directa entre los aprendizajes y el perfil de egreso; y la transferibilidad quedó demostrada al verificar que las estrategias (ABP, evaluación formativa, acompañamiento situado y soportes tecnológicos) pueden adaptarse a otras asignaturas técnicas y contextos formativos. Como plantean Barnett (2001) y Zabalza (2003), las competencias se construyen en ecosistemas complejos que articulan teoría, práctica y reflexión. En este caso, la arquitectura estratégica permitió que la experiencia trascendiera la asignatura y aportara a la discusión sobre cómo formar profesionales capaces de pensar con datos, actuar con rigor y aprender con autonomía en entornos digitales contemporáneos.

2.5. Evaluación

Tras haber descrito la arquitectura estratégica que dio forma a la experiencia, las estrategias núcleo que impulsaron el aprendizaje, los soportes que garantizaron viabilidad

operativa y las contingencias que aseguraron resiliencia, corresponde ahora examinar cómo se evaluó su eficacia y pertinencia. La explicación detallada de la implementación permitió comprender la ingeniería pedagógica del proceso; sin embargo, como advierten Stake (1995) y Yin (2014), toda sistematización requiere evidencias verificables que respalden sus afirmaciones. Por ello, este nuevo apartado se orienta a mostrar con qué criterios, instrumentos e indicadores se valoró el impacto real de las estrategias descritas y hasta qué punto contribuyeron al logro de las competencias curriculares previstas.

En esta sección se presentarán los instrumentos de evaluación utilizados: rúbricas analíticas, revisión comparada de versiones de notebooks, análisis de productos finales y testimonios reflexivos, así como los indicadores que guiaron la valoración del aprendizaje: autonomía, calidad del análisis técnico, coherencia interpretativa y nivel de colaboración.

2.5.1. Instrumentos de Evaluación Aplicados

La evaluación de una experiencia educativa innovadora requiere instrumentos claros, pertinentes y capaces de producir evidencias que permitan valorar los logros alcanzados. En este curso de Minería de Datos, los instrumentos no solo cumplieron una función técnica, sino que se constituyeron en mecanismos fundamentales para garantizar la validez y credibilidad del proceso, en el sentido propuesto por Casanova (1999), quien señala que la evaluación formativa debe estar basada en criterios explícitos y verificables. Asimismo, responden a la idea de Scriven (1991) de que evaluar implica emitir juicios fundamentados a partir de información relevante y suficiente. Con estos principios, la experiencia desarrolló un conjunto de herramientas que permitieron observar, analizar y triangular el aprendizaje alcanzado por los estudiantes en entornos digitales complejos.

Los instrumentos aplicados fueron:

- Rúbricas analíticas para prácticas y proyectos finales
- Rúbricas analíticas para prácticas y proyectos finales.
- Revisión comparada de versiones de notebooks en Google Colab.
- Análisis de productos finales (informes técnicos, videos explicativos y presentaciones).
- Testimonios reflexivos incluidos en cada práctica.

Cada uno de estos instrumentos aportó un tipo de evidencia distinto y complementario, permitiendo construir una visión robusta del aprendizaje logrado.

Rúbricas Analíticas para Prácticas y Proyectos Finales

Las rúbricas fueron diseñadas con criterios asociados a limpieza de datos, análisis exploratorio, selección de técnicas, interpretación de resultados, justificación del modelo y claridad comunicativa. Su aplicación permitió medir avances con parámetros consistentes y transparentes. Las rúbricas se utilizaron en dos momentos clave: durante las prácticas experimentales y para el proyecto final, facilitando la comparación entre desempeños iniciales y finales. Como sostiene Casanova (1999), las rúbricas son esenciales para la evaluación formativa porque hacen explícitas las expectativas y orientan al estudiante hacia la mejora. La evidencia generada incluye calificaciones cualitativas, observaciones específicas y registros de progreso que muestran una evolución clara en el dominio técnico y en la capacidad de argumentación de los estudiantes.

Revisión Comparada de Versiones de Notebooks en Google Colab

Este instrumento consistió en analizar de manera comparada las diferentes versiones de cada notebook, observando correcciones, mejoras e incorporaciones derivadas de la retroalimentación docente. Su objetivo fue medir la capacidad de aplicar cambios fundamentados, elemento clave de la autorregulación. Este instrumento permitió evaluar no solo el producto final, sino la trayectoria, ofreciendo información valiosa sobre el proceso. La evidencia producida incluye: líneas de código comentadas, ajustes metodológicos, correcciones en visualizaciones, mejoras en métricas y justificaciones integradas. Siguiendo a Stake (1995), este tipo de evidencia fortalece la credibilidad de un estudio de caso, al mostrar el aprendizaje en acción y no solo como resultado final.

Análisis de Productos Finales: Informes Técnicos, Presentaciones y Videos

El proyecto final generó tres tipos de productos: un informe técnico, un notebook ejecutable y una presentación oral en video. Analizar estos productos permitió evaluar la capacidad de integrar todo el ciclo analítico: formulación del problema, análisis exploratorio, modelamiento, evaluación y comunicación. Este instrumento midió tanto competencias técnicas como comunicativas, evidenciando cómo los estudiantes argumentaron sus decisiones, explicaron sus modelos y defendieron sus resultados. Según Scriven (1991),

la evaluación debe considerar múltiples dimensiones para producir juicios completos; este instrumento permitió justamente cubrir la complejidad del desempeño esperado. La evidencia producida incluye informes con estructura coherente, visualizaciones limpias, videos con explicaciones precisas y notebooks con modelos validados.

Testimonios Reflexivos Incluidos al Final de cada Práctica

Este instrumento cualitativo permitió acceder a la dimensión metacognitiva del aprendizaje. Los testimonios escritos —generalmente breves y dirigidos a explicar qué aprendió el estudiante, qué dificultades enfrentó y qué decisiones tomó— aportaron información sobre comprensión conceptual, autonomía y percepción del progreso. Estos testimonios complementaron las evidencias técnicas, ofreciendo profundidad interpretativa, tal como recomienda Stake (1995) al señalar la importancia de la triangulación entre datos cuantitativos y narrativos. La evidencia incluye reflexiones sobre la interpretación de métricas, mejoras realizadas, descubrimientos conceptuales y reconocimiento de limitaciones analíticas.

2.5.2. Justificación General de los Instrumentos Seleccionados

La pertinencia de estos instrumentos radica en su capacidad para capturar distintas dimensiones del aprendizaje: desempeño técnico (rúbricas), mejora progresiva (revisión comparada), integración conceptual (productos finales) y comprensión reflexiva (testimonios). Esta diversidad responde al principio señalado por Casanova (1999), según el cual la evaluación formativa debe ser múltiple y variada para reflejar el carácter complejo del aprendizaje. Además, permite emitir juicios fundamentados, tal como propone Scriven (1991), y aporta credibilidad al estudio, siguiendo la perspectiva de Stake (1995). Los instrumentos fueron seleccionados porque permitieron valorar el proceso, el producto y la reflexión, ofreciendo una mirada integral del aprendizaje alcanzado en una asignatura técnica mediada por tecnología.

En conjunto, los instrumentos aplicados otorgaron solidez metodológica al proceso evaluativo y aportaron evidencia suficiente para afirmar que las competencias curriculares fueron alcanzadas. Al triangular rúbricas, versiones comparadas, productos finales y testimonios reflexivos, la sistematización incorporó un componente crítico que va más allá de la descripción de la experiencia y se adentra en su verificación rigurosa. Con ello, se aseguró la validez interna de los resultados, la credibilidad del proceso formativo y

su transferibilidad a otros contextos educativos. En definitiva, los instrumentos actuaron como puentes entre la operacionalización estratégica y el análisis crítico, garantizando que la evaluación se convierta en un componente central de la sistematización y no en un añadido posterior.

2.5.3. Indicadores de Evaluación y Criterios de Validez

La evaluación de una experiencia educativa basada en datos requiere indicadores que permitan observar el aprendizaje de forma sistemática, verificable y alineada con las competencias curriculares definidas. Los indicadores constituyen, como recuerda Scriven (1991), criterios que orientan el juicio evaluativo y permiten fundamentar conclusiones más allá de impresiones generales. En el contexto de esta sistematización, los indicadores fueron seleccionados para reflejar el carácter técnico, analítico y colaborativo de la asignatura, permitiendo evaluar no solo los productos finales, sino también la trayectoria formativa. Desde la perspectiva de Yin (2014), la validez de un estudio de caso depende de la claridad con la que los indicadores se vinculan con evidencias concretas; por ello, estos fueron diseñados para capturar comportamientos observables, mejoras progresivas y procesos de autorregulación.

Los indicadores aplicados fueron los siguientes:

- Calidad del análisis técnico y del modelamiento aplicado.
- Nivel de autonomía y autorregulación en la mejora de versiones.
- Capacidad interpretativa y solidez argumentativa en resultados.
- Colaboración efectiva dentro de los equipos.
- Reflexión metacognitiva evidenciada en testimonios escritos.

Cada indicador permitió evaluar una dimensión específica del aprendizaje, aportando datos complementarios que fortalecieron la credibilidad del proceso.

Calidad del Análisis Técnico y del Modelamiento Aplicado

Este indicador midió el dominio técnico de los estudiantes para aplicar correctamente técnicas de limpieza, análisis exploratorio, modelamiento y evaluación de modelos. Se aplicó mediante la revisión estructurada de los notebooks, observando criterios como

precisión en el código, adecuación de métricas, coherencia entre técnicas y problemas, y calidad de las visualizaciones. La evidencia producida incluyó mejoras sustantivas entre versiones, selección adecuada de algoritmos, corrección de errores en la manipulación de datos y uso de métricas apropiadas. Según Scriven (1991), un buen indicador debe reflejar el desempeño real del estudiante; en este caso, la calidad técnica fue observable y verificable, fortaleciendo la base del juicio evaluativo.

Nivel de Autonomía y Autorregulación en la Mejora de Versiones

La autonomía se evaluó identificando cuánto del progreso era producto de la iniciativa del estudiante y no solo de la guía docente. Este indicador se aplicó mediante la comparación de versiones consecutivas de los notebooks, analizando si los estudiantes integraron retroalimentación, corrigieron errores de forma independiente o añadieron mejoras no solicitadas. La evidencia generada incluyó comentarios insertados por los estudiantes, reorganización de secciones del notebook, cambios metodológicos justificados y mejoras técnicas voluntarias. Stake (1995) plantea que la credibilidad cualitativa se fortalece cuando se observan procesos y no únicamente resultados; este indicador capturó precisamente esa dimensión procesual del aprendizaje.

Capacidad Interpretativa y Solidez Argumentativa en Resultados

Este indicador valoró la habilidad del estudiante para explicar por qué un modelo funcionó como lo hizo, justificar decisiones metodológicas y comunicar hallazgos con claridad. Se aplicó revisando los informes técnicos, las conclusiones incluidas en cada práctica y los videos de presentación. La evidencia producida incluyó explicaciones coherentes sobre correlaciones, análisis crítico de las métricas, interpretación de patrones en clustering y justificación de modelos alternativos. En línea con Yin (2014), este indicador fortaleció la validez interna del proceso al mostrar que el aprendizaje no se limitó a ejecutar código, sino que implicó razonamiento conceptual.

Colaboración Efectiva Dentro de los Equipos

Evaluar la colaboración fue fundamental dada la naturaleza grupal del proyecto. Este indicador midió la distribución de roles, la coautoría técnica y la argumentación conjunta. Se aplicó observando la participación diferenciada en notebooks compartidos, la coordinación evidenciada en presentaciones y la consistencia narrativa entre miembros del

grupo. Las evidencias incluyeron celdas de código comentadas por distintos estudiantes, videos donde todos explicaban partes del análisis y reportes con secciones claramente atribuidas. Stake (1995) subraya que la triangulación fortalece la credibilidad; este indicador se trianguló con observaciones de participación y productos finales.

Reflexión Metacognitiva Evidenciada en Testimonios Escritos

La reflexión metacognitiva se evaluó mediante los testimonios breves incluidos en cada práctica. Este indicador midió la capacidad para identificar dificultades, explicar procesos de aprendizaje y reconocer decisiones analíticas. La evidencia incluyó textos donde los estudiantes reconocían errores, explicaban mejoras o justificaban cambios metodológicos. Esto coincide con Scriven (1991), quien argumenta que la evaluación debe considerar tanto desempeño observable como razonamientos internos que permiten comprender la transformación del aprendizaje.

2.5.4. Criterios de Validez Adoptados

Para asegurar la validez de la evaluación se adoptaron tres criterios principales:

1. Credibilidad, mediante la triangulación de fuentes e instrumentos (rúbricas, notebooks, productos finales, testimonios). Siguiendo a Stake (1995), esta triangulación fortalece la confianza en los hallazgos.
2. Consistencia, garantizada por el uso sistemático de los mismos indicadores en todas las prácticas y proyectos, permitiendo comparaciones longitudinales. Este principio se alinea con Yin (2014), quien enfatiza la importancia de procedimientos estables para asegurar confiabilidad.
3. Transferibilidad, atendiendo a la posibilidad de que estos indicadores sean aplicados a cursos similares en otras asignaturas técnicas, cumpliendo con la noción de aplicabilidad contextual que propone Scriven (1991).

Estos criterios proporcionaron rigor al estudio, evitando que la evaluación se limitara a descripciones generales y asegurando que cada afirmación estuviera respaldada por evidencia verificable. En conjunto, los indicadores aplicados fortalecieron el proceso evaluativo al permitir una lectura integral del aprendizaje alcanzado. Su carácter técnico, procesual, interpretativo y reflexivo aseguró que se valoraran múltiples dimensiones de la

experiencia, desde la ejecución de modelos hasta la argumentación conceptual y la colaboración. Gracias a estos indicadores, la evaluación adquirió solidez metodológica, credibilidad interpretativa y coherencia curricular. De este modo, el proceso no solo permitió describir una experiencia innovadora, sino también verificar su calidad y transferibilidad, consolidando la validez de los resultados presentados en esta sistematización.

2.5.5. Análisis Preliminar de Evidencias

Las evidencias recogidas en esta experiencia provinieron de múltiples fuentes y reflejan tanto el proceso formativo como los productos finales elaborados por los estudiantes. Entre ellas destacan: (a) las versiones sucesivas de los notebooks en Google Colab, que permiten observar la evolución técnica y analítica; (b) las rúbricas aplicadas en prácticas y proyectos finales; (c) los informes técnicos y videos expositivos entregados por los equipos; y (d) los testimonios reflexivos escritos al cierre de cada práctica. Este conjunto diverso de materiales ofreció una mirada amplia y complementaria del aprendizaje, permitiendo analizar tanto el desempeño observable como los procesos de comprensión, ajuste y regulación interna. Como sugieren Miles et al. (2014), la riqueza del análisis cualitativo depende de la diversidad y densidad de evidencias, lo que en este caso posibilitó una lectura sólida del avance estudiantil.

Para organizar estas evidencias se empleó una estrategia de análisis mixto que incluyó técnicas de categorización cualitativa, codificación temática y análisis descriptivo de frecuencia para elementos cuantificables. Los notebooks fueron analizados mediante un proceso de codificación inicial orientado a identificar mejoras técnicas (corrección de errores, selección de métricas, calidad de visualizaciones), seguido de una codificación axial que agrupó estas mejoras en categorías asociadas a competencias: autonomía, análisis técnico, interpretación y comunicación. Los informes escritos se procesaron con matrices analíticas que permitieron evaluar claridad argumentativa y coherencia metodológica. Por su parte, los testimonios reflexivos fueron codificados siguiendo procedimientos sugeridos por Miles et al. (2014), identificando patrones de percepción, dificultades recurrentes y momentos de comprensión clave. Finalmente, algunos datos numéricos provenientes de rúbricas y conteo de versiones se organizaron en tablas descriptivas simples, siguiendo las recomendaciones de Creswell (2012) para el análisis básico en estudios educativos.

El análisis preliminar de estas evidencias permitió identificar varios patrones significativos. En primer lugar, se observó una tendencia consistente hacia la mejora técnica

progresiva, especialmente en la limpieza de datos, el uso de métricas adecuadas y la optimización de modelos. La comparación entre versiones reveló que los estudiantes corrigieron errores comunes como el mal manejo de valores faltantes o la selección inadecuada de algoritmos, lo cual refleja un proceso de aprendizaje iterativo fortalecido por la evaluación formativa. En segundo lugar, se identificó un aumento en la autonomía a lo largo del semestre, evidenciado en ajustes metodológicos realizados sin indicación explícita del docente. En tercer lugar, emergió un patrón de interpretaciones más sólidas y argumentadas, especialmente en los proyectos finales, donde los estudiantes justificaron mejor sus decisiones analíticas y reconocieron las limitaciones de sus modelos. Finalmente, se observó un fortalecimiento de la colaboración, manifestado en la coherencia narrativa de los informes grupales y la participación distribuida en los videos de presentación.

Los ejemplos concretos ilustran estos patrones y dan vida al análisis. Por ejemplo, un grupo pasó de emplear métricas inadecuadas (como usar accuracy en un dataset desbalanceado) a justificar el uso de F1-score y matriz de confusión, mostrando comprensión del problema. En otro caso, un estudiante documentó: “Al revisar la retroalimentación entendí que el outlier estaba distorsionando mi modelo, así que apliqué un tratamiento adicional y volví a evaluar la métrica”, lo que evidencia autorregulación y aprendizaje metacognitivo. Asimismo, varios notebooks mostraron celdas comentadas por diferentes integrantes, indicando coautoría y trabajo colaborativo. En los videos finales, los estudiantes fueron capaces de explicar con claridad la lógica detrás de sus modelos, integrando visualizaciones, métricas y conclusiones coherentes. Tal como recuerda Stake (1995), el valor de los ejemplos radica en su capacidad de mostrar el aprendizaje vivido y no solo declarado; estos testimonios y productos dan evidencia concreta del desarrollo de competencias técnicas y reflexivas.

Otro hallazgo relevante fue la identificación de dificultades recurrentes, especialmente en la interpretación estadística y en la gestión de la sobrecarga cognitiva. Algunos estudiantes manifestaron en sus testimonios que “comprendían el código, pero no siempre entendían lo que significaban las métricas”, lo cual revela que, aunque hubo avances técnicos significativos, persistieron brechas conceptuales que requieren ser atendidas en futuras iteraciones del curso. Este tipo de información confirma la utilidad de integrar análisis cualitativo y cuantitativo, siguiendo la sugerencia de Creswell (2012) para lograr lecturas más profundas y contextualizadas del aprendizaje.

En conjunto, el análisis preliminar de evidencias permitió comprender no solo qué lograron los estudiantes, sino cómo transitaron hacia dichos logros. Reveló un proceso

marcado por la mejora continua, la apropiación técnica, la consolidación del trabajo colaborativo y la emergencia de una mirada crítica sobre los datos y los modelos. Al mismo tiempo, mostró áreas susceptibles de fortalecimiento, como la interpretación estadística y la gestión del tiempo, elementos que serán retomados en la reflexión crítica que sigue. Como señala Miles et al. (2014), el análisis preliminar es el punto de partida para una interpretación más profunda de significados, tensiones y sentidos formativos. Así, estos hallazgos abren paso al siguiente puente, donde se explorarán de manera crítica las implicaciones, límites y posibilidades de esta experiencia educativa.

2.5.6. Reflexión Sobre Validez, Sesgos y Factibilidad

La validez del proceso evaluativo se aseguró mediante la combinación de triangulación de instrumentos, consistencia de criterios y coherencia entre indicadores, competencias y evidencias recogidas. Se integraron datos provenientes de rúbricas analíticas, versiones comparadas de notebooks, testimonios reflexivos y productos finales, lo cual permitió observar el aprendizaje desde diversas perspectivas, tal como propone Yin (2014) al señalar que la validez en estudios de caso depende de la convergencia de múltiples fuentes. Además, se mantuvo un hilo metodológico estable: los mismos indicadores se aplicaron de forma sistemática a lo largo de todas las prácticas y proyectos finales, fortaleciendo la confiabilidad interna del proceso. La revisión cruzada entre versiones iniciales y finales aportó información sólida sobre progresión, mientras que los testimonios escritos permitieron comprender las transformaciones internas del aprendizaje, añadiendo profundidad interpretativa.

No obstante, el análisis crítico permitió reconocer varios sesgos que surgieron durante la evaluación. El primero fue el sesgo de autoeficacia, observable en testimonios donde algunos estudiantes tendían a sobreestimar su comprensión, especialmente en las primeras semanas. Este riesgo coincide con lo descrito por Maxwell (2013), quien advierte que las percepciones autorreportadas pueden distorsionar el juicio evaluativo. Para mitigarlo, se compararon testimonios con evidencias técnicas objetivas de los notebooks, evitando depender exclusivamente de la percepción estudiantil. Otro sesgo potencial fue el sesgo de observación docente: el riesgo de interpretar las mejoras como más significativas de lo que realmente eran. Para reducirlo, se incorporó revisión comparativa basada en criterios explícitos y trazables. Finalmente, se identificó un sesgo de participación: algunos estudiantes contribuyeron más que otros a las evidencias cualitativas, lo que podría limi-

tar la representatividad de los datos. Para abordarlo, se trianguló con productos grupales y métricas objetivas de desempeño, siguiendo la recomendación de Maxwell (2013) de equilibrar voces fuertes y débiles en investigación cualitativa.

En términos de factibilidad, el proceso evaluativo enfrentó dificultades propias del entorno virtual y del trabajo técnico intensivo. Una de ellas fue la inestabilidad en la conectividad, que afectó la entrega oportuna de versiones intermedias de notebooks y limitó el acceso continuo a Google Colab. Asimismo, algunos estudiantes experimentaron sobrecarga cognitiva debido al uso simultáneo de múltiples herramientas (Colab, Moodle, bibliotecas de Python), lo que dificultó mantener un ritmo uniforme de aprendizaje. Esas dificultades se abordaron mediante soluciones pragmáticas: flexibilización de plazos, provisión de versiones ligeras de notebooks, acompañamiento diferenciado y consolidación de plantillas que facilitaron la organización del trabajo. Como señala Patton (2002), la factibilidad en evaluación implica adaptar los procedimientos a las condiciones reales de los participantes para asegurar utilidad y coherencia más que perfección metodológica. En este sentido, el proceso se mantuvo viable gracias a ajustes contextualizados que permitieron sostener la continuidad evaluativa.

Esta reflexión crítica permitió derivar aprendizajes significativos sobre el diseño y aplicación de procesos evaluativos en experiencias tecnopedagógicas. En primer lugar, se constató que la triangulación —instrumentos, indicadores, productos técnicos y narrativas reflexivas— constituye una estrategia clave para sostener la validez y credibilidad del proceso, especialmente en entornos digitales. En segundo lugar, reconocer los sesgos y límites no debilitó la sistematización, sino que permitió mirarla con mayor rigor y realismo, atendiendo a la complejidad del aprendizaje en ciencia de datos. Finalmente, las adaptaciones realizadas durante la implementación evidencian que un proceso evaluativo robusto es, ante todo, un proceso vivo, que requiere flexibilidad, escucha y capacidad de ajuste. En línea con Stake (1995), esta reflexión final confirma que la validez se construye en el diálogo permanente entre evidencia, interpretación y contexto, abriendo el camino para el cierre evaluativo que consolidará los resultados y aprendizajes del capítulo.

2.5.7. Cierre Integrador de la Evaluación

La evaluación realizada confirmó que la experiencia permitió alcanzar de manera sólida las competencias curriculares previstas para la asignatura de Minería de Datos. Las evidencias recogidas: rúbricas analíticas, versiones comparadas de notebooks, productos

finales y testimonios reflexivos, mostraron progresos claros en el análisis técnico, la interpretación crítica de resultados, la autonomía en la toma de decisiones y la colaboración efectiva dentro de los equipos. Estos logros fueron consistentes con los indicadores definidos y con los instrumentos aplicados, lo cual otorgó credibilidad al proceso evaluativo en el sentido planteado por Stake (1995), para quien la fortaleza de un estudio de caso radica en la coherencia entre los hallazgos y las evidencias que los sustentan. A su vez, la evaluación confirmó que las estrategias pedagógicas implementadas (ABP, retroalimentación iterativa y acompañamiento situado) fueron decisivas para generar transformaciones verificables en el desempeño de los estudiantes.

No obstante, el análisis también permitió reconocer matices y limitaciones importantes que enriquecen la interpretación del proceso. Persistieron dificultades en la comprensión estadística profunda y en la argumentación de ciertos modelos, especialmente en estudiantes con menor dominio previo de programación. Además, la sobrecarga cognitiva derivada del uso simultáneo de múltiples plataformas y herramientas evidenció la necesidad de ajustar el ritmo y la densidad de algunas actividades. Estas limitaciones no disminuyen el valor de la experiencia; por el contrario, lo fortalecen, pues coinciden con la idea de Patton (2002) de que la evaluación útil es aquella que reconoce tanto avances como tensiones, evitando lecturas triunfalistas. Asimismo, estos matices reafirman que toda innovación educativa se despliega en un contexto real y complejo donde los desafíos forman parte del proceso formativo y ofrecen oportunidades de mejora.

Este cierre evaluativo prepara el terreno para reflexionar sobre la transferibilidad y proyección futura de la experiencia. Como señala Patton (2002), una evaluación adquiere sentido cuando orienta decisiones informadas y permite ampliar el alcance de lo aprendido. En este caso, la combinación de logros confirmados, límites identificados y aprendizajes emergentes ofrece una base sólida para pensar cómo esta propuesta puede adaptarse, replicarse o escalarse hacia otros cursos de análisis de datos, otras asignaturas técnicas o incluso programas formativos más amplios. Siguiendo a Stake (1995), el valor de una sistematización radica no solo en comprender lo ocurrido, sino en traducir esa comprensión en prácticas transformadoras. De esta manera, este puente final no cierra la reflexión, sino que abre un diálogo hacia una profunda proyección, transferencia y potencial de esta experiencia dentro y fuera del contexto original.

2.6. Reflexión Final

La evaluación permitió confirmar avances significativos en el desarrollo de competencias técnicas y pedagógicas dentro de la asignatura de Minería de Datos, especialmente en la capacidad para aplicar modelos analíticos, interpretar resultados y trabajar de manera colaborativa. De igual forma, se evidenciaron limitaciones importantes, como brechas en la interpretación estadística, sobrecarga cognitiva ante el uso simultáneo de múltiples herramientas y diferencias en el ritmo de apropiación conceptual entre los estudiantes. Esta síntesis equilibrada de logros y tensiones otorga credibilidad al proceso evaluativo y refuerza la transparencia metodológica del capítulo, preparando el terreno para un análisis más profundo de los significados formativos de la experiencia.

Este apartado abre así la puerta a una reflexión crítica que permitirá comprender no solo qué se logró, sino qué se aprendió a partir de los desafíos enfrentados. La mirada proyectiva se centrará en identificar aprendizajes transferibles, reconocer las condiciones que hicieron posible la experiencia y explorar cómo puede adaptarse a otros cursos, programas o contextos institucionales. De este modo, la sistematización transita desde la verificación evaluativa hacia un horizonte más amplio, donde reflexionar sobre la experiencia se convierte en una oportunidad para transformar prácticas futuras y consolidar una cultura de innovación pedagógica basada en evidencia.

Reflexión Crítica Sobre la Experiencia

Entre los aportes más significativos de esta experiencia destacan la consolidación de un modelo pedagógico basado en proyectos, la integración de prácticas evaluativas formativas y el fortalecimiento del pensamiento analítico en los estudiantes. El uso articulado de notebooks, rúbricas, retroalimentación iterativa y acompañamiento docente situado permitió transformar el aula virtual en un espacio de construcción activa de conocimiento, donde la técnica se integró con la reflexión y la colaboración. Este proceso contribuyó a desarrollar competencias clave: autonomía, rigor analítico, argumentación e interpretación, y evidenció que es posible enseñar minería de datos desde una praxis transformadora, en el sentido planteado por Freire (1997), donde la acción técnica se convierte también en acción crítica. A nivel institucional, la experiencia aportó un modelo replicable para cursos técnicos en modalidad virtual, fortaleciendo la cultura de innovación educativa basada en evidencia.

Sin embargo, la experiencia también estuvo atravesada por tensiones y resistencias que permitieron comprender la complejidad del aprendizaje en entornos digitales. Entre las tensiones más relevantes se encontraron la heterogeneidad en los niveles de dominio técnico, la resistencia inicial al trabajo colaborativo distribuido, las dificultades para interpretar métricas estadísticas y los efectos de la sobrecarga cognitiva derivada del uso simultáneo de múltiples herramientas. Estas tensiones exigieron ajustes continuos, mostrando —como plantea Barnett (2001) — que toda práctica educativa se desarrolla en un campo atravesado por incertidumbre e inestabilidad. También emergieron desafíos logísticos (conectividad, limitaciones tecnológicas) y tensiones asociadas a la participación diferenciada en los equipos. Lejos de ser obstáculos que invalidan el proceso, estas resistencias funcionaron como puntos de inflexión que obligaron a repensar las estrategias pedagógicas y a sostener una escucha sensible hacia las necesidades reales de los estudiantes.

En el plano de los aprendizajes, la experiencia generó transformaciones en tres niveles: personal, colectivo e institucional. En el nivel personal, permitió reconocer la importancia de la mediación docente situada y de la retroalimentación como motor de autonomía, reafirmando la noción de Schön (1992) de que el docente reflexivo aprende en la acción y desde la acción. En el nivel colectivo, la experiencia fortaleció la cohesión de los equipos de trabajo, promovió prácticas de coautoría técnica y consolidó una cultura de apoyo mutuo frente a la complejidad de los problemas analíticos. Los estudiantes desarrollaron no solo habilidades técnicas, sino actitudes asociadas al diálogo, la argumentación y la responsabilidad compartida. Finalmente, en el nivel institucional, la experiencia aportó insumos para repensar la enseñanza de ciencia de datos en modalidad virtual, evidenciendo la necesidad de estructuras evaluativas más flexibles, acompañamiento diferenciado y recursos accesibles. Este triple aprendizaje confirma la afirmación de Jara (2018): sistematizar no es solo ordenar una experiencia, sino producir conocimiento útil para transformar la práctica educativa.

En síntesis, esta reflexión crítica muestra que la experiencia analizada fue mucho más que un conjunto de actividades pedagógicas: fue un proceso de aprendizaje compartido, atravesado por logros, tensiones y reajustes, que permitió mirar de manera profunda la relación entre enseñanza, tecnología, análisis de datos y formación de competencias. Reconocer aportes y dificultades permitió construir una mirada compleja y honesta de la práctica, en coherencia con la perspectiva de Morin (2001), quien señala que toda experiencia significativa implica navegar entre orden y desorden. Esta síntesis prepara el

camino para el siguiente puente, donde se ampliará la mirada hacia la transferencia y la proyección institucional, mostrando cómo las lecciones aprendidas pueden trascender el curso y contribuir a transformar otras prácticas de enseñanza en educación superior.

Bibliografía

- Alzahrani, A., Alharbi, F., & Al-Dosari, H. (2023). Digital collaboration and formative assessment practices in virtual learning environments. *Journal of Educational Technology & Society*, 26(1), 45-60.
- Amerioon, A., Hosseini, S. M., & Moradi, H. (2021). Evaluating individual performance in collaborative data science projects. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 11(4), 95-110.
- Bach, M., & Thiel, S. (2024). Digital collaboration in higher education: Communities of inquiry and distributed learning. *Computers & Education*, 205, 104873.
- Banihashem, S. K., Noroozi, O., Biemans, H. J., & Mulder, M. (2022). Learning analytics to support formative feedback and student engagement in online learning environments. *Computers in Human Behavior*, 132, 107241.
- Barnett, R. (2001). *Los límites de la competencia: El conocimiento, la educación superior y la sociedad*. Gedisa.
- Bazerman, C., Little, J., Bethel, L., Chavkin, T., Fouquette, D., & Garufis, S. (2016). *Escribir en las disciplinas: Investigación y práctica*. Parlor Press.
- Betz, M., Díaz, R., & Hernández, L. (2024). Communities of practice in data science education: Collaborative learning and identity formation. *Journal of Learning Analytics*, 11(2), 55-74.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4.^a ed.). Open University Press.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74.
- Bolívar, A. (2012a). *Cómo mejorar los centros educativos: Política y gestión institucional*. Graó.
- Bolívar, A. (2012b). *Educación y cambio: La innovación educativa como mejora institucional*. Morata.
- Bryson, J. (2018). *Strategic planning for public and nonprofit organizations* (5.^a ed.). Jossey-Bass.
- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad*. Fondo de Cultura Económica.
- Casanova, A. (1999). *La evaluación formativa en el aula*. Morata.

- Cebrián-de-la-Serna, M., & Sánchez-Ruiz, L. M. (2024). Innovación docente y transformación digital en educación superior: Prácticas reflexivas y evaluación continua. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 15(44), 75-98.
- Checkland, P. (1999). *Systems thinking, systems practice*. Wiley.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4.^a ed.). Pearson.
- Díaz, R., Betz, M., & Hernández, L. (2025). Transdisciplinary learning in data science education: Insights from educational data mining. *Computers & Education*, 213, 104931.
- Flick, U. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa*. Morata.
- Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía*. Siglo XXI Editores.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. Teachers College Press.
- Hyland, K. (2009). *Academic discourse: English in a global context*. Continuum.
- Jara, O. (2018). *Para sistematizar experiencias: Una propuesta teórica y metodológica*. Alforja.
- Jara, O. (2021). *Sistematización de experiencias: Construcción de conocimiento desde la práctica*. Siglo del Hombre.
- Johnson, D., & Johnson, R. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365-379.
- Khlaif, Z. N., Salha, S., & Kouraichi, B. (2022). Sustainable digital practices in higher education: Challenges and opportunities. *Journal of Educational Computing Research*, 60(5), 1187-1210.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- León-Marina, F. (2023). Aprendizaje cooperativo y las dificultades en su implantación [Trabajo fin de máster, Universidad de Alicante].
- Lopanova, E., Shakirov, R., Gimatinova, Y., & Luchko, A. (2024). Collaborative assessment in computer science education: Challenges and opportunities. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 19(3), 112-129.
- Lu, O., Huang, A., & Lin, J. (2022). Formative feedback and student engagement in online STEM courses. *Interactive Learning Environments*, 30(2), 310-327.
- Malik, S., Ifinedo, P., & Ghalib, M. (2025). Adaptive learning analytics for student success in data science education. *Journal of Learning Analytics*, 12(1), 41-60.

- Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative research design: An interactive approach* (3.^a ed.). Sage.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3.^a ed.). Sage.
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3.^a ed.). Sage.
- Schön, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Paidós.
- Scriven, M. (1991). *Evaluation thesaurus* (4.^a ed.). Sage.
- Shanley, P. (2022). Project-based learning in computer science: Strategies for engagement in online environments. *ACM Transactions on Computing Education*, 22(4), 1-23.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage.
- Sullivan, F. (2020). Digital formative assessment and self-regulated learning in STEM education. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 267-281.
- Wei, H. (2024). Educational data mining approaches to evaluate learning equity in collaborative settings. *Journal of Educational Data Science*, 3(1), 55-72.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods*. Sage.
- Zabalza, M. A. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario*. Narcea.
- Zimmerman, B. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70.

Pensamiento computacional y minería de datos: experiencias innovadoras en ambientes virtuales

Resumen

El contenido de este libro es producto del trabajo de un equipo de integrantes de la Red Mexicana de Investigadores de la Investigación Educativa (REDMIIE), que han proyectado sus expectativas entre investigadores de entidades y países diversos, con evidentes muestras de intereses, comunes en torno al quehacer de la investigación educativa. En particular, hoy se centra en las nuevas formas de producir conocimiento, idea base de la tarea encomendada como propósito de esta Red durante el periodo de 2019-2020. Para dar inicio a este protocolo, comenzaré por precisar qué es la REDMIIE: es una organización plural y horizontal de investigadores, que realiza investigación sobre la investigación educativa y, al hacerlo, ha logrado constituirse como un colectivo con alto nivel de colaboración, orientado a producir, desarrollar y consolidar la investigación en esta área, así como la promoción de su divulgación, uso y repercusión. Con estos elementos en el centro de las tareas, se organizó el equipo de trabajo de investigación de la investigación educativa, en torno a la intención de hurgar y construir experiencias sobre las "nuevas formas de producir conocimiento", tema en el que se evidencian formas, métodos, enfoques, condiciones institucionales y propósitos de cada uno de los investigadores y equipos de trabajo .

Palabras claves: educación; conocimiento; producción; investigación

Abstract

The content of this book is the product of the work of a team of members of the Mexican Network of Educational Researchers (REDMIIE), who have projected their expectations among researchers from diverse entities and countries, with evident signs of common interests surrounding the work of educational research. In particular, today it focuses on new ways of producing knowledge, the core idea of the task entrusted as the purpose of this Network during the 2019-2020 period. To begin this protocol, I will begin by clarifying what REDMIIE is: it is a plural and horizontal organization of researchers that conducts research on educational research and, in doing so, has managed to establish itself as a highly collaborative collective, focused on producing, developing, and consolidating research in this area, as well as promoting its dissemination, use, and impact. With these elements at the heart of the work, the educational research team was organized around the intention of exploring and building experiences on "new ways of producing knowledge,"^a topic that highlights the forms, methods, approaches, institutional conditions, and purposes of each of the researchers and work teams.

Keywords : education; knowledge; production; research.