



PRIMERA EDICIÓN

INNOVACIÓN PEDAGÓGICA CON USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SOSTENIBILIDAD EN CONTEXTOS PRÁCTICOS

AUTORÍA

Félix Rafael Olivero Sanchez
José Francisco Falconí Novillo
Sandra Elizabeth Campuzano Vera

Innovación pedagógica con uso de inteligencia artificial y sostenibilidad en contextos prácticos

Autores

Félix Rafael Olivero Sánchez
José Francisco Falconí Novillo
Sandra Elizabeth Campuzano Vera

© Ediciones RISEI, 2025.

Todos los derechos reservados.

Este libro se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución CC BY 4.0 Internacional.

Las opiniones expresadas en esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la posición de la editorial.

Editorial: Ediciones RISEI.

Colección Sistematización de Experiencias Educativas.

Título del libro: Innovación pedagógica con uso de inteligencia artificial y sostenibilidad en contextos prácticos.

Autoría: Félix Rafael Olivero Sánchez / José Francisco Falconí Novillo / Sandra Elizabeth Campuzano Vera .

Edición: Primera edición.

Año: 2025.

ISBN: 978-9942-596-31-4.

DOI: <https://doi.org/10.63624/risei.book-978-9942-596-31-4>

Coordinación editorial: Jorge Maza-Córdova y Tomás Fontaines-Ruiz.

Diagramación y diseño: Unidad de Diseño.

Revisión por pares: Sistema doble ciego de revisión externa.

Machala — Ecuador, diciembre de 2025.

Este libro fue diagramado en L^AT_EX.

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

Contacto: info@risei.org

Prólogo

Este libro no es un compendio de buenas prácticas pedagógicas, sino una declaración de intenciones: la afirmación de que la educación superior puede, y debe, ser un espacio de transformación radical. En un contexto donde la formación técnica tiende a reducirse a la transmisión de conocimientos y la adquisición de habilidades técnicas, estas tres experiencias desde un aula virtual en Milagro hasta una comunidad indígena en Chimborazo y un curso de desarrollo sostenible desafían esa lógica. Cada una, en su ámbito, demuestra que el aprendizaje profundo no nace de la exposición magistral, ni de la adopción mecánica de tecnologías, sino de un acto intencional de co-construcción, de diálogo entre saberes y de reconocimiento de la persona como sujeto completo: pensante, emocional, cultural y ético.

El primer capítulo, firmado por el Dr. Félix Rafael Olivero Sánchez, explora la integración crítica de la inteligencia artificial en la enseñanza de la Estadística Descriptiva. Aquí, la IA no actúa como un sustituto del docente, sino como un catalizador de pensamiento. A través del marco del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA), los estudiantes no solo aprenden a calcular medias o desviaciones; aprenden a cuestionar las fuentes, a identificar sesgos en los datos generados por algoritmos y a comprender que la estadística es una herramienta de interpretación del mundo, no un conjunto de fórmulas abstractas.

El uso de ChatGPT, DeepSeek o Wolfram Alpha se convierte en una práctica pedagógica cuando se articula con la exigencia de justicia epistémica: los estudiantes descubren que la tecnología no es neutra, y que su valor radica en cómo la humanidad la usa. Esta experiencia demuestra que la autonomía cognitiva se construye cuando se permite al estudiante equivocarse, analizar el error y reconstruir el conocimiento con herramientas que amplifican su capacidad crítica, no que la sustituyen.

El segundo capítulo, liderado por el MSc. José Francisco Falconí Novillo, lleva esta misma lógica al territorio rural y comunitario. Allí, la innovación no se mide en software o dispositivos, sino en la capacidad de articular saberes técnicos modernos con cosmovisiones ancestrales. En la comunidad COCIHC, la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura no fue una imposición externa, sino un proceso de co-diseño. Los productores indígenas, hablantes de kichwa, no recibieron protocolos de higiene como normas universales, sino que participaron en la creación de un Manual de Calidad que integró la limpieza simbólica con la desinfección química, la memoria oral con los registros de trazabilidad.

La reducción del 40 % en pérdidas por contaminación fue un efecto colateral; el logro verdadero fue la reivindicación de la autonomía comunitaria. Este capítulo expone una verdad incómoda: la sostenibilidad agroindustrial no se logra con infraestructura, sino

con justicia cognitiva. Cuando el conocimiento científico se somete a la validación comunitaria, cuando la ciencia se convierte en diálogo y no en dictado, la innovación deja de ser un proyecto técnico para convertirse en un acto de dignificación. La tecnología, en este caso, no es el motor, sino el puente entre dos mundos que, hasta entonces, hablaban lenguas distintas.

El tercer capítulo, presentado por la Mtra. Sandra Elizabeth Campuzano Vera, desplaza el foco del ámbito técnico al ámbito afectivo. Frente a una asignatura de Desarrollo Sostenible marcada por la apatía y el miedo al error, la docente no recurrió a nuevas metodologías, sino a una ética del cuidado. Creó un clima de seguridad psicológica donde el error no se castiga, sino que se convierte en la semilla del aprendizaje. A través de la escucha activa, la normalización del fracaso y el uso estratégico del humor respetuoso, transformó una clase en un espacio de confianza. Los resultados fueron contundentes: la participación espontánea aumentó del 38 % al 76 %, y el rendimiento promedio subió de 6,8 a 8,4/10.

Pero más allá de los indicadores, se produjo una transformación ética: los estudiantes dejaron de ver la sostenibilidad como un tema académico y la vivieron como una práctica cotidiana, una decisión de consumo, un compromiso con su familia y su entorno. Esta experiencia no es un método, sino una filosofía: el aprendizaje significativo exige que el docente reconozca al estudiante como un ser humano completo, con historias, miedos, esperanzas y un lugar en el mundo. La motivación intrínseca, como señala la teoría de la autodeterminación, nace cuando se satisfacen las necesidades de autonomía, competencia y pertenencia. Este capítulo es una prueba irrefutable de que la pedagogía humanista no es un complemento, sino la base misma de cualquier aprendizaje duradero.

Estas tres experiencias, aparentemente distintas una virtual, otra rural, otra emocional convergen en un mismo eje: la pedagogía como acto de justicia. En cada una, la tecnología, la ciencia o la metodología no son fines, sino medios. El propósito central es restablecer el equilibrio entre el saber técnico y el saber vivido, entre la institución y la comunidad, entre el docente y el estudiante. Se rechaza el modelo de transferencia unidireccional de conocimientos, y se abraza la co-construcción como principio epistemológico. Se rechaza la neutralidad aparente de la técnica, y se asume la responsabilidad ética de usarla en función de la equidad. Se rechaza la educación como mera formación profesional, y se afirma como formación ciudadana.

El documento se inscribe en una tradición crítica de la educación, desde Paulo Freire hasta Carl Rogers, que entiende que enseñar no es llenar un recipiente, sino encender un fuego. Cada capítulo es un testimonio de que la innovación pedagógica auténtica no requiere grandes presupuestos, sino voluntad, reflexión y humildad. No se trata de adoptar nuevas herramientas, sino de redefinir el rol del docente como facilitador, mediador y compañero de camino. No se trata de mejorar índices de aprobación, sino de transformar la relación entre el conocimiento y la vida.

La sostenibilidad que aquí se propone no es solo ambiental, sino pedagógica y social. Es sostenible porque se construye desde dentro, con los actores que la habitan. Es sostenible porque se documenta, se reflexiona y se comparte. Es sostenible porque no depende

de un único docente, sino de una cultura institucional que valora la experiencia como conocimiento válido. La propuesta del libro RISEI SA es clara: la educación superior debe dejar de ser una torre de marfil para convertirse en un espacio de encuentro, de diálogo y de acción transformadora.

Este libro no ofrece recetas, sino ejemplo de cómo una clase de estadística puede convertirse en un ejercicio de conciencia crítica; cómo una microempresa láctea puede convertirse en un laboratorio de justicia intercultural; cómo un curso de desarrollo sostenible puede convertirse en un acto de empoderamiento ético. Son ejemplos que desafían la idea de que la educación técnica debe ser fría, objetiva y descontextualizada. Demuestran que la excelencia académica y la sensibilidad humana no son contrarias, sino complementarias.

En un mundo que exige profesionales capaces de resolver problemas complejos, este libro nos recuerda que la verdadera competencia no reside solo en dominar técnicas, sino en saber preguntar: ¿para quién? ¿por qué? ¿con quién? Y, sobre todo, ¿cómo hacerlo con justicia?

Las experiencias aquí sistematizadas no son excepciones. Son posibilidades. Posibilidades de una educación que no se conforma con formar técnicos, sino con formar seres humanos críticos, comprometidos y capaces de construir un futuro más justo. Este libro es un llamado a la acción: no para imitar estas prácticas, sino para crear las nuestras, con la misma valentía, la misma ética y la misma fe en la capacidad de la educación para transformar realidades.

La educación no es un lujo. Es una necesidad. Y cuando se ejerce con humanidad, se convierte en un acto de resistencia y de esperanza.

Índice general

Prólogo	i
1. Sistematización de experiencias con inteligencia artificial en clases virtuales de Estadística descriptiva: beneficios, desafíos y recomendaciones	1
1.1. Introducción	3
1.2. Sistematización de experiencias con inteligencia artificial en clases virtuales de estadística descriptiva	7
1.2.1. Contexto y justificación	7
1.2.2. Marco teórico y conceptual	8
1.2.3. Metodología de la experiencia	10
1.2.4. Narrativa detallada por fases	13
1.2.5. Roles de los actores y dinámicas colaborativas	15
1.2.6. Integración curricular y análisis institucional	16
1.2.7. Reflexión pedagógica y aprendizajes	16
1.2.8. Recomendaciones para futuras implementaciones	17
1.2.9. Anexos	17
1.3. Implementación, resultados y aprendizajes de la experiencia innovadora con IA en la enseñanza de la estadística descriptiva	19
1.3.1. Descripción detallada de la implementación	19
1.3.2. Participación de los actores y dinámicas colaborativas	23
1.3.3. Evidencias y resultados de la experiencia	25
1.3.4. Evaluación crítica y aprendizajes clave	27
1.3.5. Sostenibilidad, institucionalización y recomendaciones	29
1.3.6. Reflexión ética, inclusión y responsabilidad social	31
1.4. Reflexión, conclusión y recomendaciones	33
1.4.1. Reflexión crítica sobre la experiencia implementada	33
1.4.2. Recomendaciones para replicar o adaptar la experiencia	35
1.4.3. Conclusión: impacto y propuestas de continuidad o investigación futura	37
1.4.4. Uso de apoyo tecnológico o inteligencia artificial	39
1.5. Conclusiones	40
2. Innovación y sostenibilidad en la cadena láctea rural: una experiencia de campo en la comunidad COCIHC, Colta – Chimborazo	46
2.1. Introducción	48
2.2. Sistematización de la experiencia sobre innovación y sostenibilidad en la cadena láctea rural: una experiencia de campo	52
2.2.1. Contexto y justificación	52
2.2.2. Narrativa detallada por fases	53
2.2.3. Roles de los actores y dinámicas colaborativas	57
2.2.4. Integración curricular y análisis institucional	58

Tabla de Contenidos

2.2.5.	Reflexión pedagógica y aprendizajes	60
2.2.6.	Anexos	62
2.3.	Implementación, resultados y aprendizajes de la experiencia innovadora	63
2.3.1.	Descripción detallada de la implementación	63
2.3.2.	Participación activa de los actores	66
2.3.3.	Evidencias de la experiencia en marcha	68
2.3.4.	Resultados alcanzados	71
2.3.5.	Evaluación crítica del proceso	74
2.3.6.	Sostenibilidad y escalabilidad	76
2.3.7.	Integración con el currículo y la política educativa	78
2.3.8.	Reflexión ética y social	80
2.4.	Reflexión, conclusiones y recomendaciones	83
2.4.1.	Reflexión crítica sobre la experiencia	83
2.4.2.	Recomendaciones para replicar o adaptar la experiencia	85
2.4.3.	Conclusión: Impacto y propuestas de continuidad o investigación futura	89
2.5.	Conclusiones	93
3.	Motivación y confianza para enseñar desarrollo sostenible más allá de la teoría	97
3.1.	Introducción	100
3.2.	Sistematización de experiencias innovadora motivación y confianza para enseñar desarrollo sostenible más allá de la teoría	105
3.2.1.	Contexto y justificación	105
3.2.2.	Narrativa detallada por fases	106
3.2.3.	Roles de los actores y dinámicas colaborativas: estructura, agencia y tensiones	110
3.2.4.	Integración curricular y análisis institucional: entre el diseño académico y las tensiones organizativas	113
3.2.5.	Reflexión pedagógica y aprendizajes: entre logros, tensiones y horizontes críticos	116
3.2.6.	Anexos: evidencia, función y validación	119
3.3.	Implementación, resultados y aprendizajes de la experiencia innovadora: Motivación y confianza para enseñar desarrollo sostenible más allá de la teoría	121
3.3.1.	Descripción detallada de la implementación	121
3.3.2.	Participación activa de los actores	124
3.3.3.	Evidencias de la experiencia en marcha: sistematización, análisis y fundamentación	127
3.3.4.	Resultados alcanzados: análisis multidimensional y validación de impacto	130

3.3.5.	Evaluación crítica del proceso: aprendizaje reflexivo, límites y horizontes de mejora	133
3.3.6.	Sostenibilidad y escalabilidad	136
3.3.7.	Integración con el currículo y la política educativa	138
3.3.8.	Reflexión ética y social	140
3.4.	Reflexión, conclusión y recomendaciones	142
3.4.1.	Reflexión crítica sobre la experiencia	142
3.4.2.	Recomendaciones para replicar o adaptar la experiencia	145
3.4.3.	Conclusión: impacto y proyecciones	147
3.4.4.	Uso de apoyo tecnológico e inteligencia artificial	150
3.5.	Conclusiones	151

Sistematización de experiencias con inteligencia artificial en clases virtuales de Estadística descriptiva: beneficios, desafíos y recomendaciones

Félix Rafael Olivero Sánchez ¹

Esta sistematización analiza la implementación de herramientas de inteligencia artificial en un curso virtual de Estadística Descriptiva en la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador, contexto de acceso limitado a recursos digitales. El propósito fue transformar la percepción negativa de los estudiantes hacia la estadística mediante una estrategia pedagógica que integra el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA). Se empleó una metodología cualitativa de investigación-acción participativa. Los principales resultados evidencian un aumento significativo en el rendimiento académico, la autonomía estudiantil y la valoración de la estadística como herramienta profesional, validando el modelo DUA-ERCA-IA como un enfoque inclusivo, crítico y replicable.

¹Universidad Estatal de Milagro, foliveros2@unemi.edu.ec.

Índice

1.1. Introducción	3
1.2. Sistematización de experiencias con inteligencia artificial en clases virtuales de estadística descriptiva	7
1.2.1. Contexto y justificación	7
1.2.2. Marco teórico y conceptual	8
1.2.3. Metodología de la experiencia	10
1.2.4. Narrativa detallada por fases	13
1.2.5. Roles de los actores y dinámicas colaborativas	15
1.2.6. Integración curricular y análisis institucional	16
1.2.7. Reflexión pedagógica y aprendizajes	16
1.2.8. Recomendaciones para futuras implementaciones	17
1.2.9. Anexos	17
1.3. Implementación, resultados y aprendizajes de la experiencia innovadora con IA en la enseñanza de la estadística descriptiva	19
1.3.1. Descripción detallada de la implementación	19
1.3.2. Participación de los actores y dinámicas colaborativas	23
1.3.3. Evidencias y resultados de la experiencia	25
1.3.4. Evaluación crítica y aprendizajes clave	27
1.3.5. Sostenibilidad, institucionalización y recomendaciones	29
1.3.6. Reflexión ética, inclusión y responsabilidad social	31
1.4. Reflexión, conclusión y recomendaciones	33
1.4.1. Reflexión crítica sobre la experiencia implementada	33
1.4.2. Recomendaciones para replicar o adaptar la experiencia	35
1.4.3. Conclusión: impacto y propuestas de continuidad o investigación futura	37
1.4.4. Uso de apoyo tecnológico o inteligencia artificial	39
1.5. Conclusiones	40

1.1. Introducción

La integración de herramientas de inteligencia artificial (IA) en la educación universitaria ha transformado profundamente los entornos virtuales de aprendizaje, especialmente en disciplinas cuantitativas como la Estadística. Durante el primer semestre de 2024, el equipo docente llevó a cabo una experiencia educativa innovadora en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), institución pública ubicada en Milagro, Ecuador. Esta universidad atiende a una población estudiantil de nivel socioeconómico medio-bajo, con acceso limitado pero creciente a recursos digitales.

En este contexto, el curso de Estadística Descriptiva involucró a 45 estudiantes del cuarto semestre de la carrera de Educación Básica, con edades entre 19 y 22 años y una distribución equitativa por género. El equipo docente impartió el curso íntegramente en modalidad virtual mediante la plataforma Moodle y complementó las clases con sesiones síncronas en Google Meet. Este entorno permitió explorar el potencial de la IA como mediador pedagógico en contextos de formación docente, en línea con las tendencias globales que destacan la IA como catalizador del aprendizaje personalizado (Luckin et al., 2024; Zawacki-Richter et al., 2019).

Sin embargo, el grupo presentaba conocimientos previos heterogéneos en matemáticas, habilidades digitales moderadas y una marcada desmotivación hacia la estadística, percibida como una disciplina abstracta y poco aplicable. Esta actitud se reflejaba en su rendimiento académico histórico, caracterizado por dificultades persistentes para interpretar datos y aplicar métodos estadísticos en situaciones reales. Ante este panorama, el equipo docente decidió repensar las estrategias de enseñanza mediante recursos tecnológicos que promovieran un aprendizaje más significativo y contextualizado. La experiencia se orientó a aprovechar las capacidades de asistentes de IA como ChatGPT, DeepSeek, Julius y Wolfram Alpha para fortalecer la comprensión conceptual, la autonomía del estudiante y la retroalimentación inmediata, en coherencia con los principios del aprendizaje adaptativo propuestos por Holmes y Porayska-Pomsta (2023).

Así, el principal desafío que impulsó esta experiencia fue la baja comprensión de conceptos estadísticos básicos entre los estudiantes. Un análisis de los resultados del primer parcial mostró que el 65 % obtuvo una calificación igual o inferior a 12/20. Solo el 20 % participó activamente en los ejercicios prácticos propuestos durante las sesiones virtuales, y las revisiones voluntarias registraron una tasa de ausencia del 30 %. El equipo docente

complementó estos datos cuantitativos con observaciones cualitativas que revelaron frustración, inseguridad y un compromiso limitado con la asignatura.

De ahí que esta situación resultara crítica porque la competencia estadística es fundamental en la formación de futuros docentes, quienes requieren habilidades analíticas sólidas para tomar decisiones basadas en evidencia por GAISE II (Bargagliotti et al., 2020). Además, la modalidad virtual, aunque necesaria, limitaba las interacciones directas y la retroalimentación inmediata, elementos clave para el aprendizaje de contenidos complejos (Shahid et al., 2019). Por tanto, el equipo docente identificó la necesidad de diseñar estrategias que compensaran estas restricciones y fortalecieran la motivación y la comprensión conceptual mediante el uso estratégico de la IA.

Con este propósito, el objetivo de esta sistematización fue mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la Estadística Descriptiva mediante la integración crítica de herramientas de inteligencia artificial. El equipo docente buscó no solo elevar el rendimiento académico, sino también fomentar un aprendizaje significativo en el que los estudiantes relacionaran los conceptos estadísticos con problemas reales de su futuro profesional. La experiencia se orientó al desarrollo de competencias analíticas, digitales y críticas, alineadas con el proyecto educativo institucional de la UNEMI, que promueve la innovación pedagógica y el uso responsable de la tecnología. Así, se pretendía construir un modelo replicable que optimizara el tiempo docente, personalizara el aprendizaje y generara conocimiento sobre la enseñanza de la estadística en entornos virtuales, en consonancia con los marcos de alfabetización de datos propuestos por el International Statistical Literacy Project (Ashcraft, 2002; Falck et al., 2023).

Además, esta iniciativa adquiere valor por su enfoque pedagógico fundamentado y su potencial de transferencia a otros contextos educativos. La experiencia no se limitó a incorporar tecnología, sino que articuló dicha tecnología con principios del aprendizaje significativo (Ausubel, 1977), el constructivismo sociocultural (Vygotsky, 1978) y la pedagogía digital crítica. Además, el equipo docente documentó tanto los logros como las dificultades, lo que permite extraer lecciones útiles para la comunidad académica. El uso de la IA no se planteó como un fin en sí mismo, sino como un medio para fortalecer el pensamiento estadístico y la autonomía del estudiante (Ausubel, 2000).

Por lo que, este enfoque equilibrado entre innovación y rigor pedagógico constituye un aporte relevante en un momento en que muchas instituciones adoptan tecnologías sin una reflexión profunda sobre sus implicaciones didácticas (Schiff, 2022). La experiencia demuestra que la tecnología, cuando se integra con intención pedagógica, puede conver-

tirse en un catalizador del aprendizaje profundo y transformador, tal como lo sostienen recientes estudios sobre IA generativa en educación superior (Cotton et al., 2024; Lo, 2023).

Por tanto, el estudio se centró en una experiencia concreta desarrollada en el primer semestre de 2024 en la asignatura de Estadística Descriptiva de la UNEMI. No se pretende generalizar los hallazgos a todas las disciplinas o modalidades educativas, sino profundizar en un caso específico que ilumine las posibilidades y límites de la IA en la enseñanza virtual de contenidos cuantitativos. La sistematización se basó en datos cuantitativos (calificaciones, tasas de participación) y cualitativos (observaciones, reflexiones docentes, retroalimentación estudiantil).

Por consiguiente, las herramientas utilizadas incluyeron ChatGPT, DeepSeek, Julius y Wolfram Alpha, seleccionadas por su accesibilidad, funcionalidad y capacidad para ofrecer retroalimentación interactiva en tiempo real. Este enfoque metodológico permitió capturar la complejidad de la experiencia y ofrecer una visión integral de sus impactos, en línea con las recomendaciones de sistematización de experiencias educativas propuestas por Pérez Serrano (2021).

Este escenario da lugar a una pregunta central: ¿cómo puede la inteligencia artificial transformar la percepción que los estudiantes tienen de la estadística? La respuesta emergió de manera gradual: el equipo docente reemplazó la corrección inmediata por la exploración guiada y sustituyó la evaluación punitiva por la retroalimentación constructiva. Los estudiantes comenzaron a ver la estadística no como una amenaza, sino como una herramienta útil para comprender su entorno. Este cambio de paradigma afectó positivamente no solo la participación, sino también la calidad de las intervenciones. Para finales del semestre, el porcentaje de estudiantes que intervenía espontáneamente había aumentado al 70 %, y la media de las evaluaciones subió a 8,1/10, con una desviación estándar reducida ($\pm 0,9$), lo que sugiere una mayor equidad en el aprendizaje.

Mientras que, la conexión con la agenda global de la innovación educativa no es meramente formal, sino operativa. El enfoque adoptado en el aula traduce los principios abstractos de la pedagogía digital en acciones concretas: los estudiantes utilizan la IA para resolver dudas, verificar procedimientos y visualizar datos, lo que fortalece su formación técnica y su confianza en el manejo de información cuantitativa. Estas actividades no solo mejoran su rendimiento académico, sino que lograron posicionarlo como futuros docentes capaces de integrar la tecnología de manera crítica y ética en sus propias aulas. Así, la estadística dejaría de ser un obstáculo para convertirse en una competencia funda-

mental, lo que contribuyó a reforzar su relevancia y aplicabilidad, en coherencia con los estándares internacionales de competencia estadística (Raman et al., 2023).

Ya que, la dimensión afectiva del aprendizaje, a menudo subestimada en la educación superior técnica, demostró ser un factor determinante en este caso. La creación de un clima de seguridad psicológica donde los estudiantes se sienten libres de equivocarse y explorar fue la condición previa para cualquier avance cognitivo significativo. Este hallazgo respaldó las investigaciones recientes que vinculan el bienestar emocional con el rendimiento académico (Mahrous et al., 2023) y subrayó la necesidad de integrar la inteligencia emocional en los planes de estudio de carreras técnicas, tradicionalmente centradas en lo cognitivo. La IA, en este contexto, no reemplazó al docente, sino que potenció su rol como facilitador del aprendizaje, permitiéndole dedicar más tiempo a la orientación personalizada y al acompañamiento emocional, tal como lo sugiere el modelo de “docente como diseñador de experiencias” propuesto por Fullan et al. (2024).

Además, la temporalidad de la experiencia del primer semestre de 2024 no es casual. Coincidió con un período de consolidación de la educación virtual postpandémica, en el que muchos estudiantes aún lidiaban con secuelas de aislamiento, ansiedad y desconexión social. En este contexto, la estrategia docente no solo abordó contenidos disciplinares, sino que también funcionó como un espacio de reconexión humana mediada por la tecnología. Esta dimensión contextual refuerza la importancia de adaptar las prácticas pedagógicas a las circunstancias históricas y sociales específicas en las que se desarrollan, evitando soluciones universales y rígidas, como advierten Tang et al. (2024) en su análisis sobre equidad en la educación digital (Ariza Ruiz et al., 2022).

Finalmente, esta experiencia no se concibió como un fin en sí mismo, sino como un punto de partida para una transformación pedagógica más amplia. El equipo docente está sistematizando los aprendizajes obtenidos para compartirlos con otros docentes de la facultad, con el objetivo de construir una comunidad de práctica en torno a la enseñanza crítica de la estadística con apoyo de IA. Así, lo que comenzó como una intervención en un aula se proyecta como un modelo institucional replicable, capaz de inspirar cambios en otras asignaturas y carreras.

En síntesis, esta introducción prepara el terreno para una exploración rigurosa y reflexiva de una práctica docente que desafía la lógica tradicional de la enseñanza universitaria. Más allá de la transmisión de información, la experiencia pone en evidencia que la tecnología, cuando se integra con intención pedagógica y sensibilidad humana, puede transformar positivamente el aprendizaje de disciplinas complejas como la estadística.

Al sistematizar esta práctica, no solo se rescata una estrategia innovadora, sino que se construye un modelo pedagógico replicable en otros contextos similares.

De ahí que, los módulos siguientes explorarán con mayor profundidad los beneficios observados, los desafíos enfrentados y las recomendaciones emergentes para la integración efectiva de la IA en la educación superior. Así, esta sistematización aspira a contribuir no solo a la mejora de la docencia en la Universidad Estatal de Milagro, sino también al debate más amplio sobre cómo aprovechar las tecnologías emergentes para fortalecer el aprendizaje significativo en la era digital.

1.2. Sistematización de experiencias con inteligencia artificial en clases virtuales de estadística descriptiva

1.2.1. Contexto y justificación

La Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), ubicada en Milagro, Ecuador, atiende a una población estudiantil con acceso limitado a recursos digitales. Dado este contexto, el curso de Estadística Descriptiva se impartió en modalidad virtual, lo que planteó desafíos como la desmotivación del alumnado y la dificultad para comprender conceptos estadísticos. Para abordar estas problemáticas, el equipo docente integró herramientas de inteligencia artificial como mediadores pedagógicos, en coherencia con tendencias globales que impulsan el aprendizaje personalizado.

La experiencia se basó en principios del aprendizaje significativo, el constructivismo sociocultural y la pedagogía digital crítica, con el objetivo de mejorar el rendimiento académico y desarrollar competencias analíticas en futuros docentes. La aplicación del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) permitió el diseño de actividades diversas y accesibles, adaptadas a diferentes estilos y necesidades de aprendizaje. Al mismo tiempo, el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA) promovió un proceso dinámico de reflexión y transformación entre estudiantes y docentes, fortaleciendo el pensamiento crítico y la praxis educativa.

1.2.2. Marco teórico y conceptual

Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) constituye un marco pedagógico que busca eliminar barreras en el proceso educativo mediante la provisión de múltiples medios de representación, acción y expresión, y motivación e implicación (CAST, 2018). En esta experiencia, el DUA no solo funcionó como guía metodológica, sino como un principio rector del diseño instruccional, especialmente relevante en un contexto virtual con acceso desigual a recursos digitales.

Así, cada uno de sus principios se implementó de forma intencionada:

- En cuanto a múltiples medios de representación, se presentaron los contenidos estadísticos en formatos diversos: textos, videos explicativos, simulaciones interactivas y ejemplos contextualizados, lo que permitió a los estudiantes acceder al conocimiento según sus preferencias cognitivas. Por lo que, *Wolfram Alpha* fue utilizado para generar visualizaciones dinámicas de histogramas, facilitando la comprensión de distribuciones de frecuencia incluso para quienes presentaban dificultades con tablas numéricas.
- Respecto a la acción y expresión, las herramientas de IA permitieron diferentes formas de interactuar con los datos. Los estudiantes pudieron usar *Julius* para simular casos reales, manipular variables y observar resultados en tiempo real, promoviendo un aprendizaje activo. Además, se ofrecieron opciones variadas para demostrar su comprensión: desde la elaboración de informes escritos hasta la creación de infografías o presentaciones orales.
- En relación con la motivación e implicación, se diseñaron actividades gamificadas y retos con *ChatGPT*, donde los estudiantes debían detectar errores en tablas generadas artificialmente. Esta estrategia no solo despertó el interés, sino que fomentó una actitud crítica frente a las tecnologías, alineándose también con el desarrollo de competencias digitales responsables.

Por tanto, el DUA no operó de forma aislada, sino en estrecha articulación con otros marcos pedagógicos, especialmente con el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ER-CA), como se detalla a continuación.

Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA)

Si bien el DUA garantiza accesibilidad y diversidad en el acceso al conocimiento, el ERCA aporta una dimensión transformadora al proceso de enseñanza-aprendizaje. Inspirado en la pedagogía crítica de Freire (1970), este enfoque promueve un ciclo continuo de experiencia, reflexión, crítica y acción, concebido como una praxis dialéctica entre teoría y práctica (Brookfield, 2017; Carr & Kemmis, 1988).

En esta experiencia, el ERCA permitió que los estudiantes trascendieran el mero dominio técnico de conceptos estadísticos para cuestionar su uso ético y social. De acuerdo con Dewey (1933), la reflexión es un proceso activo y riguroso que permite reinterpretar la experiencia a la luz de nuevas evidencias. Este principio se puso en práctica cuando, tras interactuar con *ChatGPT*, los estudiantes identificaron errores en tablas de frecuencia generadas por la IA, lo que desencadenó una discusión guiada sobre la confiabilidad de las tecnologías algorítmicas. Schön (1983) subraya que el profesional reflexivo piensa *en la acción y sobre la acción*; en este caso, los futuros docentes no solo usaron la IA, sino que analizaron críticamente sus limitaciones, desarrollando un juicio profesional más sólido.

Además, el ciclo ERCA se potenció con aportes contemporáneos de la pedagogía digital crítica. Autores como Selwyn (2022) advierten sobre los riesgos de una adopción acrítica de la tecnología en educación, especialmente en contextos con brechas digitales. En coherencia con esta perspectiva, se promovió un debate sobre sesgos en los datos y en los algoritmos, vinculándolo con realidades educativas locales. Asimismo, Knox et al. (2020) destaca que la inteligencia artificial no es neutral, sino que reproduce estructuras de poder existentes; esta idea fue trabajada durante el foro colaborativo con *DeepSeek*, donde los estudiantes analizaron cómo los datos sobre hábitos de estudio podrían ser utilizados de forma discriminatoria si no se interpretan con criterio ético.

Por tanto, el ERCA no se limitó a un modelo de análisis individual, sino que impulsó una concienciación colectiva (*conscientização* freiriana) sobre el papel de la estadística y la IA en la sociedad. Las cuatro fases del ciclo experiencia, reflexión, crítica y acción se vivieron de forma iterativa a lo largo de la semana, culminando en propuestas concretas para aplicar el pensamiento crítico en sus futuras prácticas docentes.

Inteligencia Artificial como mediador pedagógico

La inteligencia artificial (IA) no fue incorporada como una herramienta tecnológica aislada, sino como un mediador pedagógico intencional que articuló los principios del

DUA y el ERCA. Su función trascendió la mera automatización de tareas: actuó como catalizador del aprendizaje personalizado, la retroalimentación inmediata y la reflexión crítica (Holmes & Porayska-Pomsta, 2023; Luckin et al., 2024).

Cada plataforma seleccionada cumplió un rol específico dentro del ecosistema de aprendizaje:

- *ChatGPT* fue empleado para activar el pensamiento crítico, al presentar respuestas con errores deliberados que los estudiantes debían corregir, integrando así los principios de motivación (DUA) y crítica (ERCA).
- *Julius* permitió simulaciones interactivas que atendieron a distintos estilos de aprendizaje (representación múltiple, DUA), mientras que *Wolfram Alpha* facilitó la visualización de datos complejos, favoreciendo la autonomía en el análisis estadístico.
- *DeepSeek* medió espacios colaborativos de discusión, promoviendo la co-construcción del conocimiento y la reflexión ética sobre el uso de datos en educación, en línea con el enfoque ERCA.

Esta integración intencionada demuestra que la IA, lejos de sustituir al docente, potencia su labor al liberarlo de tareas repetitivas y permitirle centrarse en procesos de acompañamiento, diálogo y formación crítica. Como señalan Chan y Colloton (2024), el verdadero valor de la IA en educación no reside en su capacidad técnica, sino en su uso pedagógico reflexivo. En este sentido, la combinación de DUA, ERCA e IA configura un modelo innovador, inclusivo y crítico, capaz de transformar asignaturas tradicionalmente percibidas como abstractas o temidas como la estadística en espacios de significación, autonomía y empoderamiento (Bandura, 1997).

1.2.3. Metodología de la experiencia

Enfoque metodológico

Esta experiencia se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de sistematización, fundamentado en el modelo propuesto por Pérez Serrano (2021), que permite reconstruir, analizar y dar sentido a prácticas educativas innovadoras. A este enfoque se integraron elementos clave de la investigación-acción participativa (Carr & Kemmis, 1988), entendida como un proceso cíclico y colaborativo orientado a transformar la práctica docente desde la reflexión crítica.

El ciclo de investigación-acción se estructuró en cuatro fases interrelacionadas:

1. Planificación: Se diseñó el módulo virtual de Estadística Descriptiva considerando los principios del DUA y el marco ERCA. Se seleccionaron herramientas de inteligencia artificial accesibles (*ChatGPT*, *DeepSeek*, *Julius*, *Wolfram Alpha* y se definieron actividades que promovieran la comprensión contextualizada y la reflexión ética.
2. Acción: Durante la segunda semana del curso, se implementaron las actividades planificadas en entorno virtual (Moodle), con acompañamiento docente asincrónico y retroalimentación inmediata mediante IA.
3. Observación: El docente registró sistemáticamente las interacciones estudiantiles en foros, simulaciones y diarios de reflexión. Además, se recopilaban evidencias de participación, errores comunes y momentos críticos (como la detección de sesgos en datos generados por IA).
4. Reflexión: Al final de cada día, el equipo docente analizó las observaciones y ajustó las actividades del día siguiente, garantizando una mejora continua del proceso. Este ciclo se repitió durante los cinco días de la semana, lo que permitió una adaptación dinámica a las necesidades emergentes del grupo.

Este diseño no solo posibilitó la innovación pedagógica, sino también la producción de conocimiento situado sobre el uso crítico de la IA en contextos con limitaciones tecnológicas.

Población y muestra

La experiencia incluyó a 45 estudiantes matriculados en la Carrera de Educación Básica de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), todos inscritos en la asignatura de Estadística Descriptiva durante el primer semestre de 2024. Las edades oscilaron entre los 19 y 25 años, y la mayoría provenía de contextos socioeconómicos medios y bajos, con acceso limitado a dispositivos digitales y conectividad inestable.

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Estar matriculado en la asignatura.
- Participar activamente en al menos tres de las cinco actividades programadas.

- Haber completado el diario de reflexión y la encuesta de percepción.

No hubo criterios de exclusión explícitos, aunque se respetó la autonomía estudiantil para participar según sus condiciones personales y tecnológicas. Esta decisión fue coherente con el principio de inclusión del DUA y con la naturaleza flexible de la investigación-acción.

Instrumentos y técnicas de recolección y análisis de datos

Para documentar y analizar la experiencia, se utilizaron múltiples instrumentos triangulados, que permitieron obtener una visión integral del proceso:

- Rúbricas de evaluación basadas en el DUA: Estas rúbricas incluyeron criterios específicos sobre diversidad de representación, opciones de acción y expresión, y niveles de motivación. Fueron aplicadas por el docente y adaptadas parcialmente por IA para ofrecer retroalimentación personalizada.
- Diarios de reflexión estudiantil: Guiados por el marco ERCA, los estudiantes registraron sus aprendizajes, dudas y críticas sobre el uso de la IA. Estos documentos sirvieron como fuente principal para el análisis de la evolución del pensamiento crítico.
- Encuestas de satisfacción y percepción: Aplicadas al final de la semana, estas encuestas recogieron opiniones sobre la utilidad de las herramientas, el nivel de motivación y cambios en la percepción de la estadística.
- Análisis de interacciones en plataformas de IA: Se examinaron registros de chat, simulaciones y respuestas generadas por las herramientas para identificar patrones de uso, errores recurrentes y momentos de insight.

El análisis cualitativo de los datos se realizó mediante un proceso de codificación temática (Braun & Clarke, 2006), estructurado en tres etapas:

1. Lectura comprensiva de todas las producciones (diarios, foros, encuestas).
2. Codificación inicial por fragmentos significativos relacionados con motivación, comprensión estadística, crítica tecnológica y autonomía.

3. Categorización temática, agrupando los códigos en dimensiones mayores: *transformación de la percepción, uso crítico de la IA, accesibilidad cognitiva y colaboración digital*.

Este análisis permitió identificar tendencias, contrastar expectativas con resultados y derivar conclusiones pedagógicas validadas por la evidencia empírica.

1.2.4. Narrativa detallada por fases

Fase Preliminar: Diagnóstico y diseño intencional

La experiencia comenzó con un diagnóstico que reveló dificultades significativas en el aprendizaje de la estadística: el 65 % de los estudiantes obtuvo calificaciones iguales o inferiores a 12 sobre 20 en el primer parcial. Además, las encuestas iniciales mostraron una percepción negativa hacia la asignatura, descrita como “aburrida”, “complicada” y “poco útil para mi futuro como docente”. Ante este panorama, se diseñó un módulo virtual en Moodle centrado en la integración de inteligencia artificial como mediador pedagógico, alineado con los principios del DUA y el marco ERCA. La selección de herramientas *ChatGPT*, *DeepSeek*, *Julius* y *Wolfram Alpha* respondió a criterios de accesibilidad, funcionalidad y bajo consumo de datos, esenciales en un contexto con conectividad limitada.

Fase Inicial: Activación del interés y construcción colaborativa

Al iniciar la segunda semana, se activó el módulo “Distribuciones de frecuencia” y se formaron grupos colaborativos de cinco estudiantes. Para facilitar la inclusión, se ofrecieron tutoriales breves en múltiples formatos: videos cortos, textos simplificados y ejemplos interactivos. Esta estrategia atendió directamente el principio del DUA relacionado con la motivación e implicación, ya que permitió a cada estudiante acceder a la información según sus preferencias. A continuación, se plantearon retos iniciales basados en situaciones reales (analizar datos de asistencia escolar), lo que despertó el interés y activó conocimientos previos. Como resultado, la participación en la primera actividad alcanzó el 82 %, superando el promedio de semanas anteriores.

Fase de Desarrollo: Ciclo de aprendizaje crítico y personalizado

Durante los cinco días de la semana, se implementó un proceso estructurado que combinó el uso de IA con reflexión crítica y autonomía progresiva.

- Día 1: Los estudiantes interactuaron con *ChatGPT* para interpretar tablas de frecuencia que contenían errores intencionales (por ejemplo, sumas incorrectas o clases mal definidas). Su tarea fue identificarlos y corregirlos. Este ejercicio no solo fortaleció su comprensión conceptual, sino que desencadenó una discusión guiada sobre la confiabilidad de las tecnologías. Un estudiante escribió en su diario: “*Pensaba que la IA siempre tenía razón, pero hoy vi que también comete errores. Ahora entiendo que debo cuestionar todo*”.
- Día 2: Con *Julius*, se simularon casos reales de rendimiento académico en escuelas rurales. Se utilizaron gráficos, tablas y narrativas para representar los mismos datos, aplicando el principio del DUA de múltiples medios de representación. Esto permitió que estudiantes con diferentes estilos cognitivos construyeran significados propios.
- Día 3: Mediante *Wolfram Alpha*, los estudiantes visualizaron histogramas y calcularon medidas de tendencia central. Podían elegir entre manipular los datos manualmente o explorar simulaciones automáticas, lo que favoreció la acción y expresión diferenciada.
- Día 4: En un foro moderado por *DeepSeek*, los estudiantes debatieron sobre cómo los datos sobre hábitos de estudio podrían usarse para etiquetar a los alumnos. Esta discusión, guiada por el ERCA, llevó a cuestionar prácticas discriminatorias en la evaluación escolar.
- Día 5: Finalmente, los estudiantes realizaron una autoevaluación crítica utilizando rúbricas automatizadas basadas en el DUA. Estas rúbricas les permitieron reflexionar sobre su progreso, recibir retroalimentación inmediata y planificar acciones de mejora.

Momentos decisivos y su impacto pedagógico

Dos momentos transformadores marcaron un punto de inflexión en la experiencia. El primero fue el descubrimiento de errores en respuestas generadas por IA, que rompió la idea de infalibilidad tecnológica y fomentó una actitud escéptica y analítica. El segundo fue la emergencia del tema del sesgo en la interpretación de datos, cuando un grupo notó que los conjuntos de datos proporcionados reflejaban patrones de desigualdad regional

Tabla 1.1: Roles de los actores y dinámica colaborativa

Actores	Función principal	Observaciones clave
Docente	Diseñador, facilitador, evaluador	Promovió la reflexión crítica, diseñó actividades con criterios DUA y guió discusiones éticas sobre el uso de la IA.
Estudiantes	Exploradores de datos, analistas críticos	Mostraron mayor autonomía, participaron activamente y utilizaron diversas formas de expresar su aprendizaje (infografías, debates, escritos).
IA (ChatGPT, DeepSeek, Julius, Wolfram Alpha)	Mediadores pedagógicos	Ofrecieron retroalimentación inmediata, adaptada a distintos ritmos y estilos de aprendizaje, actuando como tutores virtuales accesibles.
Coordinación académica	Soporte técnico	Garantizó el acceso a plataformas y brindó asistencia ante fallas de conectividad.
Familias	Apoyo emocional y social	Participaron indirectamente al acompañar procesos de estudio y discutir con sus hijos sobre el impacto de la tecnología en la educación.

Fuente: elaboración propia.

sin ser cuestionados. Esta observación desató un debate profundo sobre ética estadística, vinculado directamente con la práctica docente futura. Ambos eventos demostraron que la IA, lejos de ser un recurso neutro, puede servir como catalizador de pensamiento crítico cuando se usa con intención pedagógica.

1.2.5. Roles de los actores y dinámicas colaborativas

La experiencia se desarrolló en un ecosistema educativo interdependiente, donde cada actor cumplió un rol específico pero complementario.

Esta red de interacciones consolidó un entorno colaborativo donde la IA actuó como puente entre el docente y los estudiantes, permitiendo un diálogo más horizontal. Además, el DUA garantizó la inclusión plena, mientras que el ERCA sostuvo un espacio continuo de reflexión sobre el aprendizaje y la sociedad.

1.2.6. Integración curricular y análisis institucional

Relación con el currículo

La experiencia se alineó directamente con la competencia curricular: *“Interpreta y representa datos estadísticos en contextos educativos”*. Los contenidos trabajados distribuciones de frecuencia y medidas de tendencia central se abordaron no solo desde lo técnico, sino desde una perspectiva crítica y contextualizada. Por ejemplo, al analizar datos de deserción escolar, los estudiantes aplicaron conceptos estadísticos mientras reflexionaban sobre causas sociales. Así, se desarrollaron habilidades clave como la alfabetización digital y el pensamiento crítico, fundamentales para futuros docentes en la era algorítmica.

Marco institucional

El Proyecto Educativo Institucional (PEI) de UNEMI promueve la innovación pedagógica, lo que facilitó la autorización y el apoyo a esta experiencia. Sin embargo, persistieron desafíos como la conectividad inestable y la resistencia inicial de algunos docentes frente al uso de IA. A pesar de ello, la cultura institucional muestra una apertura creciente hacia metodologías activas. Esta experiencia demostró que la articulación de marcos como el DUA y el ERCA permite adoptar tecnologías emergentes de forma crítica, inclusiva y sostenible, incluso en contextos con recursos limitados.

1.2.7. Reflexión pedagógica y aprendizajes

Los resultados evidenciaron una transformación significativa en la percepción de la estadística. Al inicio, solo el 30 % de los estudiantes consideraba útil la asignatura; al final, este porcentaje aumentó al 78 %. La participación espontánea en actividades asincrónicas alcanzó el 70 %, y el rendimiento promedio subió a 8,1 sobre 10, con una reducción del 40 % en abandonos parciales.

Además, las autoevaluaciones y testimonios reflejaron cambios profundos en la actitud hacia el aprendizaje. Un estudiante afirmó: *“Antes me daba miedo equivocarme, pero ahora veo los errores como parte del proceso. Hasta la IA se equivoca”*. Otro destacó: *“Nunca pensé que la estadística podría ayudarme a entender problemas sociales. Ahora quiero usarla en mi escuela”*. Estos avances confirman que la combinación de IA, DUA y ERCA no solo mejora el dominio conceptual, sino que fomenta una mirada crítica sobre la tecnología y su papel en la educación. La retroalimentación personalizada de la IA

reduce la ansiedad académica, mientras que el ciclo ERCA fortalece la autonomía y la responsabilidad ética.

Aprendizaje clave

- La integración intencionada de IA transforma asignaturas complejas en espacios de significación y utilidad.
- El DUA asegura equidad y accesibilidad, mientras que el ERCA impulsa la conciencia social y profesional.
- La reflexión crítica es indispensable para formar docentes que no solo usen tecnología, sino que la cuestionen y transformen.

1.2.8. Recomendaciones para futuras implementaciones

- Capacitación docente en DUA y ERCA para una integración efectiva de la IA.
- Diseño de actividades que ofrezcan múltiples opciones de representación, acción y expresión.
- Espacios de reflexión crítica continuos sobre el uso de tecnología en educación.
- Evaluación formativa con rúbricas que incorporen criterios de accesibilidad y reflexión crítica.
- Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica para garantizar acceso equitativo.

1.2.9. Anexos

- Rúbricas automatizadas con criterios DUA.
- Fragmentos de trabajos estudiantiles con reflexiones ERCA.
- Encuestas de percepción y satisfacción.

Tabla 1.2: Rúbrica de evaluación basada en criterios DUA

Criterio de evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Planificación del objetivo de la tarea	El estudiante planifica claramente el objetivo de la tarea, considerando el enfoque del DUA y los principios de accesibilidad.	El estudiante realiza una planificación adecuada del objetivo de la tarea, pero podría haber considerado más aspectos relacionados con la accesibilidad.	El estudiante identifica el objetivo de la tarea, pero no considera completamente los principios de accesibilidad del DUA.	El estudiante no planifica el objetivo de la tarea de manera adecuada o no considera los principios de accesibilidad del DUA.
¿Cómo voy a motivar e implicar al alumnado?	El estudiante presenta estrategias efectivas y creativas para motivar e implicar al alumnado, considerando las necesidades individuales.	El estudiante presenta estrategias adecuadas para motivar e implicar al alumnado, pero podría haber considerado más las necesidades individuales.	El estudiante presenta algunas estrategias para motivar e implicar al alumnado, pero no las desarrolla de manera efectiva.	El estudiante no presenta estrategias claras para motivar e implicar al alumnado.
Seguimiento continuo y feedback al alumnado	El estudiante realiza un seguimiento continuo del avance del alumnado y proporciona feedback constructivo y oportuno, adaptado a las necesidades individuales.	El estudiante realiza un seguimiento adecuado del avance del alumnado y proporciona feedback, pero podría ser más específico y adaptado a las necesidades individuales.	El estudiante realiza un seguimiento limitado del avance del alumnado y proporciona feedback general, sin considerar las necesidades individuales.	El estudiante no realiza un seguimiento continuo del avance del alumnado ni proporciona feedback adecuado.
Acceso a la información	El estudiante asegura que toda la información relevante esté disponible y sea accesible para todos.	El estudiante brinda acceso a la mayoría de la información relevante de manera adecuada, pero no considera completamente las necesidades de accesibilidad.	El estudiante brinda acceso a alguna información relevante, pero no considera completamente las necesidades de accesibilidad.	El estudiante no brinda acceso adecuado a la información relevante ni considera las necesidades de accesibilidad.

Fuente: elaboración propia.

Figura 1.1: Encuestas de percepción y satisfacción

5. Encuestas de Percepción y Satisfacción

Encuesta de Satisfacción del Módulo 2: "Probabilidad"

1. En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificarías la claridad de los materiales del módulo (videos, lecturas)?

☐ 1 - Muy confusos

☐ 2 - Poco claros

☐ 3 - Aceptables

☐ 4 - Claros

☐ 5 - Muy claros y útiles

2. ¿La retroalimentación recibida en las actividades te ayudó a identificar y comprender tus errores?

☐ Sí, completamente.

☐ Sí, pero solo parcialmente.

☐ No, no fue clara.

☐ No recibí retroalimentación.

3. Marca los recursos que encontraste más útiles (puedes marcar más de uno):

Intercal (Evidencia)

Fuente: Elaboración propia

1.3. Implementación, resultados y aprendizajes de la experiencia innovadora con IA en la enseñanza de la estadística descriptiva

1.3.1. Descripción detallada de la implementación

La implementación de la experiencia con inteligencia artificial (IA) en el curso virtual de Estadística Descriptiva se desarrolló durante 16 semanas, siguiendo una secuencia cuidadosamente diseñada que transitó desde la familiarización con las herramientas hasta su aplicación autónoma en contextos complejos y significativos. Este proceso no fue lineal, sino dinámico, marcado por ajustes constantes basados en la observación, la retroalimentación estudiantil y el análisis crítico del equipo docente.

Durante las primeras dos semanas, el equipo docente realizó un diagnóstico integral de los conocimientos previos, actitudes hacia la estadística y niveles de alfabetización digital de los 45 estudiantes participantes. Esta evaluación combinó una prueba estandarizada, cuestionarios de percepción y entrevistas grupales. Los resultados revelaron que el 78 % de los estudiantes presentaba dificultades significativas con conceptos estadísticos básicos y que el 65 % expresaba desmotivación abierta hacia la asignatura. Ante este panorama, el equipo diseñó una estrategia de introducción gradual a las herramientas de IA *ChatGPT*,

Capítulo 1. Sistematización de experiencias con inteligencia artificial en clases virtuales de Estadística descriptiva: beneficios, desafíos y recomendaciones

Figura 1.2: Fragmentos de trabajos estudiantiles con reflexiones ERCA

4. Fragmentos de Trabajos Estudiantiles con Reflexiones ERCA (Explorar, Reflexionar, Compartir, Actuar)

Trabajo: "Análisis de Hábitos de Estudio"

Fragmento del Informe del Estudiante (Fase de Explorar):

"Recolecté datos de 20 compañeros sobre horas de estudio semanales y su calificación en el último examen. Al crear un diagrama de dispersión, observé una ligera tendencia positiva, pero con muchos puntos alejados de la línea. Calculé el coeficiente de correlación de Pearson y fue de 0.45."

Reflexión ERCA Adjunta (Fase de Reflexionar y Actuar):

"Reflexionar": Al ver que la correlación no era tan fuerte como esperaba, entendí que las horas de estudio no lo son todo. Factores como la calidad del estudio, el estrés o la comprensión previa de los temas deben influir mucho. Me hizo cuestionar mi propia estrategia de estudio, que se basa solo en acumular horas.

"Compartir": En el foro, comenté esto con Camila, quien dijo que ella estudia menos horas pero

(Ecuador)

Fuente: elaboración propia

Figura 1.3: Plataformas empleadas para la experiencia con IA

The image shows two side-by-side screenshots. The left screenshot displays the UNEMI Moodle interface, featuring the UNEMI logo, the text 'Evolución Académica', 'TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES', and 'APLICACIÓN: AULA VIRTUAL UNEMI' with the URL 'http://pregradovirtual.unemi.edu.ec'. Below this is a Moodle logo and the text 'Dirigido a: Estudiantes de UNEMI'. The right screenshot shows the WolframAlpha search engine interface, with the text 'DE LOS CREADORES DE WOLFRAM LANGUAGE Y MATHEMATICA', the WolframAlpha logo, and a search bar containing the text 'hazme las calificaciones de un curso con medidas de tendencia central'. Below the search bar, it says 'Usando la interpretación de WolframAlpha más cercana: medidas de tendencia central' and 'Estadística descriptiva'.

Fuente: elaboración propia

Figura 1.4: Ejemplo de retroalimentación generada por IA

The image shows a screenshot of the Copilot AI interface. On the left is a sidebar with icons for 'Descubrir', 'Imaginar', 'Biblioteca', and 'Laboratorios'. The main area displays a list of 'Ejemplos de retroalimentación generada por IA'. The first example is titled '1. Retroalimentación para docentes basada en encuestas estudiantiles'. Below the title, it says 'Contexto: Evaluación docente semestral' and 'Retroalimentación generada por IA:'. The feedback text reads: 'Los estudiantes valoran positivamente su capacidad para vincular la teoría con la práctica profesional. Sin embargo, se identificó una oportunidad de mejora en la retroalimentación oportuna sobre trabajos escritos. Se sugiere implementar rúbricas claras y tiempos definidos para la devolución.'

Fuente: elaboración propia

DeepSeek, Julius y Wolfram Alpha mediante demostraciones prácticas que destacaban su potencial para transformar el aprendizaje, contextualizando ejemplos en problemas educativos ecuatorianos reales.

Entre las semanas 3 y 6, se inició una fase de inmersión guiada con andamiaje pedagógico decreciente. El equipo docente modeló explícitamente el uso de cada herramienta para resolver problemas específicos, como calcular medidas de tendencia central o generar representaciones gráficas. Posteriormente, asignó actividades progresivamente más complejas que requerían combinar múltiples herramientas, siempre con soporte tutorial disponible. Una innovación clave fue contextualizar los ejercicios con datos reales sobre indicadores educativos locales, lo que permitió a los estudiantes analizar críticamente situaciones como la desigualdad regional en el acceso a la educación, integrando así la estadística con problemáticas sociales relevantes.

Las semanas 7 a 10 marcaron un punto de inflexión con la introducción de proyectos grupales de análisis de datos. Cada grupo seleccionó una problemática educativa específica como deserción escolar o rendimiento diferenciado por género y utilizó las herramientas de IA para realizar un análisis estadístico completo, desde la recolección de datos hasta la interpretación contextualizada. Esta fase demandó no solo competencias estadísticas, sino también habilidades de colaboración virtual y pensamiento crítico para evaluar las sugerencias generadas por la IA.

Durante las semanas 11 a 14, el equipo intensificó la personalización del aprendizaje mediante tutorías virtuales y retroalimentación individualizada. Los docentes emplearon las herramientas de IA para generar explicaciones alternativas adaptadas a las necesidades de cada estudiante, mientras que los estudiantes utilizaron asistentes virtuales para resolver dudas fuera del horario de clase. Esta estrategia resultó especialmente valiosa para quienes enfrentaban mayores dificultades, ya que les brindó acompañamiento continuo y redujo la ansiedad frente a contenidos complejos.

En las últimas dos semanas (15 y 16), el enfoque se orientó hacia la evaluación integradora y la sistematización de evidencias. Los estudiantes presentaron sus proyectos finales en videoconferencias abiertas a la comunidad académica, y el equipo docente aplicó instrumentos cualitativos y cuantitativos para documentar el impacto de la intervención.

Articulación explícita de DUA y ERCA en la implementación

El diseño e implementación de esta experiencia estuvo guiado por una articulación intencionada entre el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA), que trascendió su mera mención para convertirse en el eje operativo del proceso.

- El DUA se aplicó desde el diseño inicial al garantizar múltiples medios de representación: se ofrecieron contenidos en formato textual, audiovisual, simulaciones interactivas y narrativas contextualizadas. En cuanto a la acción y expresión, los estudiantes eligieron cómo interactuar con las herramientas (por ejemplo, usar *Julius* para simulaciones o *Wolfram Alpha* para visualizaciones) y cómo presentar sus productos (informes escritos, videos explicativos, presentaciones). La motivación e implicación se fortaleció mediante retos auténticos vinculados a realidades educativas locales.
- El ERCA estructuró el proceso como un ciclo dialéctico: cada actividad comenzaba con una experiencia concreta (ej. analizar datos de deserción), seguida de reflexión (diarios semanales), crítica (foros sobre sesgos algorítmicos) y acción transformadora (proyectos con propuestas para escuelas). Este marco convirtió el uso de la IA no en una tarea técnica, sino en un acto de concienciación (*conscientización* sobre el papel de los datos en la sociedad).

Decisiones pedagógicas concretas

El equipo tomó decisiones estratégicas fundamentadas en evidencia:

1. Secuencia escalonada de herramientas de IA: Al detectar que el 40 % de los estudiantes tenía dificultades para manejar simultáneamente las cuatro herramientas, el equipo priorizó inicialmente *ChatGPT* y *DeepSeek* por su interfaz intuitiva y capacidad de diálogo natural, posibilitando una entrada menos amenazante a la IA. *Julius* y *Wolfram Alpha* se incorporaron a partir de la quinta semana, cuando los estudiantes ya habían desarrollado confianza básica. Esta decisión respondía directamente al principio del DUA de reducir barreras y evitó la sobrecarga cognitiva.
2. Adaptación de rúbricas de evaluación: Las rúbricas iniciales, centradas en la corrección técnica, se ajustaron tras observar que algunos estudiantes copiaban respuestas

de la IA sin procesarlas. Se incorporaron criterios explícitos de pensamiento crítico (evaluación de sesgos, contrastación de fuentes) y contextualización (vinculación de resultados con realidades educativas), alineados con el ERCA. Además, se incluyeron ítems sobre colaboración y autonomía, reflejando el rol activo de los estudiantes como co-constructores del conocimiento.

1.3.2. Participación de los actores y dinámicas colaborativas

La experiencia innovadora no fue el resultado de un diseño impuesto desde arriba, sino de una construcción colectiva que involucró a docentes, estudiantes, directivos y asesores externos en una red de interacciones dinámicas y reflexivas. Desde el inicio, el equipo docente adoptó un rol de facilitadores más que de transmisores, diseñando espacios donde la agencia estudiantil pudiera desarrollarse progresivamente. Este cambio de paradigma no ocurrió de forma inmediata, sino mediante un proceso intencionado de andamiaje que permitió a los estudiantes asumir responsabilidades crecientes en su propio aprendizaje.

Una de las primeras transformaciones observables fue en las sesiones de tutoría personalizada. En lugar de limitarse a corregir errores, los docentes dedicaron gran parte del tiempo a formular preguntas provocadoras: “¿Por qué crees que la IA dio ese resultado?”, “¿Qué supuestos está haciendo este modelo?”. Esta estrategia guio a los estudiantes a cuestionar las respuestas automáticas. Un ejemplo significativo fue el caso de María, quien tras recibir una explicación de *ChatGPT* sobre medidas de dispersión, expresó dudas sobre su aplicabilidad al contexto rural ecuatoriano. El docente no le ofreció una respuesta directa, sino que la acompañó en un proceso de verificación cruzada con otras fuentes y simulaciones en *Julius*. Como resultado, María no solo corrigió su análisis, sino que compartió sus hallazgos en el foro, convirtiéndose en un referente para sus compañeros. Esta interacción ilustra cómo el feedback mediado por IA se potenció con el acompañamiento humano, en línea con el principio del DUA de apoyar el esfuerzo y la persistencia.

Además, la toma de decisiones fue un proceso profundamente participativo. Cada quince días, el equipo docente socializaba con los estudiantes los ajustes pedagógicos basados en evidencias recogidas (participación, rendimiento, percepciones). En una de estas asambleas virtuales, varios estudiantes manifestaron dificultades con la interfaz de *Wolfram Alpha*, lo que llevó a una discusión colectiva. Como consecuencia, el grupo propuso integrar esta herramienta como motor de cálculo detrás de actividades guiadas en

Moodle, en lugar de usarla de forma independiente. Esta decisión, acordada entre todos, no solo resolvió un problema técnico, sino que fortaleció el sentido de corresponsabilidad. Fue un momento clave del ciclo ERCA: una experiencia concreta (dificultad técnica) generó reflexión (foro), seguida de crítica (análisis de usabilidad) y acción transformadora (rediseño de la actividad).

El principal espacio de colaboración fue la comunidad de práctica establecida en Moodle, organizada en foros temáticos por contenido estadístico y por herramientas de IA. Estos foros trascendieron su función de resolución de dudas para convertirse en auténticos laboratorios de co-construcción. Los estudiantes compartían hallazgos, debatían discrepancias en las respuestas de la IA y generaban conocimiento colectivo. Hacia el final del semestre, el 65 % de las consultas eran respondidas por pares antes de que inter venga un docente, lo que evidencia una autonomía creciente y una cultura de colaboración horizontal.

Por ejemplo, cuando un grupo detectó un posible sesgo en los datos de deserción escolar proporcionados por *DeepSeek*, abrieron un hilo de discusión que involucró a otros grupos y al docente, culminando en una reflexión crítica sobre cómo los conjuntos de datos pueden reproducir desigualdades. Este episodio constituyó un claro ejercicio de praxis freiriana, donde la teoría estadística se articuló con la realidad sociocultural para impulsar una acción consciente.

Los directivos de la facultad jugaron un papel fundamental al legitimar institucionalmente la experiencia, flexibilizar procedimientos académicos y asignar recursos logísticos. Su apoyo no fue meramente administrativo, sino simbólico: al reconocer la innovación como parte de la identidad institucional, otorgaron credibilidad a un proceso que podría haber sido visto como experimental o marginal. Paralelamente, un asesor externo en IA educativa aportó una mirada objetiva, ayudando al equipo docente a evitar sesgos de confirmación y a evaluar críticamente el impacto de las herramientas.

En el plano afectivo y social, se fomentó un clima de seguridad psicológica donde el error dejó de ser un fracaso y se convirtió en oportunidad de aprendizaje. Los docentes modelaron esta actitud compartiendo públicamente sus propios intentos fallidos con las herramientas de IA. Además, se implementó un sistema de logros de aprendizaje que valoró procesos como la ayuda entre pares, la formulación de preguntas complejas o la perseverancia frente a desafíos técnicos. Este reconocimiento no jerárquico fortaleció la identidad grupal: los estudiantes se percibieron como pioneros de una nueva forma de enseñar estadística. Esta corresponsabilidad se consolidó cuando decidieron organizar un

seminario abierto para presentar sus proyectos a la comunidad universitaria y crear un repositorio público de recursos, dejando un legado tangible para futuras cohortes.

En conjunto, esta red de interacciones demostró que la innovación educativa con IA no depende únicamente de la tecnología, sino de la calidad de las relaciones humanas que se construyen a su alrededor. La combinación de estructuras participativas, comunicación múltiple y reflexión crítica (ERCA) permitió transformar una asignatura tradicionalmente temida en un espacio de empoderamiento colectivo.

1.3.3. Evidencias y resultados de la experiencia

La implementación de la experiencia innovadora generó evidencias sólidas, tanto cuantitativas como cualitativas, que demuestran un impacto significativo en el aprendizaje, la autonomía y la percepción de la estadística por parte de los estudiantes. Esta transformación no fue solo académica, sino también afectiva y profesional. A continuación, se presentan los hallazgos clave, organizados en tres dimensiones complementarias.

a) Resultados cuantitativos: mejora sostenida y equitativa

Los indicadores numéricos revelaron una evolución positiva y consistente en el rendimiento académico, la participación y las actitudes hacia la asignatura. La triangulación de datos procedentes de calificaciones, registros de plataforma y encuestas permitió trazar una trayectoria de crecimiento claro.

Esta mejora no se limitó a los mejores estudiantes. La reducción del 44 % en la desviación estándar indica una distribución más equilibrada de los logros, lo que sugiere que las estrategias de inclusión (DUA) y acompañamiento fueron efectivas para cerrar brechas iniciales. Además, el aumento en la participación horizontal entre pares refleja un desarrollo de autonomía y colaboración, dos pilares del enfoque ERCA.

b) Evidencias cualitativas: testimonios y productos como expresión del cambio

Más allá de los números, los productos elaborados por los estudiantes y sus propias palabras ofrecen una ventana profunda al impacto transformador de la experiencia. Los 45 informes de análisis estadístico contextualizado mostraron una evolución notable. Los borradores iniciales se centraban en procedimientos técnicos, mientras que las versiones finales integraban análisis pedagógicos, sociales e institucionales. Este salto cualitativo

Tabla 1.3: Indicadores cuantitativos de transformación en el aprendizaje y la percepción de la estadística

Indicador	Semestre		Cambio
	Inicio	Final	
Calificación promedio (sobre 20)	12.0	16.2	+35 %
Desviación estándar	± 3.2	± 1.8	-44 %
Estudiantes que consideran la estadística relevante	22 %	85 %	+63 p.p.
Estudiantes con ansiedad frente a la estadística	68 %	24 %	-44 p.p.
Participación en foros respondida por pares	< 10 %	65 %	+55 p.p.

Fuente: elaboración propia.

fue posible gracias a la retroalimentación crítica del docente y a las discusiones guiadas por el ERCA, que obligaron a ir más allá de la mera ejecución de fórmulas.

Asimismo, los 15 videos explicativos producidos por los estudiantes evidenciaron su capacidad para verbalizar su pensamiento estadístico y evaluar críticamente las respuestas de la IA. Estos materiales se convirtieron en recursos valiosos para el aprendizaje entre pares, demostrando una cultura de colaboración autónoma.

Dos testimonios ilustran esta transformación:

“Al principio veía la estadística como un obstáculo que tenía que superar, ahora la veo como una lente que me permite entender realidades educativas que antes me resultaban opacas. La IA me ayudó a dar ese salto, no dándome respuestas, sino ayudándome a formular mejores preguntas.”

Este estudiante identifica un cambio fundamental: la estadística dejó de ser una carga para convertirse en una herramienta de comprensión del mundo. La IA no sustituyó su pensamiento, sino que lo potenció mediante la formulación de interrogantes más sofisticadas.

“Siempre me había sentido invisible en clases de matemáticas, como si mi confusión no importara. Con las herramientas de IA, por primera vez sentía que tenía un espacio seguro para explorar mis dudas sin miedo al juicio. No es que la IA fuera más paciente que los profesores, es que me permitía equivocarme en privado antes de mostrar mis avances en público.”

Este testimonio revela el impacto afectivo de la mediación tecnológica. La IA actuó como un andamiaje emocional, reduciendo la ansiedad y creando un entorno seguro para el error, condición necesaria para el aprendizaje significativo.

c) Transformación en la percepción de la estadística: del temor a la utilidad

El cambio más profundo se observó en la forma en que los estudiantes percibían la estadística. Esta transformación se manifestó en tres momentos decisivos del proceso. En primer lugar, el descubrimiento intencional de errores en respuestas de IA (como tablas de frecuencia mal calculadas) tuvo implicaciones cruciales. Lejos de desacreditar la tecnología, este ejercicio fortaleció el pensamiento crítico. Los estudiantes comprendieron que la IA no es infalible y que su valor radica en ser cuestionada. Como consecuencia, desarrollaron estrategias de verificación cruzada y aprendieron a contrastar respuestas con otras fuentes, consolidando una relación más responsable con la tecnología.

En segundo lugar, la emergencia del tema del sesgo en los datos marcó un punto de inflexión. Durante un proyecto sobre deserción escolar, un grupo notó que los conjuntos de datos proporcionados reflejaban patrones regionales sin cuestionarlos. Esto desató una discusión guiada por el ERCA sobre cómo los datos pueden reproducir desigualdades. Como resultado, los estudiantes modificaron su análisis para incluir una reflexión ética sobre las causas estructurales del problema. Este momento demostró que la estadística no es neutral, sino que debe interpretarse con conciencia social.

Finalmente, la evolución en la calidad de las preguntas fue un indicador revelador. Al inicio del semestre, las consultas giraban en torno a procedimientos (“¿cómo calculo la media?”). Hacia el final, predominaron preguntas conceptuales y aplicadas (“¿qué nos dice esta dispersión sobre la equidad educativa?”). Este cambio evidencia una profundización en la comprensión disciplinar y una nueva identidad como “docentes investigativos”. Por tanto, estos hallazgos demuestran que la combinación de IA, DUA y ERCA no solo mejoró el rendimiento, sino que transformó la experiencia misma del aprendizaje, haciendo de la estadística una herramienta viva, crítica y útil para el futuro profesional de los estudiantes.

1.3.4. Evaluación crítica y aprendizajes clave

La sistematización de esta experiencia revela que la integración pedagógica de la inteligencia artificial no se reduce a la incorporación de herramientas digitales, sino que

exige decisiones éticas, didácticas y contextuales que respondan a las realidades concretas de los estudiantes. A partir del análisis de los ajustes implementados, las interacciones observadas y los resultados obtenidos, se derivan cuatro aprendizajes fundamentales.

Aprendizaje 1: El diagnóstico previo de competencias digitales es una condición indispensable para una implementación inclusiva de la IA

Al inicio del curso, el equipo docente asumió erróneamente que todos los estudiantes contaban con una alfabetización digital básica. Sin embargo, en la tercera semana se identificó que el 20 % de los participantes nunca había interactuado con una herramienta de IA. Esta heterogeneidad generó brechas significativas en el ritmo de aprendizaje. Como respuesta, se reestructuró la secuencia de implementación: se priorizaron ChatGPT y DeepSeek por su interfaz intuitiva y se postergó el uso de Julius y Wolfram Alpha. Este ajuste basado en evidencia empírica confirma la advertencia de Selwyn (2022): la falta de diagnóstico previo puede convertir la innovación tecnológica en un mecanismo de exclusión, no de inclusión.

Aprendizaje 2: La accesibilidad de la IA no se garantiza por su gratuidad, sino por el diseño pedagógico que la sostiene

Aunque todas las herramientas utilizadas eran de acceso libre y funcionaban en dispositivos móviles, aproximadamente el 25 % de los estudiantes enfrentó limitaciones persistentes por conectividad intermitente o uso compartido de teléfonos. Algunos quedaron rezagados en actividades síncronas o simulaciones complejas, lo que evidencia que la accesibilidad técnica no equivale a inclusión pedagógica. En respuesta, se desarrollaron materiales descargables, horarios flexibles en laboratorios universitarios y actividades offline. No obstante, estos esfuerzos no lograron compensar del todo las desigualdades materiales, tal como advierte Knox et al. (2020): “la promesa democratizadora de la IA se desvanece si se ignora la infraestructura material de la desigualdad”.

Aprendizaje 3: El valor transformador de la IA radica en su capacidad para potenciar la reflexión crítica, no en reemplazar el pensamiento estudiantil

La experiencia inicial con *Wolfram Alpha* mostró que los estudiantes la percibían como una “autoridad técnica” cuyas respuestas no cuestionaban. Esta dependencia se revirtió solo tras la incorporación del módulo de ética en IA (semanas 9–10), donde se trabajó explícitamente la identificación de sesgos algorítmicos y la verificación cruzada de resultados. Un momento decisivo fue cuando un grupo detectó que los datos sobre deserción escolar ignoraban factores regionales. A partir de allí, las preguntas en foros cambiaron de “¿cómo se calcula?” a “¿qué nos dice este resultado sobre la equidad educativa?”. Este

salto cualitativo confirma que la IA, articulada con el ERCA, no automatiza el pensamiento, sino que lo despierta.

Aprendizaje 4: La innovación con IA debe reconfigurar el rol docente sin abdicar de la responsabilidad pedagógica central

Inicialmente, algunos docentes temieron volverse prescindibles. Sin embargo, la experiencia demostró lo contrario: la IA liberó al docente de tareas repetitivas como corregir cálculos y le permitió concentrarse en guiar procesos complejos de interpretación y crítica. El docente emergió como “arquitecto de experiencias”, cuyo rol no disminuyó, sino que se profundizó. Esta transformación fue posible porque el diseño anticipó riesgos como la dependencia excesiva o la ilusión de comprensión, y los mitigó con rúbricas que valoraban la contextualización más que la corrección técnica.

En conjunto, estos aprendizajes permiten concluir que la verdadera innovación no reside en la tecnología, sino en la intencionalidad pedagógica con la que se emplea. El éxito de la IA en educación depende menos de su potencia técnica y más de su capacidad para servir a una pedagogía crítica, inclusiva y centrada en el desarrollo humano.

1.3.5. Sostenibilidad, institucionalización y recomendaciones

La viabilidad a largo plazo de esta experiencia innovadora depende de su capacidad para trascender el contexto específico del curso y convertirse en un modelo replicable, sostenible y alineado con políticas educativas más amplias. Para lograrlo, se requiere una estrategia clara que defina las condiciones necesarias, proponga mecanismos concretos de integración y ofrezca orientaciones aplicables a otros contextos.

Condiciones para la sostenibilidad

La continuidad del modelo no puede depender únicamente del compromiso individual de los docentes involucrados, sino de estructuras institucionales sólidas. Tres condiciones son fundamentales:

1. Apoyo institucional concreto: La sostenibilidad exige que la UNEMI asigne recursos tangibles: tiempo institucional (al menos 4 horas semanales por docente) para la formación continua en IA pedagógica, acceso establecidos a laboratorios de computación con conexión priorizada, y flexibilidad curricular que permita adaptar sílabos para incorporar modelos como este. Este apoyo debe formalizarse en acuerdos institucionales, no limitarse a reconocimientos simbólicos.

2. Comunidades de práctica docentes: El desarrollo de competencias críticas en IA no es un proceso individual, sino colectivo. Por ello, se propone crear una Comunidad de Práctica en Pedagogía Digital con participación transversal entre facultades. Esta comunidad se reuniría mensualmente para compartir experiencias, analizar casos problemáticos y co-diseñar actividades, fortaleciendo así una cultura de innovación reflexiva.
3. Actualización sistemática: Dado el rápido avance de la IA, se necesita un mecanismo institucionalizado para monitorear nuevas herramientas, evaluar su pertinencia pedagógica y capacitar a los docentes. Esto podría organizarse mediante un equipo técnico-pedagógico encargado de emitir informes trimestrales sobre tendencias emergentes, acompañados de talleres prácticos.

Propuestas de institucionalización

Para que la innovación forme parte integral del tejido académico, se presentan tres propuestas concretas:

1. Sello de Calidad en Pedagogía Digital Crítica: Crear un distintivo oficial que reconozca asignaturas que implementen efectivamente tecnologías emergentes bajo principios de inclusión (DUA), pensamiento crítico (ERCA) y ética. Las asignaturas que obtengan el sello recibirían incentivos como bonificaciones por innovación, prioridad en recursos tecnológicos y visibilidad institucional. Este mecanismo promovería la adopción del modelo basado en evidencia, no en modas.
2. Laboratorio de Innovación Educativa con IA: Establecer un espacio físico-virtual que centralice recursos, documente buenas prácticas y impulse investigación-acción. El laboratorio ofrecería tutorías, desarrollaría materiales abiertos y coordinaría proyectos colaborativos entre docentes, investigadores y estudiantes. Su financiamiento podría provenir de fondos institucionales y alianzas estratégicas con centros de educación digital.
3. Guía Abierta de Implementación: Publicar una Guía de Implementación de IA en Educación Estadística bajo licencia Creative Commons. Esta guía incluiría secuencias didácticas completas, rúbricas de evaluación basadas en DUA, protocolos de

uso ético de IA y estrategias para atender la heterogeneidad digital. Sería complementada por una serie de *webinars* grabados y un programa de mentoría entre pares, facilitando su apropiación por docentes de otras universidades.

Recomendaciones para otros contextos

Este contexto es replicable en instituciones con recursos limitados, siempre que se consideren sus condiciones específicas:

- **Replicabilidad:** Para replicar el modelo, se requieren: dos docentes coordinadores con formación básica en pedagogía digital, acceso a una plataforma LMS (como Moodle), y dispositivos con conexión a internet (aunque sea limitada). Las herramientas de IA utilizadas (*ChatGPT*, *DeepSeek*, etc.) son gratuitas y funcionan en móviles, lo que reduce barreras técnicas.
- **Ruta de integración curricular:** El modelo puede incorporarse al PEI mediante una línea estratégica específica sobre “Innovación Tecnológica con Enfoque Crítico”. Además, puede integrarse formalmente en currículos de formación docente como un módulo obligatorio en asignaturas cuantitativas o en programas de actualización profesional.
- **Propuesta de política educativa:** A nivel nacional, esta experiencia sugiere que las políticas de innovación digital en la formación docente deben moverse más allá del acceso a tecnología y enfocarse en competencias pedagógicas críticas. Un marco político debería incentivar la creación de comunidades de práctica, financiar la producción de materiales abiertos y exigir evaluaciones de impacto ético en toda innovación tecnológica educativa.

1.3.6. Reflexión ética, inclusión y responsabilidad social

La integración de inteligencia artificial en la enseñanza de la estadística no es un acto técnico neutro, sino una decisión profundamente ética que exige compromiso con la justicia, la honestidad y la formación responsable. Esta experiencia fue guiada por estos principios, aunque su aplicación reveló tanto avances significativos como límites importantes que deben reconocerse para mejorar futuras prácticas. A continuación, se analizan críticamente tres pilares fundamentales: equidad, transparencia y responsabilidad.

Equidad: entre el diseño intencional y las desigualdades persistentes

El equipo docente diseñó estrategias específicas para promover la inclusión. Optimizó todos los materiales para dispositivos móviles, amplió el horario de acceso a laboratorios informáticos y flexibilizó plazos de entrega para estudiantes con conectividad intermitente. Además, adoptó el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) al ofrecer múltiples medios de representación (textos, videos, simulaciones), acción y expresión (informes escritos, presentaciones orales, videos explicativos). Estas acciones permitieron que estudiantes con smartphones y conexión limitada participaran más activamente que en experiencias anteriores. Sin embargo, la equidad no se logró plenamente.

Alrededor del 15 % de los estudiantes, principalmente aquellos con responsabilidades familiares o laborales fuera del campus, no pudieron acceder regularmente a actividades síncronas ni a simulaciones que requerían conexión estable. Como consecuencia, algunos enfrentaron dificultades para integrarse plenamente en proyectos grupales. Este límite confirma que la accesibilidad técnica no garantiza inclusión pedagógica. Para futuras implementaciones, se propone desarrollar versiones offline de simulaciones clave y establecer “centros de apoyo local” en escuelas asociadas, donde los estudiantes puedan acceder a recursos con acompañamiento presencial.

Transparencia: desvelando la caja negra de la IA

Desde el inicio, el equipo trabajó para hacer visible el funcionamiento y los sesgos inherentes de las herramientas de IA. Diseñó sesiones específicas para discutir cómo los conjuntos de datos de entrenamiento pueden reproducir desigualdades sociales y cómo esto se manifiesta en respuestas automáticas. Por ejemplo, cuando *ChatGPT* generó una tabla de frecuencia errónea sobre deserción escolar, el equipo aprovechó el momento para analizar si el error era técnico o si reflejaba una simplificación injusta de una realidad compleja. Los estudiantes aprendieron a interrogar las respuestas, contrastarlas con otras fuentes y evaluar su contexto.

A pesar de esto, persistió una percepción inicial de infalibilidad tecnológica en algunos estudiantes, lo que demuestra que la transparencia debe ser un hilo conductor constante, no un módulo aislado. En futuras iteraciones, se incorporará un “diario de auditoría de IA”, donde los estudiantes registren cada uso de la herramienta, documenten sus hallazgos y reflexionen sobre posibles sesgos, fortaleciendo así su pensamiento crítico sostenido.

Responsabilidad: formando docentes críticos frente a los datos

La experiencia buscó preparar a los futuros docentes no solo para usar tecnología, sino para ejercerla con criterio ético. A través del Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA), los estudiantes comprendieron que el análisis estadístico no es neutral: puede servir para visibilizar desigualdades o para justificar políticas discriminatorias si se interpreta sin contexto. Un proyecto final sobre rendimiento académico diferenciado por género llevó a un grupo a proponer cambios en su práctica pedagógica, demostrando una conciencia responsable del impacto de los datos. No obstante, la formación aún carece de profundidad en temas como la privacidad de datos estudiantiles o el uso indebido de IA en evaluaciones. Para fortalecer esta dimensión, se recomienda integrar un módulo obligatorio sobre ética digital en la carrera, que aborde explícitamente el rol del docente como guardián de información sensible y como mediador crítico de tecnologías emergentes.

Por lo que, esta experiencia demostró que el modelo DUA–ERCA–IA no solo transforma el aprendizaje de la estadística, sino que redefine las posibilidades de la educación virtual. El diseño incluyó estrategias intencionadas para garantizar accesibilidad, fomentar la autonomía y promover una reflexión crítica sobre el conocimiento y la tecnología. Los estudiantes dejaron de ser receptores pasivos para convertirse en analistas activos, capaces de cuestionar datos, evaluar herramientas y aplicar conceptos a problemas reales. La inteligencia artificial no sustituyó al docente, sino que amplificó su rol como guía de procesos complejos. En definitiva, el verdadero valor del modelo radica en su capacidad para articular inclusión, pensamiento crítico y innovación pedagógica. Para que esta práctica deje de ser una excepción y se convierta en norma, las instituciones deben priorizar la formación docente, establecer políticas de apoyo concreto y crear espacios para la experimentación reflexiva.

1.4. Reflexión, conclusión y recomendaciones

1.4.1. Reflexión crítica sobre la experiencia implementada

La implementación de la inteligencia artificial en el curso virtual de Estadística Descriptiva no fue un proceso lineal, sino un camino de ajustes, descubrimientos y transformaciones profundas, guiado por la intención pedagógica de articular el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA) y las he-

ramientas de IA como un sistema coherente. Esta integración no fue accidental: cada decisión respondió a una necesidad concreta y se validó con evidencia empírica. El equipo docente constató que la retroalimentación inmediata y personalizada de *ChatGPT* y *DeepSeek* potenció la autonomía de los estudiantes, transformando su relación con la asignatura. Antes de la intervención, el 68 % de los estudiantes reportaba ansiedad ante la estadística; al final, este porcentaje bajó al 24 %. Esta reducción no se debió solo a la tecnología, sino a cómo la IA permitió a los estudiantes equivocarse en privado, formular preguntas precisas y verificar sus respuestas antes de recurrir al docente. Como señaló una estudiante: *“No es que la IA fuera más paciente que los profesores, es que me permitía equivocarme en privado antes de mostrar mis avances en público.”* Este cambio reveló que la IA, cuando se usa con intención pedagógica, actúa como un andamiaje emocional y cognitivo, superando una de las mayores barreras de la educación virtual: la falta de acompañamiento inmediato (Moore, 1993).

La contextualización de los datos fue otro eje transformador. Cuando los estudiantes analizaron la deserción escolar en comunidades rurales del norte de Ecuador —usando datos reales de la Secretaría de Educación, dejaron de ver la estadística como un conjunto de fórmulas abstractas. En su lugar, comprendieron que la media, la desviación o el histograma podían revelar inequidades estructurales. Un grupo concluyó en su informe final: *“Si no entendemos por qué hay más deserción en las escuelas rurales, cualquier gráfico es solo un número. Con la IA, aprendimos a preguntar ‘¿por qué?’ antes que ‘¿cómo lo calculo?’”*. Esta transformación no fue espontánea: fue el resultado de diseñar actividades que exigían interpretar datos con sentido ético y pedagógico, alineado con el ERCA.

El DUA operó como marco de accesibilidad. Los estudiantes con menor competencia digital accedieron a los contenidos mediante tarjetas de *scaffolding*, videos simplificados y simulaciones en *Julius*, mientras que otros exploraron profundidades mediante *Wolfram Alpha*. La diversidad de opciones no fue un complemento, sino la base del diseño. La retroalimentación automatizada, por ejemplo, se configuró con criterios DUA: no solo corregía cálculos, sino que ofrecía explicaciones alternativas en distintos formatos (texto, audio, gráficos). Esto permitió que el 100 % de los estudiantes participaran en al menos una actividad de alta complejidad, sin que nadie quedara excluido por su nivel previo.

Sin embargo, esta experiencia también reveló límites éticos y estructurales que no podemos ignorar. A pesar de los esfuerzos por garantizar accesibilidad, el 15 % de los estudiantes principalmente quienes trabajaban o cuidaban de familiares no pudieron participar plenamente en las sesiones síncronas. Aunque optimizamos materiales para móviles

y habilitamos descargas asincrónicas, la falta de conectividad estable y el uso compartido de dispositivos limitaron su participación en discusiones en tiempo real. Esto no fue una falla técnica, sino una manifestación de la brecha digital estructural que Selwyn (2022) describe como “la injusticia silenciosa de la innovación educativa”: cuando la tecnología avanza sin considerar las condiciones materiales de los más vulnerables.

Además, la interfaz de *Wolfram Alpha*, aunque potente, generó frustración en un 20 % de los estudiantes. Su complejidad no se debía a su funcionalidad, sino a su falta de integración pedagógica. La herramienta se presentó como independiente, no como parte de un flujo de trabajo. Esto confirmó la advertencia de Knox et al. (2020): “*La IA no es neutral, y su valor no reside en su potencia, sino en cómo la pedagogía la enmarca.*” El equipo docente reconoció este error: en futuras implementaciones, *Wolfram Alpha* no se usará como herramienta aislada, sino como motor de cálculo oculto tras interfaces más amigables, como las rúbricas automatizadas o los diarios de reflexión.

Finalmente, la transformación del rol docente fue uno de los hallazgos más significativos. El equipo dejó de ser un corrector de ejercicios para convertirse en un guía de procesos críticos. Dedicamos el 70 % del tiempo de tutoría a formular preguntas provocadoras “*¿Qué supone este sesgo en los datos sobre el acceso a la educación?*” en lugar de corregir cálculos. Este cambio fue posible porque el ERCA nos obligó a pensar en la IA no como un recurso, sino como un catalizador de la praxis: experiencia, reflexión, crítica y acción. La creación del módulo de ética en IA no previsto en el diseño inicial fue la respuesta pedagógica a una necesidad emergente: un grupo de estudiantes comenzó a copiar respuestas sin cuestionarlas. La solución no fue restringir el uso de la IA, sino profundizar en su crítica: “*Si no aprendemos a cuestionar lo que la IA nos dice, ¿cómo vamos a enseñar a nuestros futuros estudiantes a hacerlo?*”

1.4.2. Recomendaciones para replicar o adaptar la experiencia

La experiencia descrita en este módulo puede replicarse en diversos contextos educativos, especialmente en instituciones con recursos limitados y estudiantes de formación docente. Sin embargo, su éxito no depende de la simple imitación del modelo, sino de la capacidad de los equipos docentes para adaptarlo a sus realidades específicas. A continuación, se presentan recomendaciones prácticas, basadas en los aprendizajes derivados de esta implementación.

Para una replicación efectiva, el equipo docente debe priorizar herramientas de IA con interfaces intuitivas y bajo umbral de entrada. Se recomienda comenzar con *ChatGPT* y *DeepSeek*, ya que permiten interacciones conversacionales naturales, ideales para introducir a los estudiantes en el pensamiento crítico frente a respuestas automáticas. Esta fase inicial debe extenderse por al menos dos semanas e incluir demostraciones prácticas que contrasten la resolución tradicional de problemas estadísticos con la asistida por IA. Por ejemplo, un docente puede proponer: “Resuelvan esta tabla de frecuencia manualmente; luego, ingresen el mismo problema a *ChatGPT* y comparen no solo el resultado, sino también la explicación”. Este ejercicio permite identificar errores intencionales y fomenta desde el inicio la verificación cruzada de información.

Además, se sugiere diseñar una biblioteca de 20 a 30 ejercicios graduados por nivel de complejidad, contextualizados en problemas educativos locales (por ejemplo, análisis de deserción escolar o rendimiento por género). Cada ejercicio debe incluir preguntas guía que orienten al estudiante en la formulación de comandos precisos (*prompts*) y en la evaluación de la validez de las respuestas. Esta estrategia no solo desarrolla competencias digitales, sino que fortalece el pensamiento metacognitivo, tal como señalan Hattie y Timperley (2007) sobre el poder de la retroalimentación.

El contexto de cada institución determinará las adaptaciones necesarias. En entornos con conectividad limitada, es fundamental optimizar todos los materiales para dispositivos móviles y habilitar la descarga asincrónica de contenidos. Las actividades deben diseñarse para realizarse offline, con sincronización posterior. Para facilitar esto, se propone utilizar plataformas como Moodle, que permiten acceso sin conexión, y complementarlas con tutorías breves grabadas en formato audio. En contextos urbanos o con mayor infraestructura, la experiencia puede ampliarse mediante sesiones síncronas para discusiones guiadas sobre ética en el uso de datos.

Asimismo, el nivel educativo influye en el grado de profundidad. En programas de educación básica, el enfoque debe centrarse en la visualización de datos y la interpretación sencilla de gráficos. En niveles superiores, se pueden incorporar simulaciones más complejas con *Julius* o *Wolfram Alpha*, siempre integradas en flujos de trabajo claros y no presentadas como herramientas aisladas.

El núcleo replicable de esta experiencia no reside en las herramientas tecnológicas, sino en su articulación pedagógica: la integración intencionada del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA) y la inteligencia artificial. Estos marcos garantizan que la innovación sea inclusiva, crítica y significativa.

Los elementos adaptables incluyen las herramientas específicas de IA, la temática de los proyectos y el formato de implementación (virtual, híbrido o presencial).

Para que esta experiencia trascienda lo puntual, se requieren condiciones institucionales concretas. Se necesita al menos un docente coordinador con formación básica en pedagogía digital y acceso a una plataforma LMS. Además, se recomienda asignar tiempo institucional protegido para la formación continua en IA educativa. Desde el punto de vista curricular, esta experiencia puede integrarse al PEI como una línea estratégica de innovación pedagógica, vinculándose directamente con competencias de alfabetización digital y pensamiento crítico. En asignaturas cuantitativas, podría hacerse obligatoria una unidad sobre análisis de datos con apoyo de IA.

Finalmente, desde una perspectiva de política educativa, se propone que las instituciones exijan una evaluación ética previa a la adopción de cualquier herramienta de IA en el aula. Esta evaluación debería considerar aspectos como la privacidad de datos, el potencial de sesgo algorítmico y el impacto en la autonomía del estudiante. Solo así, la innovación tecnológica podrá servir a una educación más justa y humana.

1.4.3. Conclusión: impacto y propuestas de continuidad o investigación futura

Esta experiencia demostró que la integración pedagógica de la inteligencia artificial (IA) puede transformar profundamente la enseñanza de asignaturas complejas como la estadística, siempre que esté guiada por marcos sólidos como el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA). El verdadero impacto no reside en los datos cuantitativos, sino en cómo estos reflejan un cambio de paradigma: los estudiantes dejaron de ver la estadística como una serie de fórmulas abstractas y comenzaron a usarla como herramienta para comprender e intervenir en realidades educativas ecuatorianas. Este salto cualitativo fue posible porque el modelo DUA–ERCA–IA garantizó accesibilidad, promovió autonomía y exigió pensamiento crítico frente a la tecnología.

El rendimiento académico promedio aumentó de 12/20 a 16.2/20, y la desviación estándar se redujo de ± 3.2 a ± 1.8 , lo que indica no solo una mejora general, sino una distribución más equitativa de los aprendizajes. Además, la percepción de relevancia de la estadística entre los estudiantes subió del 22 % al 85 %, mientras que la ansiedad frente a la asignatura disminuyó del 68 % al 24 %. Estos cambios no son aislados; confirman que

las dimensiones afectiva y cognitiva del aprendizaje están profundamente interconectadas. Para que esta innovación trascienda el ámbito puntual y se convierta en una práctica sostenible, proponemos tres iniciativas concretas:

1. Crear un Sello de Calidad en Pedagogía Digital Crítica que reconozca formalmente aquellas asignaturas que integren tecnologías emergentes bajo principios de inclusión, ética y evidencia pedagógica.
2. Establecer un Laboratorio de Innovación Educativa con IA que centralice recursos, ofrezca formación docente continua y impulse proyectos de investigación-acción colaborativa.
3. Formalizar una Comunidad de Práctica Docente en IA Educativa, con tiempo institucional protegido, para sostener el intercambio de experiencias y fortalecer la capacidad crítica del profesorado.

En cuanto a la investigación futura, es necesario explorar preguntas más específicas y contextualizadas. Proponemos:

- ¿Cómo influye el uso pedagógico de la IA en la autonomía metacognitiva de estudiantes con ansiedad matemática?
- ¿Qué factores facilitan la transferencia de competencias críticas en análisis de datos desde la formación docente hacia la práctica profesional?
- ¿Cómo se pueden adaptar modelos de integración de IA en contextos rurales con conectividad limitada?

Por lo que, se contribuye al cumplimiento del Plan Nacional de Educación Digital de Ecuador, al demostrar que la innovación tecnológica es viable incluso en entornos con recursos limitados. Para que estas prácticas dejen de ser excepciones, las instituciones deben priorizar la formación crítica en IA, no solo el acceso a dispositivos. Solo así, la tecnología podrá servir a una educación más justa, humana y transformadora.

1.4.4. Uso de apoyo tecnológico o inteligencia artificial

La experiencia integró un ecosistema diverso de herramientas digitales, encabezado por cuatro plataformas de inteligencia artificial: *ChatGPT*, *DeepSeek*, *Julius* y *Wolfram Alpha*. Estas no se usaron como sustitutas del docente, sino como mediadores pedagógicos articulados con el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA). La plataforma Moodle funcionó como centro virtual, complementada con sesiones síncronas en Google Meet que permitieron discusiones en tiempo real y trabajo colaborativo.

Cada herramienta cumplió un rol específico. *ChatGPT* y *DeepSeek*, por su interfaz conversacional, fueron fundamentales para reducir la ansiedad estudiantil. Un ejemplo clave fue cuando *ChatGPT* generó una tabla de frecuencia con errores intencionales; los estudiantes debieron identificarlos, lo que desató una discusión guiada sobre la confiabilidad de las respuestas automáticas. Esta estrategia fomentó la autorregulación del aprendizaje, es decir, la capacidad de cuestionar y verificar información. Por otro lado, *Julius* permitió simular casos reales de rendimiento escolar, promoviendo el análisis contextualizado. En contraste, *Wolfram Alpha*, aunque potente, tuvo baja adopción debido a su interfaz compleja y poco intuitiva. Su valor no fue percibido claramente, lo que revela que el éxito de una herramienta depende más de su accesibilidad cognitiva que de su potencia técnica.

Si bien la IA potenció la retroalimentación inmediata y creó un clima de seguridad psicológica donde los estudiantes podían equivocarse sin miedo al juicio, también presentó desafíos críticos. Alrededor del 25 % de los estudiantes enfrentó problemas de conectividad, lo que subraya la persistencia de la brecha digital. Además, algunos desarrollaron dependencia excesiva, copiando respuestas sin reflexionar. Esta situación confirmó la advertencia de Selwyn (2022): la IA solo tiene valor educativo si está integrada en una arquitectura pedagógica que exija pensamiento crítico. Por ello, el equipo docente incorporó actividades de “interrogación a la IA”, donde los estudiantes evaluaban sesgos, contrastaban fuentes y justificaban sus interpretaciones.

En conjunto, esta experiencia demuestra que la IA puede amplificar procesos de enseñanza-aprendizaje, pero solo cuando está subordinada a objetivos pedagógicos claros y acompañada de una mirada crítica y humanista. Por tanto, esta experiencia demostró que el modelo DUA–ERCA–IA transforma profundamente la enseñanza de la estadística al articular inclusión, pensamiento crítico y mediación tecnológica. Los estudiantes dejaron de

ver la asignatura como un obstáculo y comenzaron a usarla como herramienta profesional. La IA no sustituyó al docente, sino que amplificó su rol como guía de procesos complejos. Para que esta innovación no sea una excepción, las instituciones deben priorizar la formación crítica en IA, garantizar acceso equitativo y crear espacios para la experimentación pedagógica. Solo así, la tecnología podrá servir a una educación más justa y humana.

1.5. Conclusiones

Esta sistematización ha demostrado que la integración pedagógica de la inteligencia artificial (IA) en el curso virtual de Estadística Descriptiva no fue un mero uso tecnológico, sino una transformación profunda del proceso enseñanza-aprendizaje. El verdadero logro no reside en los incrementos cuantitativos del rendimiento aunque estos son significativos, sino en la reconfiguración cualitativa de las prácticas educativas mediante la articulación intencionada del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), el Enfoque de Reflexión Crítica y Acción (ERCA) y las herramientas de IA.

El modelo DUA-ERCA-IA se reveló como un marco poderoso para superar desafíos estructurales: la desmotivación estudiantil, la ansiedad matemática y la percepción de la estadística como una disciplina abstracta e irrelevante. La experiencia mostró que cuando la IA se utiliza con criterio pedagógico, deja de ser un recurso técnico aislado para convertirse en un catalizador de autonomía, pensamiento crítico y inclusión. Los estudiantes trascendieron su rol de receptores pasivos para convertirse en analistas activos de datos, capaces de cuestionar fuentes, identificar sesgos y aplicar conceptos estadísticos a problemas reales de sus contextos educativos.

Sin embargo, esta innovación también puso al descubierto límites éticos y estructurales que no pueden ignorarse. La brecha digital persistente afectó a aproximadamente el 15 % de los estudiantes, evidenciando que la accesibilidad técnica no garantiza por sí sola la inclusión pedagógica. Asimismo, la dependencia excesiva de ciertas herramientas, como *Wolfram Alpha*, subrayó que el valor educativo de la IA depende más de su integración pedagógica que de su potencia técnica.

De ahí que, el éxito de esta experiencia no radica en la tecnología utilizada, sino en la intencionalidad pedagógica con la que se empleó. La verdadera innovación consistió en repensar el rol del docente de corrector a guía de procesos críticos y el del estudiante de memorista a investigador. Para que este modelo deje de ser una excepción y se convierta en una norma, las instituciones deben priorizar la formación crítica docente, establecer

políticas de apoyo concreto y crear espacios para la experimentación reflexiva. Solo así, la inteligencia artificial podrá servir a una educación más justa, humana y transformadora.

Bibliografía

- Ariza Ruiz, L. K., Vivas Sánchez, P., Castro Barbudo, D., Gómez Hernández, L., & Rodríguez Hernández, J. (2022). Sistematización de Experiencias: una reflexión sobre sus potencialidades para la salud pública. *Revista Salud Uninorte*, 38(1), 299-326. <https://doi.org/10.14482/sun.38.1.614.41>
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181-185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Ausubel, D. P. (1977). The facilitation of meaningful verbal learning in the classroom. *Educational Psychologist*, 12(2), 162-178. <https://doi.org/10.1080/00461527709529171>
- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9454-7>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Bargagliotti, A., Franklin, C., Arnold, P., Gould, R., Johnson, S., Perez, L., & Spangler, D. (2020). *Pre-K-12 Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education II (GAISE II)*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GAISEIIPreK-12_Full.pdf
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brookfield, S. D. (2017). *Becoming a critically reflective teacher* (2.^a ed.). Jossey-Bass.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: La investigación-acción en la formación del profesorado*. Martínez Roca.
- CAST. (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. <https://www.researchgate.net/publication/359340186>
- Chan, C. K. Y., & Colloton, T. (2024). *Generative AI in higher education: The ChatGPT effect*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781003459026>
- Cotton, D. R., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(2), 228-239. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>
- Dewey, J. (1933). *How we think*. D.C. Heath.
- Falck, E., Campos, P., D'Amelio, A., & Helenius, R. (2023). Global challenges and perspectives in statistical literacy. *Statistical Journal of the IAOS*. <https://doi.org/10.1177/18747655251335741>

- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores. <https://www.servicioskoinonia.org/biblioteca/general/FreirePedagogiadelOprimido.pdf>
- Fullan, M., Azorín, C., Harris, A., & Jones, M. (2024). Artificial intelligence and school leadership. *School Leadership and Management*, 44(4), 339-346. <https://doi.org/10.1080/13632434.2023.2246856>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Holmes, W., & Porayska-Pomsta, K. (2023). The ethics of artificial intelligence in education. En *AI and Education* (pp. 621-653). Routledge.
- Knox, J., Williamson, B., & Bayne, S. (2020). Machine behaviourism: Future visions of 'learnification' and 'datafication' across humans and digital technologies. *Learning, Media and Technology*, 45(1), 31-45. <https://doi.org/10.1080/17439884.2019.1623251>
- Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- Luckin, R., Rudolph, J., Grünert, M., & Tan, S. (2024). Exploring the future of learning and the relationship between human intelligence and AI. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 7(1), 346-363. <https://doi.org/10.37074/jalt.2024.7.1.27>
- Mahrous, R. M., Bugis, B. A., & Sayed, S. H. (2023). Emotional intelligence, academic motivation, and achievement among health science students. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 53(6), 571-583. <https://doi.org/10.4040/jkan.23028>
- Moore, M. G. (1993). Theory of transactional distance. En D. Keegan (Ed.), *Theoretical Principles of Distance Education* (pp. 22-38). Routledge.
- Pérez Serrano, G. (2021). *Sistematización de experiencias educativas: Investigación y práctica*. Narcea Ediciones.
- Raman, R., Utts, J., Cohen, A. I., & Hayat, M. J. (2023). Integrating ethics into the guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE). *The American Statistician*, 77(3), 323-330. <https://doi.org/10.1080/00031305.2022.2156612>
- Schiff, D. (2022). Education for AI, not AI for education: The role of education and ethics in national AI policy strategies. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 527-563. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00270-2>
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books. <https://sopper.dk/speciale/arkiv/book49.pdf>

- Selwyn, N. (2022). *Education and technology: Key issues and debates* (3.^a ed.). Bloomsbury Academic. <https://doi.org/10.1007/s11159-022-09971-9>
- Shahid, F., Aleem, M., Islam, M. A., Iqbal, M. A., & Yousaf, M. M. (2019). A review of technological tools in teaching and learning computer science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(11), em1773. <https://doi.org/10.29333/ejmste/109611>
- Tang, M., Ren, P., & Zhao, Z. (2024). Bridging the gap: The role of educational technology in promoting educational equity. *The Educational Review, USA*, 8(8). <https://doi.org/10.26855/er.2024.08.012>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

2

Innovación y sostenibilidad en la cadena láctea rural: una experiencia de campo en la comunidad COCIHC, Colta – Chimborazo

José Francisco Falconí Novillo ²

El capítulo sistematiza una experiencia de intervención en la comunidad indígena COCIHC, en Colta-Ecuador, con el fin de fortalecer su cadena láctea comunitaria mediante la innovación sostenible y culturalmente pertinente. El propósito fue co-construir conocimientos técnicos en inocuidad y gestión, superando barreras lingüísticas y culturales. La metodología se basó en un enfoque pedagógico intercultural, experiencial y participativo, que integró saberes ancestrales con buenas prácticas de manufactura. Los principales resultados incluyen la reducción del 40 % en pérdidas por contaminación, la formalización de una microempresa comunitaria, el empoderamiento organizacional y el fortalecimiento del liderazgo femenino.

²Universidad Estatal de Milagro, jfalconin@unemi.edu.ec.

Índice

2.1. Introducción	48
2.2. Sistematización de la experiencia sobre innovación y sostenibilidad en la cadena láctea rural: una experiencia de campo	52
2.2.1. Contexto y justificación	52
2.2.2. Narrativa detallada por fases	53
2.2.3. Roles de los actores y dinámicas colaborativas	57
2.2.4. Integración curricular y análisis institucional	58
2.2.5. Reflexión pedagógica y aprendizajes	60
2.2.6. Anexos	62
2.3. Implementación, resultados y aprendizajes de la experiencia innovadora	63
2.3.1. Descripción detallada de la implementación	63
2.3.2. Participación activa de los actores	66
2.3.3. Evidencias de la experiencia en marcha	68
2.3.4. Resultados alcanzados	71
2.3.5. Evaluación crítica del proceso	74
2.3.6. Sostenibilidad y escalabilidad	76
2.3.7. Integración con el currículo y la política educativa	78
2.3.8. Reflexión ética y social	80
2.4. Reflexión, conclusiones y recomendaciones	83
2.4.1. Reflexión crítica sobre la experiencia	83
2.4.2. Recomendaciones para replicar o adaptar la experiencia	85
2.4.3. Conclusión: Impacto y propuestas de continuidad o investigación futura	89
2.5. Conclusiones	93

2.1. Introducción

La innovación en los sistemas agroalimentarios rurales nace del diálogo entre los saberes ancestrales, las necesidades comunitarias y los enfoques técnicos sostenibles. Mi primera experiencia profesional se desarrolló en Riobamba, Chimborazo (Ecuador), en la Fundación M.A.R.C.O., una ONG que fortalece a las comunidades rurales mediante un acompañamiento interdisciplinario. Junto a profesionales de ingeniería ambiental, zootecnia, agronomía y agroindustria, trabajé con 40 familias lecheras del cantón Colta para consolidar la Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctus (COCIHC), una iniciativa agroindustrial financiada con recursos internacionales para la producción de queso fresco, yogurt y mantequilla.

Este escenario no solo ofrecía una oportunidad económica, sino también un reto pedagógico profundo: transformar prácticas tradicionales en procesos técnicamente sólidos, sin romper su raíz cultural ni su cosmovisión andina (Altieri & Toledo, 2011; Walsh, 2009). En Colta, la producción láctea se había transmitido de generación en generación a través de saberes empíricos, profundamente vinculados a una relación armónica entre el ser humano, el ganado y la Pachamama. El cuidado del animal y la elaboración de los derivados lácteos respondían a una lógica comunitaria, no mercantil, en la que lo espiritual y lo productivo estaban inseparablemente entrelazados. Por eso, introducir estándares técnicos exigía una pedagogía intercultural que respetara esos fundamentos, al tiempo que construía puentes hacia la inocuidad y la sostenibilidad productiva.

Por lo que, tratar conceptos como inocuidad, trazabilidad o estándares microbiológicos no significaba simplemente impartir protocolos. Sino negociar significados: cómo conectar la noción occidental de “riesgo sanitario” con la percepción local de “pureza” o “limpieza espiritual”; cómo traducir indicadores cuantificables sin sacrificar la riqueza simbólica del acto productivo. Este desafío requería una pedagogía intercultural crítica (Walsh, 2009), capaz de reconocer el conocimiento campesino-indígena no como una carencia, sino como un fundamento legítimo desde el cual construir innovaciones auténticas. Por eso, nuestro acompañamiento técnico no consistió en transferir saberes desde afuera, sino en co-construir un marco híbrido donde la ciencia y la tradición dialogaran en igualdad, protegiendo tanto la seguridad alimentaria como la identidad territorial.

Sin embargo, la transición hacia una producción láctea segura y competitiva enfrentaba obstáculos estructurales y cognitivos. Para muchos asociados de COCIHC, la “calidad” se reducía a aspectos visuales del producto: su color, textura o empaque. Muchos desco-

nocían dimensiones esenciales como la inocuidad microbiológica, la trazabilidad o las buenas prácticas de manipulación. Esta limitación se intensificaba por dos factores clave: la heterogeneidad generacional del grupo —algunos productores superaban los 45 años— y la barrera lingüística, ya que varios comuneros eran hablantes monolingües de kichwa. Durante las capacitaciones, era necesario recurrir a familiares como traductores, lo que añadía complejidad al proceso.

Además, la ausencia de certificaciones sanitarias los obligaba a comercializar su leche cruda a intermediarios, con márgenes de ganancia muy bajos. Esta dinámica los excluía de los mercados formales y los mantenía en una dependencia económica persistente. Estas condiciones reflejan un problema recurrente en América Latina: la brecha entre el conocimiento técnico disponible y su apropiación efectiva en contextos rurales e interculturales, donde factores lingüísticos, generacionales y culturales dificultan la adopción de prácticas especializadas (Quijano, 2000; Trigo & Elverdin, 2020).

Ante este escenario, el propósito de esta sistematización es reconstruir, analizar y dar sentido a la experiencia vivida en COCIHC, no como un relato anecdótico, sino como un proceso pedagógico de transferencia de conocimiento aplicado. Se busca identificar las estrategias que permitieron articular saberes técnicos con las realidades locales, así como los momentos decisivos que impulsaron el compromiso colectivo hacia la mejora continua.

De ahí que, durante una de las primeras sesiones, al aplicar una matriz FODA, varios comuneros no podían expresar sus ideas con términos técnicos, pero sí reconocían con orgullo el significado cultural de las siglas “COCIHC”, vinculadas a su territorio ancestral. Esa identidad se convirtió en un punto de anclaje simbólico para introducir conceptos técnicos. Esta sistematización no busca validar un modelo universal, sino compartir aprendizajes situados que puedan inspirar otras intervenciones en contextos donde la innovación debe dialogar con la lengua, la historia y las estructuras sociales de los pueblos indígenas (Van der Ploeg, 2020).

Así, el valor de esta experiencia radica en su doble contribución: ética y técnica. Por un lado, demuestra que la calidad en la agroindustria láctea no es un requisito opcional, sino una condición indispensable para proteger la salud del consumidor y asegurar la viabilidad económica del emprendimiento comunitario. Por otro, muestra que la sostenibilidad no se logra solo con inversiones en infraestructura, sino con procesos de empoderamiento cognitivo.

Mientras que, un momento clave fue cuando se introdujo la variable económica: la relación entre costo y beneficio. Al proyectar un plan de negocios a cinco años, los productores comprendieron que la certificación en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) no era un trámite burocrático, sino una inversión estratégica capaz de reducir pérdidas, aumentar ingresos y acceder a mercados formales.

Esta comprensión generó un cambio inmediato en la actitud de los productores. Uno de ellos, con entusiasmo, preguntó: “¿Cómo empezamos?”. La respuesta fue contundente: “*Por nosotros mismos*”. En ese instante, la noción de calidad dejó de ser una exigencia externa para convertirse en un compromiso colectivo. Los productores asumieron que garantizar inocuidad, trazabilidad y buenas prácticas era responsabilidad de todos, no solo de los técnicos. Este giro simbólico y práctico marcó el inicio de una transformación organizacional profunda, alineada con enfoques que reconocen la calidad como eje transversal del desarrollo agroindustrial sostenible (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2019; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2021).

El objeto de estudio se limita a la fase inicial de implementación del proyecto en COCIHC: el período en que diseñamos e implementamos las primeras capacitaciones en inocuidad láctea, higiene operativa y planificación estratégica. No se abordan aquí los procesos posteriores de certificación ni la comercialización a gran escala, sino el momento fundacional en que se construyó la base conceptual y actitudinal para la transformación productiva.

Este enfoque permite centrar el análisis en las dinámicas de aprendizaje, los roles de los técnicos y la negociación de significados en torno a la calidad. En lugar de imponer protocolos estandarizados desde una lógica vertical, adoptamos una estrategia pedagógica horizontal: los técnicos actúan como facilitadores, no como instructores. La clave fue hacer tangibles conceptos abstractos como “inocuidad” o “contaminación cruzada”.

Por tanto, les organizamos simulacros prácticos en los que los productores compararon muestras de leche procesada con y sin lavado previo de manos, o con utensilios no desinfectados. Observaron con sus propios ojos las diferencias en apariencia, olor y desarrollo de moho. Estas experiencias no solo hicieron visible lo invisible, sino que abrieron un espacio de diálogo donde los saberes locales y los conocimientos técnicos se confrontaban y complementaban.

Los productores se percataron que las diferencias en apariencia, olor y desarrollo de moho entre muestras de leche procesada con y sin higiene adecuada. Esta estrategia no

solo hizo visible lo invisible: también abrió un espacio de diálogo donde los saberes locales y los conocimientos técnicos se enriquecieron mutuamente. La calidad dejó de ser un requisito impuesto desde afuera para convertirse en una construcción colectiva, arraigada en la experiencia directa y en la responsabilidad compartida.

La pedagogía experiencial aplicada en COCIHC resultó fundamental para la apropiación significativa de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Al vincular las capacitaciones con las rutinas cotidianas de los productores —sus herramientas, espacios de trabajo y lógicas comunitarias—, la formación superó la mera repetición de instrucciones y fomentó una comprensión profunda de los fundamentos de cada práctica. Los técnicos no actuaron como instructores autoritarios, sino como mediadores culturales que tradujeron normas sanitarias a un lenguaje comprensible, relevante y culturalmente resonante.

Esta mediación fue esencial en un contexto intercultural, donde términos como “microorganismos patógenos” no tenían equivalente directo en kichwa. En su lugar, se utilizaron metáforas visuales y demostraciones concretas: por ejemplo, comparar el crecimiento de moho en leche contaminada con la idea de “enfermedades invisibles que afectan al cuerpo y a la Pachamama”. Como señalan Ríos et al. (2016), este enfoque no solo aumenta la adherencia a los protocolos, sino que fortalece la autonomía y la capacidad de autogestión de las comunidades. En COCIHC, las BPM dejaron de ser una regla externa para convertirse en una práctica cotidiana, asumida con orgullo como parte de una nueva identidad productiva.

Por lo que, se prepara el camino para detallar las fases metodológicas de la intervención, el rol de los actores involucrados, la articulación con los marcos normativos nacionales —especialmente en materia de inocuidad y agroindustria— y la evaluación participativa de los resultados. Más allá de documentar una iniciativa exitosa, este capítulo busca contribuir a un debate urgente: ¿cómo hacer que la innovación en la cadena láctea rural sea técnicamente sólida, culturalmente pertinente y socialmente justa?

Lo que se propone es repensar el desarrollo agroindustrial no como la imposición de estándares externos, sino como una co-construcción de saberes que respeten la identidad territorial, fortalezcan la autonomía comunitaria y garanticen alimentos seguros. Esta perspectiva responde directamente a los desafíos contemporáneos de sostenibilidad, justicia cognitiva y soberanía alimentaria en los territorios andinos.

En un mundo donde la seguridad alimentaria, la resiliencia climática y la equidad en el acceso al conocimiento son prioridades globales, iniciativas como COCIHC demuestran que la verdadera sostenibilidad no se mide en volúmenes de producción, sino en la

profundidad de los procesos colectivos de aprendizaje. La experiencia, profundamente arraigada en el tejido social y cultural del territorio andino ecuatoriano, muestra que la innovación agroindustrial puede nacer desde la comunidad cuando se reconoce su saber como fundamento legítimo.

Estas lecciones son valiosas no solo para diseñar políticas públicas más inclusivas, sino también para guiar el trabajo de cooperantes, técnicos y académicos que buscan transformar los sistemas alimentarios rurales: no desde fuera, sino junto a las comunidades, fortaleciendo capacidades endógenas y promoviendo la autonomía productiva.

2.2. Sistematización de la experiencia sobre innovación y sostenibilidad en la cadena láctea rural: una experiencia de campo

2.2.1. Contexto y justificación

La ganadería constituye un pilar fundamental para cerca de 20 millones de familias en regiones tropicales de Asia, África y América Latina, siendo la principal fuente de ingresos para numerosos pequeños productores (Moreno et al., 2023). En este contexto, Parra-Cortés et al. (2019) destacan que, frente a la expansión de la frontera agrícola en América Latina, es imprescindible adoptar decisiones que reduzcan la pobreza, promuevan la generación de riqueza y fomenten sistemas productivos sostenibles.

En Ecuador, la Novena Agenda Global para la Ganadería Sostenible impulsó una visión integral y participativa para transformar la gestión de los sistemas ganaderos. Este enfoque prioriza la diversificación productiva, la estabilidad ecológica, el fortalecimiento de políticas públicas y el incremento de los ingresos de los productores (Proamazonia, 2019). La industria láctea nacional contribuye con cerca del 4 % al PIB agroalimentario y genera ingresos por aproximadamente 1,4 millones de dólares anuales. Cada día, el país produce alrededor de 6,15 millones de litros de leche cruda, actividad que emplea directamente a más de un millón de personas (Forbes, 2024; Ionita, 2022).

En la región Interandina destaca como la principal zona productora de leche en el país, con provincias como Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo liderando la producción. En particular, el cantón Colta, ubicado en Chimborazo, posee condiciones climáticas y

geográficas ideales para obtener leche cruda de alta calidad, óptima para la elaboración de derivados lácteos.

Sin embargo, a pesar de esta ventaja natural, muchos comuneros indígenas siguen vendiendo su leche cruda a grandes industrias como Indulac o El Ordeño S.A., sin agregar valor. Esta práctica los mantiene en una posición de dependencia económica, con márgenes de ganancia mínimos y acceso limitado a mercados formales. Además, existen barreras estructurales profundas: desconocimiento de normativas sanitarias (INEN, ARCSA), ausencia de certificaciones y falta de planificación estratégica. Para muchos, la noción de “calidad” se reduce a aspectos sensoriales color, textura, empaque y no incluye dimensiones críticas como la inocuidad microbiológica o las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Este escenario es aún más complejo en contextos interculturales. Parte de los comuneros son hablantes monolingües de kichwa, lo que dificulta la comprensión de conceptos técnicos en español. Asimismo, sus prácticas productivas están arraigadas en una cosmovisión andina donde el cuidado del ganado y la relación con la Pachamama son actos comunitarios y espirituales, no meramente económicos (Walsh, 2009). Imponer estándares técnicos sin reconocer estos saberes locales genera resistencia o desinterés.

Por ello, el verdadero desafío no es solo tecnológico, sino pedagógico y cultural: transformar prácticas tradicionales en procesos seguros y competitivos, sin desconectarlos de su identidad. La oportunidad actual, potenciada por la creciente demanda internacional de productos lácteos ecuatorianos (DairyCorp, 2025), radica en pasar de la venta de materia prima a la industrialización comunitaria sostenible.

Por lo que, esta experiencia en COCIHC (Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctus) no busca imponer un modelo externo, sino co-construir un camino propio. El objetivo es sistematizar este proceso como una herramienta de aprendizaje para técnicos, académicos y comunidades que buscan integrar control de calidad, planificación estratégica e ingeniería de procesos en contextos rurales, mejorando así las condiciones de vida de quienes forman parte de estas organizaciones.

2.2.2. Narrativa detallada por fases

Fase preliminar: Diagnóstico participativo y caracterización inicial

La Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctus (COCIHC) es una organización con 25 años de trayectoria en el cantón Colta, dedicada

a la venta de leche cruda y queso fresco en mercados locales. Durante décadas, sus procesos productivos y administrativos se han gestionado de forma empírica, adaptándose a las circunstancias sin contar con planificación estratégica ni sistemas formales de comercialización (Buñay, 2019).

Para comprender su realidad desde dentro, se inició con un diagnóstico participativo mediante entrevistas grupales e individuales. En estas conversaciones, los comuneros expresaron que, aunque tenían confianza en sus métodos tradicionales, enfrentaban pérdidas económicas recurrentes debido a rechazos de lotes de leche por parte de intermediarios. Además, manifestaron interés en industrializar su producción, pero desconocían cómo hacerlo sin perder su identidad cultural o incurrir en altos costos.

El diagnóstico reveló tres problemas centrales:

1. Falta de conocimiento normativo: La mayoría desconocía los requisitos sanitarios de ARCSA (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria) y la norma INEN sobre inocuidad alimentaria. El queso fresco que elaboraban no contaba con notificación sanitaria, lo que limitaba su comercialización formal (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2024).
2. Barreras lingüísticas y educativas: Aunque algunos miembros tenían título de bachiller, varios eran hablantes monolingües de kichwa y comprendían el español con dificultad. Esto afectaba su participación en capacitaciones técnicas.
3. Infraestructura deficiente: Los bidones de plástico utilizados para transportar la leche estaban deteriorados, con riesgo de astillarse y contaminar físicamente el producto. Asimismo, no existía un protocolo claro para el ordeño, limpieza de utensilios ni almacenamiento.

Estas condiciones ponían en riesgo la calidad y seguridad de los productos. Ante este escenario, se diseñó una metodología pedagógica inclusiva, basada en el diálogo intercultural y el aprendizaje experiencial, para acompañar a COCIHC en la transición hacia una producción estandarizada, sostenible y comunitariamente apropiada.

Fase inicial: Co-construcción de bases conceptuales

La intervención comenzó con una serie de cinco sesiones presenciales, de dos horas cada una, realizadas durante un mes. Para superar la barrera del kichwa, se contó

con la mediación de un familiar bilingüe designado por los comuneros, quien facilitó la traducción de conceptos clave. No se usó tecnología digital; en su lugar, se emplearon herramientas manuales como papelógrafos, marcadores y tarjetas ilustradas, garantizando accesibilidad para todos los participantes.

Las dinámicas se estructuraron en tres etapas:

1. Lluvia de ideas: Se abordó la pregunta: “*¿Qué necesitamos para vender nuestros productos más allá del mercado local?*”. Esta actividad permitió identificar preocupaciones comunes: pérdida de leche, falta de certificaciones y dependencia de intermediarios.
2. Matriz FODA participativa: Guiados por técnicos de la Fundación M.A.R.C.O., los comuneros analizaron fortalezas (experiencia ganadera, acceso a pastos naturales), oportunidades (demanda creciente de lácteos artesanales), debilidades (falta de higiene estandarizada) y amenazas (competencia de industrias grandes).
3. Definición de identidad organizacional: Cada miembro escribió en sus propias palabras qué significaba para él la misión y visión de COCIHC. Tras un proceso de discusión, se llegó a un consenso:
 - Misión: Producir alimentos seguros y de calidad, respetando la cultura andina y el equilibrio con la Pachamama.
 - Visión: Ser reconocidos como pioneros en la agroindustria láctea comunitaria del Ecuador.

Este ejercicio no solo sentó las bases de la planificación estratégica, sino que fortaleció el sentido de pertenencia. Como señaló uno de los líderes: “*Ahora no trabajamos solo por dinero, sino por orgullo propio*”.

Fase de desarrollo: Implementación técnica y co-diseño de sistemas

Una auditoría interna confirmó las falencias detectadas en la fase preliminar. Con base en estos hallazgos, se co-diseñó con los comuneros un manual de calidad y procesos, que estableció procedimientos claros para cada etapa de producción. Este documento no fue impuesto desde fuera, sino construido colectivamente, asegurando su apropiación.

Tabla 2.1: Elementos clave del sistema

Elemento	Descripción	Responsable
POES	Limpieza y desinfección diaria de tanques y utensilios.	Encargado de planta
BPM	Protocolos de higiene personal y manipulación.	Todos los trabajadores
Registro de temperatura	Control diario del refrigerador de almacenamiento.	Supervisor rotativo
Trazabilidad	Etiquetado con fecha y número de lote.	Encargado de empaque

Fuente: elaboración propia.

El manual incluyó:

- Programas Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES): Limpieza diaria de equipos, desinfección de áreas de trabajo y control de plagas.
- Buenas Prácticas de Manufactura (BPM): Lavado de manos antes del procesamiento, uso de batas y gorros, prohibición de mascotas en la planta.
- Registros obligatorios: Bitácoras de temperatura, limpieza, mantenimiento y trazabilidad de cada lote.

A continuación, se presenta un resumen de los elementos clave del sistema implementado:

Además, se avanzó en la planificación estratégica, definida íntegramente por los comuneros tras múltiples reuniones de consenso. Esta planificación reflejó su visión de desarrollo endógeno, vinculando innovación técnica con valores culturales (Bricio, 2024).

Fase final: Resultados, consolidación y propuestas de mejora

Un mes después de la entrega del manual y la implementación de los nuevos protocolos, se observó un cambio tangible en la cultura organizacional. Los registros de actividades ya no se guardaban en cajones, sino que se colocaban en paneles visibles dentro de la planta. Los comuneros aplicaban espontáneamente las BPM, incluso sin supervisión directa.

Uno de los indicadores más significativos fue la reducción del 40 % en las pérdidas de leche por contaminación microbiológica, según análisis físico-químicos realizados con

apoyo de la Fundación M.A.R.C.O. Además, el queso fresco “La Quesera” cumplió con la NTE INEN 1334-1 para etiquetado, lo que permitió su venta formal en ferias locales.

Los comuneros también presentaron propuestas concretas para mejorar la eficiencia productiva:

1. Automatización del envasado de yogurt: Actualmente hecho a mano, este proceso genera cuellos de botella. Se calcula que una máquina semiautomática podría aumentar la producción en un 60%, con un retorno de inversión estimado en 18 meses.
2. Adquisición de mantequeras de mayor capacidad: Las actuales limitan la producción de mantequilla. Una mantequera industrial reduciría el tiempo de batido y mejoraría la uniformidad del producto.
3. Reemplazo de materiales de madera por acero inoxidable AISI 304: Este material es más higiénico, duradero y compatible con las normas de ARCSA.

Por tanto, las propuestas demuestran que los comuneros no solo adoptaron los conocimientos, sino que ahora piensan estratégicamente sobre el futuro de su emprendimiento. Su transformación va más allá de la técnica: representa un proceso de empoderamiento colectivo.

2.2.3. Roles de los actores y dinámicas colaborativas

La transformación agroindustrial de COCIHC fue posible gracias a la articulación estratégica entre diversos actores, cada uno con responsabilidades específicas y niveles diferenciados de participación. El técnico de proyectos asumió el diseño, facilitación y evaluación de la experiencia, coordinando las actividades de capacitación y monitoreo técnico.

Los comuneros, quienes actuaron como productores participantes y colaboradores clave, mostraron dudas al inicio sobre la necesidad de estandarizar sus procesos. Sin embargo, conforme evidenciaron los beneficios como mayor calidad del producto, acceso a nuevos mercados y reducción de pérdidas, asumieron un compromiso creciente.

El asesor externo, técnico del GAD Colta, brindó apoyo especializado en manejo de suelos y agronomía, contribuyendo al desarrollo eficiente de cultivos de ray-grass para

alimentar al ganado. Su intervención aportó rigor científico, aunque su disponibilidad se limitó a dos o tres encuentros mensuales.

La Fundación M.A.R.C.O. desempeñó un papel fundamental como proveedora de materiales, insumos y apoyo logístico. Facilitó la adquisición de bidones de acero inoxidable para el transporte de leche cruda, así como reactivos y equipos para análisis físico-químicos.

Por su parte, un equipo multidisciplinario de técnicos en agronomía, veterinaria, zootecnia y ciencias ambientales proporcionó guías actualizadas sobre buenas prácticas agropecuarias. Aunque no participaron directamente en las actividades de campo, sus aportes metodológicos sirvieron de base para la formulación de protocolos productivos sostenibles.

Esta experiencia demostró que el éxito dependió de la complementariedad entre actores. No obstante, las limitaciones institucionales subrayan la necesidad de fortalecer alianzas sostenibles entre universidades, ONGs, gobiernos locales y comunidades.

2.2.4. Integración curricular y análisis institucional

La experiencia desarrollada con COCIHC no fue un evento aislado, sino una expresión concreta de cómo la educación superior puede transformarse en un motor de cambio social y productivo. Esta intervención permitió articular de manera intencional y transversal diversas asignaturas del plan de estudios de Ingeniería en Industrias Pecuarias, convirtiendo el aula en un espacio de aprendizaje situado, donde el conocimiento técnico se enraizó en la realidad cotidiana de los productores indígenas.

Cada asignatura contribuyó no solo con teorías, sino con competencias aplicadas que se tradujeron en acciones transformadoras dentro de la organización. La asignatura Ciencia y Tecnología de la Leche I y II proporcionó los fundamentos para comprender las transformaciones físico-químicas durante la elaboración de queso fresco, yogurt y mantequilla. Los estudiantes aplicaron estos conocimientos al ajustar el pH, seleccionar cultivos iniciadores y estandarizar tiempos de fermentación, logrando que los productos cumplieran con parámetros de calidad reproducibles.

La asignatura Control de Calidad fue el eje central para implementar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). A través de una auditoría interna basada en la normativa de Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) (2023), los estudiantes y comuneros identificaron puntos críticos de control y diseñaron un ma-

nual de calidad co-construido, donde se detallaron protocolos de limpieza, manipulación y trazabilidad. La competencia desarrollada “Aplicar BPM en procesos agroindustriales” se materializó en la adopción diaria de los procedimientos por parte de los productores, quienes dejaron de ver la higiene como una exigencia externa para convertirla en una práctica de orgullo y responsabilidad colectiva.

En Microbiología de los Alimentos, los estudiantes aplicaron técnicas de laboratorio para analizar muestras de leche cruda y productos terminados, detectando la presencia de microorganismos patógenos y correlacionándolos con prácticas de manejo inadecuadas. Estos hallazgos no solo validaron científicamente los riesgos, sino que sirvieron como evidencia tangible para motivar cambios en el comportamiento productivo, reforzando lo planteado por Ríos et al. (2016): cuando el conocimiento técnico se hace visible y comprensible, se convierte en herramienta de empoderamiento.

La asignatura Análisis Sensorial permitió conectar la calidad técnica con la percepción del consumidor. A través de simulacros comparativos leche con y sin lavado de manos, utensilios limpios y sucios, los comuneros observaron diferencias en color, olor y desarrollo de moho. Esta experiencia no solo hizo visible lo invisible, sino que generó un diálogo donde los saberes locales sobre “pureza” y “limpieza espiritual” se complementaron con indicadores científicos.

Finalmente, Emprendimiento y Gestión Empresarial impulsó la construcción de una identidad organizacional. Los productores, guiados por los estudiantes, definieron su misión, visión y plan de negocio a cinco años, comprendiendo que la certificación en BPM no era un trámite burocrático, sino una inversión estratégica que reduciría pérdidas, aumentaría ingresos y abriría mercados formales. Este momento, descrito como un giro simbólico en el Capítulo 1, se convirtió aquí en una acción concreta: el diseño de un plan viable, validado por indicadores económicos y técnicos (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2019; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2021).

Desde una perspectiva más amplia, esta integración curricular fortaleció competencias transversales: comunicación intercultural, empatía, trabajo colaborativo y liderazgo en contextos rurales. Los estudiantes no solo enseñaron, sino que aprendieron de los saberes ancestrales de los comuneros, reconociendo que la sostenibilidad no nace de la tecnología impuesta, sino del diálogo entre saberes (Altieri & Toledo, 2011; Walsh, 2009).

La Universidad Estatal de Milagro proporcionó el marco académico y logístico necesario para esta intervención. Sin embargo, se identificaron limitaciones institucionales que

obstaculizaron su sostenibilidad y escalamiento. La escasez de recursos económicos obligó a depender de donaciones externas, como los bidones de acero inoxidable y reactivos de laboratorio facilitados por la Fundación M.A.R.C.O. Además, la ausencia de convenios formales con ARCSA e IICA impidió acceder a asesoría técnica especializada, rutas de certificación aceleradas o programas de apoyo institucional que hubieran garantizado el seguimiento post-proyecto.

Estas limitaciones reflejan un problema sistémico: la desconexión entre la academia y los sistemas de regulación pública. La innovación agroindustrial no puede depender de la voluntad individual de docentes o ONGs. Requiere políticas públicas que vinculen universidades, entidades sanitarias y comunidades rurales en redes de apoyo sostenible.

Aun con estas limitaciones, esta experiencia demuestra que la formación universitaria debe trascender el aula. La integración curricular no es un ejercicio pedagógico opcional, sino una responsabilidad ética. Cuando el conocimiento científico se articula con los saberes locales, se construye no solo calidad, sino soberanía alimentaria. Cuando los estudiantes aprenden a escuchar antes de enseñar, se construye justicia cognitiva (Quijano, 2000). Y cuando la universidad se convierte en un puente entre la ciencia y la comunidad, no solo se forma un profesional, sino un agente de transformación.

2.2.5. Reflexión pedagógica y aprendizajes

La experiencia en COCIHC fue mucho más que un ejercicio técnico o curricular; representó un proceso transformador tanto para los comuneros como para quienes acompañamos desde la academia. A través del contacto directo con la realidad productiva del cantón Colta, se logró comprender en profundidad los desafíos estructurales del sector lechero rural como la falta de valor agregado, la dependencia de intermediarios y las barreras lingüísticas, pero también las oportunidades que ofrece la aplicación de prácticas sostenibles y culturalmente pertinentes.

Uno de los aprendizajes más significativos fue entender que la verdadera innovación no consiste en imponer tecnología o protocolos externos, sino en co-construir conocimientos a partir de un diálogo horizontal entre ciencia y tradición. La transferencia de saberes no fluyó solo desde la universidad hacia la comunidad, sino en sentido inverso: los saberes ancestrales sobre el cuidado del ganado, la relación con la Pachamama y las dinámicas comunitarias enriquecieron profundamente mi propia práctica docente. Este intercambio demostró que la sostenibilidad agroindustrial no depende de equipos costo-

sos, sino de la capacidad de mejorar, adaptar y optimizar los recursos locales (Altieri & Toledo, 2011; Walsh, 2009).

Desde una perspectiva personal y profesional, esta vivencia reforzó mi compromiso con modelos productivos socialmente justos y ambientalmente responsables. Comprender el impacto ecológico de la producción láctea y explorar alternativas para minimizarlo fortaleció una visión crítica y propositiva frente al desarrollo agroindustrial. Además, consolidé habilidades esenciales en contextos rurales: empatía, escucha activa, liderazgo colaborativo y mediación cultural.

Sin embargo, esta reflexión debe ir más allá del reconocimiento positivo. Es necesario preguntarse: ¿realmente transferimos conocimiento, o ayudamos a que ellos reconstruyeran el suyo con nuevas herramientas? Esta pregunta, inspirada en el enfoque de justicia cognitiva (Quijano, 2000), pone en evidencia que el papel del técnico no debe ser el de un experto que “ilumina” a la comunidad, sino el de un facilitador que acompaña un proceso de empoderamiento cognitivo.

El cambio observado mayor concientización, uso de registros, adopción de BPM fue real. Pero su sostenibilidad a largo plazo depende de factores cruciales:

- ¿Podrán los comuneros mantener estos estándares sin la presencia constante de un técnico externo?
- ¿Existen mecanismos internos de supervisión y formación continua?
- ¿Se ha fortalecido suficientemente la autonomía organizacional para que tomen decisiones estratégicas sin dependencia institucional?

Aunque los comuneros asumieron con orgullo la misión y visión de Lácteos “CO-CICH” y participaron activamente en la elaboración del manual de calidad, aún persiste una fragilidad: la continuidad del proyecto sigue siendo vulnerable a la disponibilidad de apoyos externos, como los proporcionados por la Fundación M.A.R.C.O. Para que la autonomía sea real, es necesario que la comunidad no solo aplique buenas prácticas, sino que las revise, adapte y enseñe por sí misma.

En cuanto a aspectos por mejorar, destaco la necesidad de:

1. Fortalecer la articulación institucional: establecer convenios con ARCSA o IICA que garanticen seguimiento técnico y acceso a certificaciones.

Figura 2.1: Queso fresco “La Quesera” con etiqueta que cumple la NTE INEN 1334-1 para alimentos procesados, evidenciando el cumplimiento de normativas nacionales de etiquetado



Fuente: Proceso de embalaje de queso

2. Implementar evaluaciones sistemáticas: diseñar indicadores sociales, económicos y ambientales para medir el impacto a mediano y largo plazo.
3. Planificar la transición post-acompañamiento: capacitar a líderes internos como multiplicadores del conocimiento antes de la salida del técnico.

De ahí que, se reafirma que la educación superior debe ser un puente entre el conocimiento científico y la realidad productiva. Promover la innovación con sentido social y la sostenibilidad como eje transversal no es solo una meta académica, sino una responsabilidad ética con las comunidades que dependen del sector lácteo para su sustento. El verdadero éxito no se mide en productos estandarizados, sino en personas que recuperan la confianza en su saber y en su capacidad para transformar su propio futuro.

2.2.6. Anexos

Con el fin de enriquecer la sistematización y materializar las evidencias concretas del proceso vivido en COCIHC, se incluyen los siguientes elementos visuales, que validan la intervención y sirven como recursos pedagógicos para futuras replications.

Figura 2.2: Comuneros utilizando los nuevos bidones de acero inoxidable AISI 304 entregados por la Fundación M.A.R.C.O., sustituyendo los recipientes de plástico deteriorado utilizados anteriormente



Fuente: Proceso de recepción de la leche, Manual de buenas prácticas

Figura 2.3: Registro físico visible en la planta de procesamiento: bitácora de limpieza diaria, control de temperatura y trazabilidad de lotes, ubicada en un lugar accesible para todos los miembros de la organización



Fuente: Manual de buenas prácticas

2.3. Implementación, resultados y aprendizajes de la experiencia innovadora

2.3.1. Descripción detallada de la implementación

La experiencia se desarrolló en la comunidad de la Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctus (COCIHC), ubicada en el cantón Colta, provincia de Chimborazo, Ecuador. Esta intervención fue liderada por la Fundación M.A.R.C.O. en colaboración directa con los comuneros, con el objetivo de fortalecer

Figura 2.4: Manual de buenas prácticas de manufactura para la Agro Empresa “La Quesera” - COCIHC



Fuente: Manual de buenas prácticas

sus capacidades productivas, administrativas y técnicas mediante la creación de una microempresa láctea comunitaria y la estandarización de procesos de calidad e inocuidad.

El proceso se estructuró en cuatro fases secuenciales, articuladas con un enfoque pedagógico intercultural y experiencial. A continuación, se detalla cada etapa, sus actividades clave, responsables y resultados alcanzados.

Fase preliminar (Semanas 1–3): Diagnóstico participativo y caracterización inicial

Dado que el conocimiento técnico sobre inocuidad y gestión empresarial era limitado entre los comuneros, se inició con un diagnóstico participativo para comprender la realidad desde dentro. Los técnicos de la Fundación M.A.R.C.O., acompañados por facilitadores bilingües, realizaron entrevistas grupales e individuales, observación directa de procesos y talleres informales de escucha activa.

Los comuneros expresaron que, aunque tenían confianza en sus métodos tradicionales, enfrentaban pérdidas económicas recurrentes debido a rechazos de lotes por parte de intermediarios. Además, manifestaron interés en industrializar su producción, pero desconocían cómo hacerlo sin perder su identidad cultural o incurrir en altos costos.

Como resultado de esta fase, se identificaron tres problemas centrales:

1. Falta de conocimiento normativo: La mayoría desconocía los requisitos sanitarios de ARCSA y la norma INEN sobre inocuidad alimentaria.
2. Barreras lingüísticas: Varios comuneros eran hablantes monolingües de kichwa, lo que dificultaba la comprensión de conceptos técnicos en español.
3. Infraestructura deficiente: Los bidones plásticos usados para transportar la leche estaban deteriorados, con riesgo de contaminación física.

Fase inicial (Semanas 4–6): Co-construcción de bases conceptuales

Con base en el diagnóstico, se diseñaron talleres participativos centrados en planificación estratégica, Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y gestión de calidad. Inicialmente se consideró el uso intensivo de medios digitales; sin embargo, dado que la conectividad en Colta es limitada y muchos comuneros tienen baja alfabetización digital, se optó por estrategias manuales y orales.

Esta decisión metodológica fue clave: se emplearon papelógrafos, marcadores, tarjetas ilustradas y dinámicas presenciales, garantizando accesibilidad para todos. Además, se contó con la mediación de un familiar bilingüe designado por los comuneros, quien facilitó la traducción de conceptos clave.

Durante estas sesiones, los participantes definieron colectivamente la misión, visión y filosofía corporativa de COCIHC, utilizando lluvia de ideas y matriz FODA. Este proceso no solo sentó las bases de la organización, sino que fortaleció el sentido de pertenencia.

Fase de desarrollo (Semanas 7–10): Implementación técnica y co-diseño de sistemas

En esta fase, se realizó una auditoría interna de calidad, basada en la normativa de Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) (2023), que permitió comparar la situación actual con estándares nacionales. Como resultado, se co-diseñó con los comuneros un manual de calidad y procesos, que incluyó Programas Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES) y procedimientos de trazabilidad.

Este documento no fue impuesto desde fuera, sino construido colectivamente, asegurando su apropiación. Además, se implementaron registros visibles en la planta de producción, lo que facilitó el seguimiento diario de limpieza, temperatura y manipulación.

Tabla 2.2: Cronograma de implementación por fases

Fase	Semana	Actividad clave	Responsables	Resultados esperados
Preliminar	1–3	Diagnóstico participativo, observación de procesos	Técnicos y comuneros	Identificación de brechas en BPM
Inicial	4–6	Talleres de planificación estratégica, FODA, BPM	Técnico facilitador kichwa	Definición colectiva de misión y visión
Desarrollo	7–10	Auditoría interna, manual de calidad, POES	Comuneros y técnicos	Establecimiento de sistema de gestión de calidad
Final	11–12	Consolidación de Lácteos COCICH, cambio de materiales	Todos los actores	Producción estandarizada y comercialización formal

Fuente: elaboración propia.

Fase final (Semanas 11–12): Consolidación del emprendimiento

Al finalizar el proceso, se consolidó la microempresa “Lácteos COCICH”, con producción formal de queso fresco, mantequilla y yogurt. Los comuneros ya aplicaban espontáneamente las BPM, incluso sin supervisión directa. También se reemplazaron los utensilios de madera y plástico por acero inoxidable AISI 304, material apto para contacto con alimentos. Este cierre simbolizó la transición de una producción empírica a un modelo organizado, sostenible y comunitariamente apropiado.

2.3.2. Participación activa de los actores

La experiencia se sustentó en una lógica de corresponsabilidad activa, donde los saberes técnico-científicos y los conocimientos ancestrales se articularon mediante procesos de diálogo intercultural y toma de decisiones colectiva. La participación no fue meramente funcional, sino que se consolidó como eje transversal del proyecto.

Los productores comunitarios de COCIHC fueron actores centrales en todas las fases. Desde el diagnóstico participativo hasta la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), asumieron responsabilidades clave: definición de la misión y visión

de “Lácteos COCICH”, diseño de registros operativos y validación del Manual de Calidad. Inicialmente, algunos expresaron escepticismo ante la formalización de procesos, percibiéndolos como burocráticos. Sin embargo, tras talleres prácticos que evidenciaron pérdidas por contaminación, se generó un cambio progresivo hacia la apropiación técnica. Los acuerdos de compromiso, firmados individual y colectivamente, fortalecieron la autogestión y permitieron superar resistencias.

La Fundación M.A.R.C.O. ejerció un rol de acompañamiento técnico-logístico, no solo mediante donaciones de bidones de acero inoxidable AISI 304 y reactivos de laboratorio, sino también con presencia constante en campo. Sus técnicos trabajaron codo a codo con los productores, adaptando conceptos complejos a contextos prácticos. Esta cercanía fue fundamental para construir confianza y legitimidad.

El GAD de Colta aportó asesoría especializada en alimentación bovina y manejo de pasturas, vinculando la calidad láctea con la sanidad animal y la sostenibilidad forrajera. Su intervención fue estratégica en momentos clave, como la temporada de lluvias, cuando se ajustaron raciones para mantener el rendimiento lácteo.

Las familias de los comuneros jugaron un rol indirecto pero significativo: facilitaron espacios domésticos para reuniones, aportaron mano de obra en horarios complementarios y reforzaron la motivación colectiva, especialmente durante periodos de alta exigencia operativa.

Mediación cultural e interculturalidad

La comunicación efectiva fue posible gracias a la mediación de dos comuneros bilingües (kichwa-español), quienes fungieron como traductores y facilitadores culturales. Se evitó el uso de tecnicismos; en su lugar, se emplearon metáforas locales, por ejemplo, comparar la pasteurización con “purificar el agua sagrada” para explicar procesos científicos. Esta estrategia no solo facilitó la comprensión, sino que revalorizó el conocimiento simbólico de la comunidad.

Equidad de género y participación femenina

Un aspecto clave fue la inclusión activa de mujeres, quienes históricamente han estado al frente del procesamiento lácteo artesanal. El 60 % de los capacitados fueron mujeres, y tres de ellas asumieron roles de liderazgo en el comité de calidad. Aunque inicialmente algunas dudaban de su capacidad técnica, los talleres prácticos y el reconocimiento colec-

Tabla 2.3: Roles, responsabilidades y mecanismos de coordinación

Actor	Rol principal	Responsable clave	Mecanismos de coordinación
Comuneros COCIHC	Actores principales y tomadores de decisiones	Aplicación de BPM, registro de producción, definición de identidad organizacional	Reuniones semanales, comités de calidad rotativos, asambleas mensuales
Fundación M.A.R.C.O.	Asistencia técnica y logística	Capacitación práctica, provisión de insumos, auditorías formativas	Visitas presenciales quincenales, acompañamiento en proceso, retroalimentación inmediata
GAD Colta	Asesoría técnica externa	Manejo nutricional del ganado, recomendaciones sanitarias	Intervenciones puntuales, informes técnicos compartidos
Familias de comuneros	Soporte socio-comunitario	Apoyo logístico, fortalecimiento motivacional	Participación informal en actividades comunitarias

Fuente: elaboración propia.

tivo transformaron esta dinámica. Hoy, las mujeres son referentes en control de higiene y elaboración de productos premium, como el yogurt artesanal.

2.3.3. Evidencias de la experiencia en marcha

La implementación del proyecto generó una diversidad de evidencias que reflejan tanto avances técnicos como transformaciones sociales. Estas se pueden organizar según una secuencia lógica: desde la generación de instrumentos, hasta su apropiación en el territorio y, finalmente, los efectos observados en prácticas y percepciones.

Instrumentos generados: herramientas técnicas y organizativas

Se desarrollaron productos clave que sirvieron como base para la estandarización y formalización del proceso productivo:

- Manual de Calidad y Procesos: Documento técnico-pedagógico elaborado de forma participativa, basado en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y alineado con ISO 9001:2015. Incluye procedimientos operativos estandarizados (POES), fichas

técnicas de productos y formatos de registro. Fue validado colectivamente por los comuneros durante talleres de retroalimentación, lo que garantizó su pertinencia cultural y funcional.

- Misión, visión y filosofía corporativa: Construidas en asamblea, estas definiciones no solo orientan la identidad de “Lácteos COCICH”, sino que simbolizan un pacto colectivo de calidad, higiene y trabajo conjunto.
- Registros operativos y bitácoras: Formatos visuales (tableros, hojas de control) implementados en planta para monitorear limpieza, temperatura, producción y trazabilidad. Su diseño simple y gráfico facilitó el uso incluso por personas con baja escolarización.

Apropiación territorial: uso activo de las herramientas

Estos instrumentos no quedaron en papel; fueron incorporados al funcionamiento diario de la microempresa:

- El manual de calidad se utiliza como guía permanente en capacitaciones internas y auditorías mensuales.
- Los POES son consultados regularmente por los manipuladores durante cada jornada de procesamiento.
- Las auditorías internas comparativas (antes/después) demostraron un aumento del 75 % en el cumplimiento de protocolos de inocuidad.
- Se evidenció el reemplazo total de utensilios plásticos por bidones de acero inoxidable AISI 304, con documentación fotográfica que registra esta transición.

Efectos observados: transformaciones intangibles

Más allá de los productos físicos, el proyecto generó cambios profundos en las actitudes, valores y relaciones sociales:

- Fortalecimiento del sentido de pertenencia: Los comuneros comenzaron a referirse a “nuestra marca” y “nuestro queso”, indicando apropiación colectiva.

Tabla 2.4: Evidencias tangibles e intangibles

Tipo de evidencia	Ejemplo concreto	Significado o impacto
Tangible	Manual de Calidad, POES, bitácoras, fichas técnicas, auditorías internas	Herramientas replicables para estandarizar procesos y asegurar trazabilidad
Tangible	Misión y visión institucional, registros visuales, fotografías del cambio tecnológico	Articulación entre identidad organizacional y gestión práctica
Intangible	Sentido de pertenencia, trabajo colaborativo, autonomía técnica	Indicadores de cohesión social y autogestión comunitaria
Intangible	Orgullo productivo, confianza en el producto, motivación por la calidad	Cambios en la autopercepción y valorización del trabajo rural

Fuente: elaboración propia.

- Empoderamiento cognitivo: Productores que antes delegaban decisiones ahora explican con propiedad conceptos como pasteurización, carga bacteriana o trazabilidad.
- Orgullo productivo: La mejora en la calidad percibida ha generado satisfacción y reconocimiento social local hacia “Lácteos COCIHC”.

El manual como herramienta pedagógica y contrato colectivo

El *Manual de Calidad y Procesos* trasciende su función técnica: es un artefacto pedagógico diseñado mediante talleres participativos, donde cada sección fue explicada, discutida y ajustada según las experiencias locales. No fue impuesto desde fuera, sino construido paso a paso con los comuneros.

Desde una perspectiva de pedagogía crítica, este manual funciona como un contrato colectivo de calidad: establece compromisos éticos con la salud del consumidor, el cuidado del producto y la responsabilidad compartida. Su lenguaje combina términos técnicos simplificados con metáforas culturales (“la leche limpia es como el agua de manantial”), facilitando su comprensión y reproducción oral. Además, su formato físico impreso, encuadernado y colocado en un lugar visible simboliza la transición de lo empírico a lo institucional, convirtiéndose en un referente de orgullo y orden comunitario.

2.3.4. Resultados alcanzados

Los resultados alcanzados reflejan avances significativos en los ámbitos técnico, organizacional, económico y social. A diferencia de un simple listado de actividades cumplidas, estos logros se midieron mediante indicadores observables, con participación activa de los comuneros y validación colectiva.

Logros técnicos y productivos

Los comuneros implementaron herramientas clave para garantizar la inocuidad y estandarización del proceso lácteo:

- El 100 % de los productores adoptó registros diarios de limpieza, temperatura y trazabilidad, integrándolos a su rutina operativa. Estos formatos visibles permitieron identificar rápidamente fallos y corregir prácticas riesgosas.
- Los comuneros redujeron un 40 % las pérdidas por contaminación microbiana en tres meses, tras aplicar los Procedimientos Operativos Estandarizados (POES) del manual de calidad. Este avance fue verificado mediante análisis físico-químicos periódicos realizados por el laboratorio móvil del GAD Colta.
- La producción cumplió con los parámetros mínimos de calidad establecidos por ARCSA en cuanto a acidez, contenido graso y carga bacteriana total, lo que abre posibilidades de comercialización formal.

Estos cambios no ocurrieron por imposición técnica, sino por la efectividad del enfoque pedagógico: talleres prácticos, simulaciones con leche contaminada y comparaciones sensoriales convencieron a los productores del valor de los protocolos. La simplificación visual de los formatos y su ubicación estratégica en planta facilitaron su uso continuo.

Fortalecimiento organizacional y empresarial

- Los comuneros constituyeron legalmente la microempresa “Lácteos COCICH”, dotándola de misión, visión y estructura de gestión colegiada.
- Crearon tres líneas productivas viables: queso fresco, mantequilla y yogurt artesanal, con presentaciones estandarizadas y etiquetado básico.

- Designaron un comité interno de calidad, compuesto por cinco comuneros rotativos, responsable de supervisar el cumplimiento de BPM y realizar auditorías mensuales.

Este proceso de formalización fortaleció la autogestión y transformó la percepción del trabajo lácteo: ya no como una actividad subsidiaria, sino como una empresa comunitaria con identidad propia.

Impacto económico y valor agregado

- El valor unitario del queso aumentó un 35 % al pasar de venta de materia prima a comercialización del producto elaborado en mercados locales.
- La marca “Lácteos COCIHC” incrementó su reconocimiento en más del 70 % en las ferias agroecológicas del cantón, según encuestas rápidas realizadas por la Fundación M.A.R.C.O.
- Se generaron ingresos adicionales para 22 familias, promediando USD 80/mes por hogar dedicado a la transformación.

Este impacto económico directo ha incentivado la continuidad del proyecto más allá del acompañamiento externo.

Transformaciones sociales y culturales

- El 60 % de las mujeres participantes asumió roles en la toma de decisiones, especialmente en control de calidad y comercialización, superando barreras tradicionales de género.
- Un 90 % de los comuneros expresó orgullo por su producto y sentido de pertenencia hacia la microempresa, según entrevistas grupales.
- Un 80 % aplicó conocimientos técnicos en manipulación segura de alimentos, demostrando aprendizaje transferido a otros contextos domésticos.

Tabla 2.5: Indicadores de éxito: cualitativos y cuantitativos

Dimensión	Indicador	Resultado
Técnica	Porcentaje de comuneros que aplican BPM	90 %
Técnica	Reducción de pérdidas por contaminación	−40 % en 3 meses
Económica	Incremento del valor unitario del queso	+35 %
Económica	Número de familias con ingresos adicionales	22
Social	Participación femenina en roles de decisión	60 %
Social	Reconocimiento local de la marca	+70 % en ferias locales
Organizacional	Existencia de comité interno de calidad	100 % operativo

Fuente: elaboración propia.

¿Por qué se lograron estos resultados? Claves pedagógicas y sociales

El alto grado de adopción de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) alcanzado por el 90 % de los comuneros no fue casual. Se sustentó en estrategias pedagógicas intencionadas:

- **Aprendizaje experiencial:** Los productores no solo escucharon sobre contaminación; la vieron crecer en placas de Petri. Esta evidencia sensorial fue determinante para cambiar prácticas arraigadas.
- **Adaptación cultural:** El uso de kichwa, metáforas locales y dinámicas orales permitió superar barreras lingüísticas y cognitivas.
- **Empoderamiento progresivo:** Al definir colectivamente la misión y elegir líderes internos, los comuneros internalizaron la calidad como un compromiso ético, no como una obligación externa.

Vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Esta experiencia contribuye directamente a varios ODS:

- **ODS 2 (Hambre cero):** Mejora la seguridad alimentaria mediante productos lácteos inocuos y disponibles localmente.

- **ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico):** Genera empleo digno, valoriza el trabajo rural y promueve emprendimientos inclusivos.
- **ODS 12 (Producción y consumo responsables):** Fomenta procesos sostenibles, reduce desperdicios y prioriza materiales reutilizables y seguros.
- **ODS 5 (Igualdad de género):** Fortalece el liderazgo femenino en espacios productivos tradicionalmente masculinizados.

2.3.5. Evaluación crítica del proceso

Esta evaluación trasciende un balance técnico para convertirse en una reflexión ética, epistémica y social sobre las dinámicas de poder, conocimiento y cambio que operaron durante la intervención.

Aciertos desde una perspectiva de co-construcción

El mayor logro del proyecto fue haber establecido un espacio de diálogo de saberes, donde el conocimiento científico no se impuso, sino que se negoció con el saber local. El enfoque participativo, lejos de ser una metodología más, funcionó como un mecanismo de justicia cognitiva (Walsh, 2009): los comuneros no fueron receptores pasivos, sino coproductores de significados técnicos.

Además, el diseño del *Manual de Calidad* no se derivó únicamente de la ISO 9001:2015, sino que incorporó prácticas ancestrales de limpieza simbólica y rituales comunitarios de purificación. Esta hibridación entre normas internacionales y lógicas culturales permitió que el documento fuera visto no como un formato burocrático, sino como un contrato moral colectivo.

La colaboración entre la universidad, la Fundación M.A.R.C.O. y el GAD Colta también demostró que la sostenibilidad inicial depende de alianzas horizontales. Sin embargo, esta interinstitucionalidad solo fue posible porque los roles estuvieron claramente definidos: la universidad aportó rigor técnico, la fundación recursos materiales y el GAD legitimidad territorial.

Dificultades como indicadores de brechas estructurales

Las dificultades no deben interpretarse como fallas operativas aisladas, sino como manifestaciones de desigualdades profundas:

- Las barreras idiomáticas revelaron una exclusión sistemática: La ausencia de materiales bilingües (kichwa-español) en políticas técnicas refleja una racionalidad estatal que ignora la diversidad lingüística rural. Comuneros que hablaban exclusivamente kichwa quedaron inicialmente marginados de decisiones clave, lo que evidenció cómo el monolingüismo institucional reproduce relaciones coloniales de conocimiento.
- La resistencia al cambio no fue obstinación, sino defensa de una lógica productiva comunitaria frente a una racionalidad técnica externa (Walsh, 2009). Algunos comuneros rechazaron inicialmente los registros escritos porque su sistema de memoria colectiva se basa en la oralidad. Imponer formatos sin adaptarlos hubiera sido una forma de epistemicidio. En cambio, al transformar los registros en tableros visuales con iconografía local, se logró una mediación cultural efectiva.
- La escasez de conectividad y tecnología no es solo una carencia material, sino un síntoma de precarización estatal del territorio rural. Planificar capacitaciones digitales en zonas sin internet perpetúa modelos urbanocéntricos de educación. La decisión de sustituir herramientas tecnológicas por estrategias manuales no fue un retroceso, sino un acto de pertinencia pedagógica.

Lecciones aprendidas: hacia una pedagogía crítica del desarrollo rural

La principal lección es que la innovación rural no se mide por la sofisticación tecnológica, sino por la profundidad de la transformación social. El verdadero avance no fue el acero inoxidable, sino que los comuneros ahora digan: “esta es nuestra empresa”.

Sin embargo, este éxito plantea nuevas responsabilidades:

¿Qué debe cambiar en la universidad?

Las carreras técnicas deben integrar formación en interculturalidad, mediación cognitiva y ética del acompañamiento. Los estudiantes de Ingeniería en Alimentos no solo necesitan dominar la microbiología láctea, sino también comprender cómo traducir ese conocimiento sin violentar saberes locales. Además, las actividades de vinculación deberían incluir fases de seguimiento postintervención, evitando el patrón de “entrar, intervenir y salir”.

¿Cómo evitar la dependencia asistencialista?

Se requiere formar líderes técnicos comunitarios capaces de replicar conocimientos.

En futuras experiencias, se debe identificar y capacitar a “multiplicadores” dentro de la comunidad desde el inicio.

Reflexión sobre la innovación: más allá del modelo técnico

La transformación de una práctica empírica en una microempresa organizada no fue solo un salto productivo, sino un acto de reivindicación epistémica. Los comuneros dejaron de verse como simples proveedores de materia prima para reconocerse como empresarios rurales con derechos técnicos, económicos y simbólicos.

Este cambio de autopercepción, visibilizado en frases como “ahora sabemos cómo cuidarla para que valga más”, es el indicador más profundo de éxito. Confirma que la educación técnica, cuando se ejerce con humildad, empatía y diálogo, puede ser un vehículo de dignificación social.

2.3.6. Sostenibilidad y escalabilidad

La sostenibilidad de esta experiencia no se da por sentada, sino que se construye sobre mecanismos institucionalizados, autonomía comunitaria y planes de seguimiento concretos. Del mismo modo, su escalabilidad depende de un núcleo claro de buenas prácticas transferibles, adaptadas a realidades diversas.

Sostenibilidad: más que buena voluntad, un plan estructurado

El proyecto no terminó con la entrega del manual o la consolidación de “Lácteos COCICH”. Para garantizar su continuidad, se diseñó un plan de acompañamiento postintervención con hitos definidos:

- A los 3 meses: El comité interno de calidad realiza su primera auditoría autónoma, con retroalimentación escrita y ajustes al manual.
- A los 6 meses: Se evalúa el cumplimiento sostenido de las BPM mediante análisis físico-químicos independientes y revisión de registros.
- A los 12 meses: Se lleva a cabo una visita técnica conjunta (universidad + Fundación M.A.R.C.O.) para validar resultados, reconocer avances y reactivar capacidades si es necesario.

Además, los comuneros han demostrado autonomía real: actualizan sus registros diarios, realizan limpiezas programadas y toman decisiones colectivas sobre producción y comercialización. Esta cultura de autogestión se fortalece porque el conocimiento técnico ya no está centralizado en un facilitador externo, sino distribuido entre cinco líderes comunitarios capacitados como multiplicadores.

Escalabilidad: de posibilidad a propuesta operativa

No basta decir que el modelo puede replicarse; es necesario definir cómo hacerlo de forma ética, pertinente y efectiva.

Para ello, proponemos:

Un kit didáctico validado en Colta y adaptable a otras realidades rurales, compuesto por:

- Manual de Calidad y Procesos (versión impresa y digital)
- Plantillas editables de POES, registros visuales y fichas técnicas
- Guía para facilitadores: metodologías participativas, estrategias de mediación cultural y protocolos de seguimiento
- Material audiovisual bilingüe (kichwa-español): videos cortos sobre pasteurización, limpieza y trazabilidad

Este kit será incorporado en los programas de vinculación de la Universidad Estatal de Milagro, asegurando su uso continuo en futuras intervenciones.

Condiciones mínimas para la replicabilidad

Para que una comunidad pueda adoptar este modelo, debe contar con los siguientes elementos básicos:

Estas condiciones no buscan excluir, sino evitar la reproducción asistencialista de experiencias técnicas insostenibles. Comunidades sin estos elementos recibirán primero apoyo en fortalecimiento organizacional antes de iniciar la intervención técnica. La verdadera sostenibilidad no reside en la existencia de un comité o un manual, sino en la transformación del sentido común productivo. Hoy, los comuneros no aplican las BPM porque “los obligaron”, sino porque entienden que cuidar la leche es cuidar su salud, su ingreso y su reputación.

Tabla 2.6: Elementos básicos para la comunidad

Condición	Requisito mínimo
Recursos humanos	Facilitador técnico bilingüe (español-kichwa) o intérprete local integrado al equipo
Apoyo logístico	Acceso a bidones de acero inoxidable AISI 304, termómetros confiables y reactivos básicos para análisis de acidez
Compromiso comunitario	Participación activa de al menos 15 familias con ganado lechero y disposición para formalizar procesos
Infraestructura básica	Espacio techado, agua potable y sistema de desecho seguro
Acompañamiento inicial	Mínimo 12 semanas de intervención continua con seguimiento a 6 y 12 meses

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, la escalabilidad solo será justa si evita imponer modelos únicos. Cada comunidad tiene su propia lógica territorial, simbólica y económica. Por eso, el kit didáctico no es un formato cerrado, sino un marco flexible que respeta la diversidad mientras garantiza inocuidad alimentaria.

2.3.7. Integración con el currículo y la política educativa

Esta experiencia no fue solo un proyecto comunitario, sino una estrategia pedagógica intencional que cumplió con los objetivos formativos de la carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias y en Alimentos, en coherencia con el marco legal y político de la educación superior en Ecuador.

Articulación curricular con desarrollo de competencias

La intervención se integró de forma estructurada a cinco asignaturas clave, permitiendo que los estudiantes aplicaran conocimientos teóricos en contextos reales y demostraran competencias mediante productos tangibles:

- En Control de Calidad, los estudiantes diseñaron y aplicaron auditorías internas en planta, evaluando el cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Estas auditorías formaron parte de su evaluación formativa y cumplieron con la

competencia específica: *“Aplicar herramientas de control de calidad en procesos agroindustriales rurales”*.

- En Ciencia y Tecnología de la Leche I y II, los alumnos elaboraron fichas técnicas validadas para queso fresco, mantequilla y yogurt, considerando parámetros físico-químicos (acidez, grasa, humedad) y condiciones operativas. Sus informes fueron entregados a COCIHC como insumos técnicos.
- En Microbiología, los estudiantes realizaron análisis cualitativos de carga bacteriana en leche cruda y pasteurizada, usando métodos simples adaptados al laboratorio móvil. Interpretaron resultados y recomendaron ajustes higiénicos.
- En Emprendimiento, los equipos diseñaron un modelo de negocio básico para “Lácteos COCIHC”, incluyendo costos, precios de venta, canales de comercialización y proyección de ingresos por familia.
- En Análisis Sensorial, implementaron pruebas organolépticas con consumidores locales, generando retroalimentación para mejorar sabor, textura y presentación.

Estos trabajos se integraron en portafolios de aprendizaje, acompañados de autoevaluaciones y registros fotográficos, que demostraron el dominio progresivo de habilidades técnicas y sociales.

Fortalecimiento de competencias transversales

Más allá de lo técnico, la experiencia permitió desarrollar competencias esenciales según el perfil profesional:

- Competencias ciudadanas: Los estudiantes interactuaron con comuneros indígenas respetando su cosmovisión, tomando decisiones colectivas y promoviendo la equidad de género.
- Competencias investigativas: Formularon preguntas basadas en problemas reales (ej. “¿Cómo afecta el tipo de recipiente a la carga bacteriana?”) y diseñaron pequeños experimentos comparativos.
- Competencias digitales: Sistematizaron datos en hojas de cálculo y elaboraron presentaciones visuales para retroalimentar a la comunidad, incluso con baja conectividad.

Vinculación con políticas nacionales y marcos legales

Esta experiencia se alinea con múltiples instrumentos del sistema educativo ecuatoriano:

- Ley Orgánica de Educación Superior (LOES): Cumple con el artículo 69, que establece la vinculación universidad-sociedad como eje fundamental de la función social de la universidad. La intervención no fue asistencialista, sino recíproca: la comunidad avanzó en formalización, y los estudiantes consolidaron sus competencias profesionales.
- Plan Nacional de Desarrollo 2022–2025 – “Ecuador Futuro”: Contribuye al objetivo estratégico 3.3: “Impulsar la productividad rural sostenible”, mediante la innovación tecnológica y la inclusión de pequeños productores en cadenas de valor.
- Directrices de SENESCYT: Respeta el enfoque de ciencia, tecnología e innovación para el bien común, priorizando soluciones contextualizadas, sostenibles y éticas.
- Políticas de internacionalización responsable: El modelo puede replicarse en otros países andinos bajo principios de justicia cognitiva, evitando la imposición de saberes hegemónicos.

2.3.8. Reflexión ética y social

Esta experiencia no solo buscó mejorar la calidad del producto, sino también construir relaciones productivas desde una ética del acompañamiento, basada en el respeto, la reciprocidad y la justicia epistémica. La dimensión ética no fue un marco abstracto, sino una práctica cotidiana que se puso a prueba en cada decisión.

Inclusión activa: más que participación, co-diseño

La equidad no se logró por decreto, sino mediante acciones concretas que reconocieron diversidad cultural, lingüística y de género:

- Adaptación intercultural real: Las fichas técnicas, el manual de calidad y los formatos de registro se tradujeron al quichua y se ilustraron con imágenes locales (animales, paisajes, utensilios). Esta traducción no fue literal, sino contextualizada: por ejemplo, el concepto de “tiempo de pasteurización” se explicó como “el momento

en que la leche baila sin quemarse”, usando una metáfora conocida en la oralidad campesina.

- Participación femenina en espacios de poder: Las mujeres no solo asistieron a capacitaciones; tuvieron voz decisoria en momentos clave. En la asamblea de definición de marca, fueron ellas quienes propusieron el nombre “Lácteos COCICH”, una sigla que honra a su organización (COCIHC) y refuerza su identidad territorial. Además, tres mujeres forman parte del comité interno de calidad, encargado de aprobar cada lote producido.
- Acceso diferenciado: Se programaron sesiones de trabajo en horarios compatibles con las labores domésticas y ganaderas de las mujeres, y se contó con facilitadoras técnicas femeninas para generar mayor confianza.

Autonomía comunitaria frente a intervención técnica

Uno de los desafíos éticos más delicados fue evitar la imposición de saberes externos. El proyecto no partió de la premisa de que los comuneros “no sabían”, sino de que sus conocimientos empíricos podían articularse con herramientas científicas.

Por ejemplo, al introducir los POES (Programas de Operación Estandarizados), se validaron primero con prácticas locales: si una anciana usaba hojas de eucalipto para purificar recipientes, ese conocimiento no fue descartado, sino integrado como práctica complementaria al lavado con cloro diluido. Este diálogo de saberes evitó la ruptura cultural y fortaleció la apropiación.

Asimismo, la comunidad definió libremente qué productos elaborar, priorizando el queso fresco un alimento ya arraigado en su dieta antes que opciones más rentables pero desconocidas. La innovación no se impuso desde fuera; surgió del territorio.

Beneficios y reparto de valor: ¿quién gana con la formalización?

La certificación y la formalización traen ventajas, pero también tensiones éticas:

- Si bien el cumplimiento de parámetros ARCSA abre mercados formales, los costos de certificación oficial recaen en la microempresa, lo que podría excluir a pequeños productores. Por eso, se optó por un sistema de autocertificación comunitaria, respaldado por auditorías internas y registros públicos, como alternativa legítima y accesible.

- El aumento del valor unitario del queso (+35 %) no se concentró en unos pocos, sino que se distribuyó equitativamente entre los socios de COCIHC, bajo un modelo de reparto acordado colectivamente. Esto evita que la comercialización formal reproduzca desigualdades internas.
- Los materiales generados (manuales, fichas, videos) son de dominio común, sin patentes ni restricciones. La comunidad decidió compartirlos libremente con otras organizaciones indígenas, promoviendo una economía del conocimiento solidaria.

Responsabilidad ambiental y uso ético de recursos

Se priorizaron prácticas agroecológicas coherentes con la cosmovisión andina:

- Los subproductos (suero de leche) se reutilizan como alimento animal o abono orgánico, minimizando residuos.
- El reemplazo de bidones plásticos por acero inoxidable no solo mejora la inocuidad, sino que reduce contaminación ambiental y riesgos para la salud.
- No se realizaron experimentos en animales ni manipulaciones biológicas forzadas; el enfoque nutricional se basó en ajustes de ración con forrajes locales.

Más allá de los indicadores técnicos, el verdadero éxito de esta experiencia reside en haber respetado la dignidad, la cultura y la autonomía de la comunidad COCIHC. La innovación no fue un proceso de modernización vertical, sino un camino de encuentro entre saberes.

La educación técnica, cuando se ejerce con humildad y empatía, deja de ser una herramienta de control para convertirse en un instrumento de liberación productiva. Los comuneros no solo aprendieron BPM; reclamaron su derecho a producir con calidad, orgullo y justicia. Este modelo demuestra que el desarrollo rural sostenible no es posible sin una ética profunda: la que reconoce al otro como sujeto de conocimiento, actor de cambio y centro de decisión.

2.4. Reflexión, conclusiones y recomendaciones

2.4.1. Reflexión crítica sobre la experiencia

La intervención en la comunidad COCIHC no fue una transferencia técnica lineal, sino un proceso de co-construcción del conocimiento, en el que se tensionaron y articularon saberes científicos, técnicos y ancestrales. Esta dinámica revela que el desarrollo rural sostenible exige más que capacitación: requiere una ética del acompañamiento y una pedagogía que reconozca la agencia comunitaria.

Diálogo de saberes como fundamento epistémico

El proyecto se alineó con los principios de la educación popular (Freire, 1970) y el diálogo de saberes (Walsh, 2009), rechazando modelos asistencialistas de intervención. En lugar de imponer BPM como verdades universales, los facilitadores las presentaron como propuestas a negociar. Por ejemplo, cuando los comuneros explicaron que usaban hojas de eucalipto para purificar recipientes, esta práctica no fue descartada como “empírica”, sino estudiada junto con métodos químicos. El resultado fue un protocolo híbrido: lavado con cloro diluido y enjuague simbólico con plantas aromáticas, validado por ambos saberes.

Este enfoque permitió superar progresivamente la resistencia al cambio, no mediante imposición, sino mediante evidencia compartida: al observar placas de Petri con alta carga bacteriana en leche procesada con utensilios plásticos, los productores adoptaron voluntariamente el acero inoxidable. La ciencia no llegó como juez, sino como aliada del sentido común.

Justicia cognitiva y mediación intercultural.

La barrera idiomática entre el español y el Kichwa no fue solo un obstáculo técnico, sino una manifestación de injusticia cognitiva. Para superarla, se contó con dos comuneros bilingües como mediadores culturales, quienes tradujeron no solo palabras, sino conceptos. Así, “pasteurización” se explicó como *“el momento en que la leche baila sin quemarse”*, usando una metáfora de la cocina cotidiana.

Además, todas las fichas técnicas, el manual de calidad y los formatos de registro se elaboraron en versión bilingüe (Kichwa -español) y con iconografía local. Este esfuerzo garantizó que el 95 % de los participantes, incluso aquellos con baja escolaridad, comprendiera los procedimientos críticos de inocuidad.

Autonomía comunitaria frente a modelos asistenciales

Uno de los mayores desafíos éticos fue evitar que la intervención reprodujera relaciones de dependencia. Para ello, desde el inicio, los comuneros definieron colectivamente la misión, visión y filosofía de “Lácteos COCIHC”, sin imposiciones externas. Este proceso, aunque complejo, generó un sentido de pertenencia que trascendió lo simbólico: hoy, son ellos quienes deciden qué productos elaborar, cómo comercializarlos y quién forma parte del comité de calidad.

Asimismo, se formaron cinco líderes técnicos comunitarios tres hombres y dos mujeres capacitados para replicar conocimientos y realizar auditorías internas. Su rol no es representativo, sino funcional: son referentes técnicos reconocidos dentro de la organización.

Equidad de género: más allá de la participación

La inclusión de mujeres no se limitó a su presencia en talleres. Participaron activamente en la toma de decisiones estratégicas: fueron ellas quienes propusieron el nombre “Lácteos COCIHC” y insistieron en priorizar el queso fresco, alimento arraigado en su dieta familiar. Hoy, tres mujeres integran el comité de control de calidad, encargadas de aprobar cada lote producido.

Sin embargo, persisten desafíos: algunas actividades de campo aún están dominadas por hombres. Futuras intervenciones deben incorporar estrategias explícitas de equidad, como sesiones específicas con mujeres y reconocimiento formal de su trabajo invisible en el procesamiento lácteo.

Aprendizaje estudiantil y vinculación curricular

Los estudiantes de Ingeniería en Alimentos no solo aplicaron conocimientos; los pusieron a prueba en contextos reales. Sus portafolios incluyen:

- Informes de auditoría real en planta.
- Fichas técnicas validadas con análisis físico-químicos.
- Diseños de empaques con identidad territorial.

Estas evidencias formaron parte de su evaluación en asignaturas como *Control de Calidad* y *Ciencia y Tecnología de la Leche*, cumpliendo con competencias del currículo

universitario y con los lineamientos de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) sobre vinculación con el territorio.

Lecciones críticas para futuras intervenciones:

1. La tecnología no sustituye al diálogo: Aunque se previó uso intensivo de herramientas digitales, la conectividad deficiente obligó a priorizar estrategias manuales. Esto no fue un retroceso, sino una oportunidad para fortalecer la comunicación cara a cara.
2. La sostenibilidad depende de la autogestión: Sin líderes técnicos comunitarios capacitados, cualquier avance sería frágil. La continuidad no puede depender de técnicos externos.
3. La certificación formal debe ser accesible: Los costos de notificación sanitaria nacional podrían excluir a pequeños productores. Se requieren alternativas legítimas, como sistemas de autocertificación respaldados por registros públicos.

2.4.2. Recomendaciones para replicar o adaptar la experiencia

Para que el modelo desarrollado en COCIHC trascienda su contexto local y se convierta en una herramienta de desarrollo rural sostenible, es necesario definir condiciones claras de replicabilidad, un kit didáctico estandarizado y estrategias de institucionalización académica. Estas recomendaciones no son deseos, sino propuestas ejecutables basadas en lecciones aprendidas.

Condiciones mínimas para la replicabilidad

La reproducción del modelo exige requisitos básicos que garanticen viabilidad técnica, social y ética. Su ausencia puede conducir a experiencias asistencialistas e insostenibles. Estas condiciones no buscan limitar, sino evitar la reproducción de modelos técnicos descontextualizados que generan dependencia y frustración.

Kit didáctico estandarizado: base para la replicación

Se propone un Kit Didáctico de Gestión Láctea Comunitaria, validado en Colta y adaptable a otros territorios. Este kit será incorporado en los programas de vinculación de la Universidad Estatal de Milagro como recurso oficial.

Tabla 2.7: Condiciones para reproducción del modelo

Condición	Requisito mínimo
Compromiso comunitario	Participación activa y formalizada de al menos 15 familias productoras de leche, con asamblea constituida y capacidad de toma de decisiones colectivas.
Recursos humanos clave	Presencia de un facilitador técnico bilingüe (español–kichwa u otra lengua local) o la contratación de intérpretes comunitarios certificados.
Apoyo logístico inicial	Acceso a: <ul style="list-style-type: none"> ■ Bidones de acero inoxidable AISI 304 ■ Termómetros confiables para control de pasteurización ■ Reactivos básicos para análisis de acidez y grasa ■ Espacio techado con agua potable y drenaje seguro
Acompañamiento técnico continuo	Intervención mínima de 12 semanas con visitas quincenales, seguida de seguimiento a los 6 y 12 meses.

Fuente: elaboración propia.

El kit incluye:

- Manual de Calidad y Procesos: Versión editable, con capítulos modulares (BPM, POES, fichas técnicas) y plantillas para misión, visión y comité de calidad.
- Plantillas de registros visuales: Formatos para control diario de limpieza, temperatura, producción y trazabilidad, diseñados con iconografía universal.
- Guía para facilitadores: Incluye:
 - Estrategias de mediación cultural
 - Metodologías participativas para adultos rurales
 - Protocolos de auditoría formativa
 - Guion para talleres de sensibilización en inocuidad
- Material bilingüe: Traducciones oficiales del manual y fichas técnicas al quichua, con audio guionado para comunidades con baja alfabetización.

- Video-tutoriales cortos: Grabados en campo, mostrando procesos reales en “Lácteos COCICH”.

Este kit no es un formato cerrado, sino un marco flexible que respeta la autonomía de cada comunidad.

Adaptación contextual: más allá de lo rural andino

El modelo puede ajustarse a diversos contextos, siempre que se respeten sus principios éticos y pedagógicos:

- Zonas urbanas o periurbanas: Redirigir el enfoque hacia la comercialización responsable, el etiquetado con valor territorial y la educación del consumidor sobre productos artesanales.
- Comunidades afrodescendientes: Incorporar saberes ancestrales en el procesamiento de alimentos y fortalecer redes de mujeres emprendedoras.
- Región amazónica: Adaptar los productos lácteos a especies locales (ej. cabra, búfalo) y utilizar materiales naturales disponibles (hojas impermeabilizantes, maderas tratadas).
- Escuelas técnicas rurales: Implementar el kit como proyecto transversal en asignaturas de producción, calidad y emprendimiento.

Sostenibilidad financiera y acceso a recursos

La continuidad depende de estrategias de financiamiento diversificadas:

- Responsabilidad Social Empresarial (RSE): Establecer convenios con empresas lácteas interesadas en cadena de valor inclusiva (ej. Nestlé, Alimentos Polar Ecuador).
- Cooperación internacional: Presentar proyectos al Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) o al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), bajo el marco de los ODS.
- Microcréditos verdes: Acceder a líneas de financiamiento con tasas preferenciales para inversiones en inocuidad y sostenibilidad.

Tabla 2.8: Elementos replicables vs. adaptables

Núcleo replicable (Esencial)	Elementos adaptables (Contextuales)
Metodología participativa centrada en la comunidad	Tipo de producto (queso, yogurt, requesón, etc.)
Co-construcción del Manual de Calidad	Escala de producción (familiar, asociativa, pequeña empresa)
Formación práctica en BPM e inocuidad alimentaria	Nivel de tecnificación (manual, semiautomático)
Creación de un comité interno de control de calidad	Duración de la intervención (8, 12, 16 semanas)
Integración universidad–comunidad con fines formativos	Herramientas digitales (offline/online, apps simples)
Uso de materiales seguros en contacto con alimentos	Enfoque curricular (vinculación, tesis, prácticas preprofesionales)

Fuente: elaboración propia.

Rol de la universidad: institucionalización del acompañamiento

Para garantizar impacto duradero, se debe:

- Incorporar estas experiencias como créditos obligatorios de vinculación universitaria, con evaluación por competencias y portafolio de evidencias.
- Crear una Cátedra de Desarrollo Rural Intercultural que articule carreras técnicas con comunidades indígenas.
- Formar estudiantes como “tutores rurales”, quienes, tras una capacitación previa, lideren fases de seguimiento en comunidades ya intervenidas.

Replicar este modelo no significa copiarlo mecánicamente, sino replantearlo con fidelidad a sus principios éticos: justicia cognitiva, autonomía comunitaria y diálogo de saberes. La verdadera innovación no está en el acero inoxidable, sino en haber convertido la educación técnica en un acto de dignificación rural. Con las condiciones, herramientas y estrategias aquí propuestas, cualquier institución educativa u organización de desarrollo puede implementar esta experiencia con rigor, pertinencia y sostenibilidad.

2.4.3. Conclusión: Impacto y propuestas de continuidad o investigación futura

La experiencia en COCIHC trascendió el ámbito técnico para convertirse en un modelo de desarrollo rural integral, donde la innovación no fue un fin, sino un medio para fortalecer la autonomía, la dignidad y la sostenibilidad comunitaria. Su impacto se manifiesta en dimensiones interconectadas social, productiva y educativa y está alineado con objetivos nacionales e internacionales de desarrollo sostenible.

Impacto multidimensional: evidencias integradas

El cambio generado no es solo observable en infraestructura o producción, sino en la transformación del sentido común productivo:

- Socialmente, el proyecto fortaleció la cohesión comunitaria y el orgullo por lo propio. El 90 % de los comuneros expresó mayor motivación y orgullo por su producto, según encuestas postintervención. La creación de “Lácteos COCICH” simbolizó el paso de la dependencia a la autogestión, consolidando una cultura de corresponsabilidad y trabajo colectivo.
- Productivamente, se logró cumplir con los parámetros básicos de calidad de Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) (2023), reducir un 40 % las pérdidas por contaminación y aumentar la producción semanal de derivados lácteos en un 35 %. Esta mejora técnica se tradujo en aceptación local del producto y mayor capacidad de negociación en mercados cercanos.
- Educativamente, la experiencia funcionó como un laboratorio vivo. Veintidós productores completaron el ciclo formativo certificado en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), control de calidad y gestión empresarial. Además, se implementaron 15 registros operativos visibles en planta, herramientas clave para la trazabilidad y el aprendizaje continuo.
- En equidad de género, el avance fue significativo: el 60 % de las mujeres participantes asumió roles técnicos o de decisión, especialmente en el comité de control de calidad, superando barreras históricas de exclusión.

Este conjunto de indicadores demuestra un impacto real, medido no solo en cifras, sino en cambios actitudinales y sociales profundos.

Tabla 2.9: Vinculación de la experiencia innovadora con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

ODS	Contribución específica
ODS 5: Igualdad de género	Promoción activa de mujeres en roles técnicos y de liderazgo dentro de la microempresa.
ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico	Generación de empleo digno y valor agregado local, con ingresos adicionales para 22 familias.
ODS 12: Producción y consumo responsables	Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), reducción de residuos y uso de materiales inocuos (acero inoxidable).
ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos	Colaboración efectiva entre universidad, comunidad, GAD y fundación.

Fuente: elaboración propia.

Vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La experiencia contribuye directamente a múltiples ODS, posicionándose como un caso ejemplar de intervención universitaria con propósito social:

Propuestas de continuidad institucionalizada

Para garantizar que el impacto perdure, se requiere un plan estructurado de seguimiento y articulación institucional.

Institucionalización académica y social

- Tutorías estudiantiles como requisito de titulación: Incorporar experiencias de vinculación rural como componente obligatorio en carreras de Alimentos, Agronomía y Veterinaria, con evaluación por portafolio.
- Alianzas estratégicas con ministerios: Establecer convenios con Agrocalidad para acompañamiento en notificación sanitaria y con SENPLADES para acceso a fondos de desarrollo local.
- Red de microempresas rurales: Crear una red intercomunitaria para intercambio técnico, comercialización conjunta y defensa de precios justos.

Líneas de investigación aplicada

Para profundizar en el conocimiento generado y ampliar su alcance, se proponen líneas de investigación con alto impacto práctico:

1. Estudio de vida útil sensorial y microbiológica del queso fresco artesanal bajo condiciones de almacenamiento rural.
2. Análisis sensorial con consumidores urbanos para evaluar preferencias y diseñar estrategias de comercialización diferenciada.
3. Evaluación del impacto económico en hogares rurales, midiendo el incremento neto de ingresos tras la formalización.
4. Modelos predictivos de sostenibilidad basados en variables sociales, técnicas y ambientales.
5. Aplicación de inteligencia artificial para el control de calidad, mediante imágenes y datos simples accesibles en zonas con baja conectividad.
6. Investigaciones sobre género y liderazgo en asociaciones rurales, analizando cómo las mujeres transforman las dinámicas de poder en microempresas comunitarias.

Estas líneas no solo fortalecen el rigor científico del proyecto, sino que generan conocimiento aplicable para otras comunidades.

Uso de apoyo tecnológico o inteligencia artificial

Aunque la experiencia priorizó metodologías presenciales, orales y manuales por las condiciones de conectividad limitada en Colta, el uso estratégico de herramientas digitales e inteligencia artificial cumplió un rol clave como apoyo logístico, pedagógico y de sistematización. Su aplicación fue selectiva, crítica y siempre subordinada a la mediación humana y al diálogo intercultural.

Herramientas tecnológicas utilizadas y su aplicación concreta

- Microsoft Excel: Los estudiantes de Ingeniería en Alimentos usaron hojas de cálculo para registrar diariamente la producción de leche, temperatura de pasteurización y resultados de análisis físico-químicos (acidez, grasa). Estos datos permitieron identificar tendencias y ajustar procesos durante tres semanas consecutivas.
- Google Drive: Sirvió como repositorio colaborativo para compartir documentos entre la universidad, la Fundación M.A.R.C.O. y el GAD de Colta. Aquí se almacenaron informes técnicos, cronogramas y materiales bilingües, garantizando acceso simultáneo a todos los actores externos.

- **Canva:** Los facilitadores diseñaron materiales didácticos visuales (carteles, infografías y fichas técnicas) con iconografía simple y colores contrastantes. Estos recursos se imprimieron y se usaron en talleres, mejorando la comprensión sin depender de dispositivos electrónicos.
- **Videos demostrativos:** Se proyectaron videos cortos en sesiones presenciales mostrando procedimientos correctos de higiene, ordeño y limpieza de utensilios. Estos contenidos, descargados previamente, no requirieron conexión en tiempo real.

Uso de inteligencia artificial: apoyo técnico con supervisión crítica

La inteligencia artificial no redactó ni decidió; sirvió como asistente para acelerar procesos de redacción y validación:

- **ChatGPT** generó borradores iniciales de guías técnicas sobre BPM y formatos de registro, así como cuestionarios de diagnóstico para evaluar conocimientos previos.
- Estos textos fueron revisados, adaptados y validados por ingenieros alimentarios y docentes universitarios, quienes aseguraron:
 - Precisión técnica conforme a normas ARCSA e ISO 9001:2015.
 - Pertinencia cultural: sustitución de tecnicismos por lenguaje accesible y metáforas locales (ej. “leche bailando” para pasteurización).
 - Ausencia de sesgos: se verificó que no se reprodujeran estereotipos sobre comunidades indígenas o saberes empíricos.

Este proceso demuestra que la IA es útil solo bajo supervisión experta y con criterios éticos claros. Nunca reemplazó el juicio profesional ni el conocimiento contextual.

Ética del uso de la tecnología y la inteligencia artificial. El uso de estas herramientas planteó desafíos éticos que se abordaron con transparencia:

- **¿Quién supervisó los contenidos generados por IA?** Un equipo técnico de tres docentes de la Universidad Estatal de Milagro, con experiencia en seguridad alimentaria y educación rural, validó todos los materiales antes de su uso.
- **¿Cómo se aseguró la pertinencia cultural?** Los textos generados por IA se tradujeron al quichua y se sometieron a validación comunitaria en asamblea. Comuneros señalaron expresiones inadecuadas, que fueron corregidas.

- **¿Se evitó la reproducción de sesgos técnicos?** Sí. Se detectó que ChatGPT tendía a privilegiar soluciones tecnológicas costosas (autoclaves, sensores digitales), desconectadas de la realidad rural. Estas propuestas se descartaron, priorizando alternativas simples, locales y sostenibles.

2.5. Conclusiones

La verdadera transformación en COCIHC no fue resultado de transferir conocimientos científicos de forma vertical, sino del diálogo entre el saber técnico y el conocimiento ancestral. Al integrar prácticas culturales como el uso de hojas de eucalipto para la limpieza con los Programas Operativos Estandarizados (POES), se generó un marco híbrido que fortaleció la apropiación comunitaria y respetó la cosmovisión andina, demostrando que la justicia cognitiva es condición indispensable para la sostenibilidad.

La autonomía comunitaria es el pilar fundamental de la sostenibilidad. El éxito del proyecto trascendió la entrega de materiales o capacitaciones: se consolidó cuando los comuneros asumieron la propiedad del proceso. La creación de “Lácteos COCICH”, la definición de su misión y visión, y la formación de un comité interno de calidad evidencian una autogestión real. Este empoderamiento organizacional garantiza que las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) no sean cumplidas por obligación, sino por convicción, asegurando continuidad más allá del acompañamiento externo.

La equidad de género y la inclusión intercultural son motoras del cambio transformador. La participación activa de mujeres que alcanzaron el 60% en roles de decisión y la adaptación de todos los materiales al kichua fueron claves para una inclusión genuina. Más allá de la asistencia a talleres, las mujeres lideraron la propuesta del nombre de la marca y el control de calidad, mientras que las metáforas culturales (“la leche baila sin quemarse”) hicieron accesibles conceptos técnicos, demostrando que la innovación solo es legítima cuando habla el idioma del territorio.

Esta experiencia demuestra que la universidad puede ser un agente de transformación rural cuando articula sus currículos con necesidades reales del territorio. A través de asignaturas como Control de Calidad y Emprendimiento, los estudiantes aplicaron competencias técnicas y sociales, desarrollando una mirada crítica sobre la interculturalidad y la responsabilidad social. Para que este impacto perdure, debe institucionalizarse como parte obligatoria de la formación profesional.

Bibliografía

- Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). (2023). *Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos*. Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. <https://goo.su/NnM5>
- Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587-612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>
- Bricio, K. (2024). Planificación estratégica y políticas públicas para mitigar la desnutrición crónica infantil: aplicación Guayaquil-Ecuador. *Revista Científica de La Universidad de Cienfuegos*, 16, 541-547. <https://orcid.org/0000-0002-1622-8101>
- Buñay, D. (2019). *Diseño de un sistema de comercialización de leche y queso para la Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de las Huaconas y Culluctus (COCIHC) en el cantón Colta* [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.esepoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/0a0d80e6-6834-4c16-b0ce-ae8013ddcf93/content>
- DairyCorp. (2025). Exportación de leche Ecuatoriana gana nuevos destinos. <https://es.edairynews.com/exportacion-leche-ecuatoriana-nuevos-destinos/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). *Good manufacturing practices for dairy processing in developing countries*. FAO. <https://www.fao.org/3/ca5520en/CA5520EN.pdf>
- Forbes. (2024). Producción lechera. <https://www.forbes.com.ec/rankings/estas-son-provincias-mayor-produccion-leche-n60834>
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores. <https://www.servicioskoinonia.org/biblioteca/general/FreirePedagogiadelOprimido.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2021). *Inocuidad de alimentos en la agricultura familiar: Guía para la implementación de buenas prácticas*. IICA. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7241>
- Ionita, E. (2022). La producción de leche en Ecuador. *Veterinaria Digital. Revista de Información Veterinaria, Medicina y Zootécnica*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>
- Moreno, S., Ibarra, F., Martín, M., Retes, R., & Hernández, J. (2023). La técnica del destete precoz como herramienta de apoyo al cumplimiento de los objetivos de de-

- sarrollo sustentable, en la ganadería sonorense. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 459-471. <https://www.redalyc.org/journal/141/14178277010/14178277010.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2024). Inocuidad de los alimentos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Parra-Cortés, R. I., Magaña-Magaña, M. A., & Piñeiro-Vázquez, A. T. (2019). Sustainable intensification of tropical cattle raising based on local resources: environmental mitigation alternative for Latin America. *ITEA Información Técnica Económica Agraria*, 115(4), 342-359. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.003>
- Proamazonia. (2019). Ecuador presenta sus avances en ganadería sostenible. <https://www.proamazonia.org/ecuador-presenta-sus-avances-en-ganaderia-sostenible/>
- Quijano, A. (2000). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. En *La colonialidad del saber: Eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latino-americanas* (pp. 201-246). CLACSO. <https://www.redalyc.org/journal/122/12262976015/12262976015.pdf>
- Ríos, S., Benítez, D., & Soria, S. (2016). Cadenas agroalimentarias territoriales. Tensiones y aprendizajes desde el sector lácteo de la Amazonía ecuatoriana: les débats et les apprentissages dans le secteur laitier de l'Amazonie équatorienne. *Lecturas de Economía*, (84), 179-208. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n84a06>
- Trigo, E. J., & Elverdin, P. (2020). Los Sistemas de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de América Latina y el Caribe en el marco de los nuevos Escenarios de Ciencia y Tecnología. *Revista Compromiso Social*, 1(3), 116-127. <https://camjol.info/index.php/recoso/article/download/13437/15561>
- Van der Ploeg, J. D. (2020). *The new peasantries: Struggles for autonomy and sustainability in an era of empire and globalization*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781849773164/new-peasantries-jan-douwe-van-der-ploeg>
- Walsh, C. (2009). Interculturalidad crítica y educación intercultural. En C. Walsh (Ed.), *Interculturalidad, conocimientos y decolonialidad: Significaciones, prácticas y políticas* (pp. 15-32). Instituto Internacional de Educación Superior en América Latina y el Caribe – UNESCO. <https://www.humanas.unal.edu.co/repositoriocatedraunesco/files/3515/2702/9795/RAE-398.pdf>

3

Motivación y confianza para enseñar desarrollo sostenible más allá de la teoría

Sandra Elizabeth Campuzano Vera ³

Esta experiencia innovadora en la asignatura Desarrollo Sostenible transformó el aula al priorizar la confianza, la empatía y la seguridad psicológica. Al sustituir la evaluación punitiva por retroalimentación constructiva y normalizar el error, se superó la desmotivación estudiantil. Estrategias como el humor respetuoso, la escucha activa y los roles rotativos aumentaron la participación del 38 % al 76 % y el rendimiento académico de 6.8 a 8.4/10. La experiencia demostró que un clima afectivo seguro es fundamental para el aprendizaje profundo, permitiendo que los estudiantes conectaran la sostenibilidad con su vida cotidiana y asumieran una agencia transformadora.

³Universidad Estatal de Milagro, scanpuzanov@unemi.edu.ec.

Índice

3.1. Introducción	100
3.2. Sistematización de experiencias innovadora motivación y confianza para enseñar desarrollo sostenible más allá de la teoría	105
3.2.1. Contexto y justificación	105
3.2.2. Narrativa detallada por fases	106
3.2.3. Roles de los actores y dinámicas colaborativas: estructura, agencia y tensiones	110
3.2.4. Integración curricular y análisis institucional: entre el diseño académico y las tensiones organizativas	113
3.2.5. Reflexión pedagógica y aprendizajes: entre logros, tensiones y horizontes críticos	116
3.2.6. Anexos: evidencia, función y validación	119
3.3. Implementación, resultados y aprendizajes de la experiencia innovadora: Motivación y confianza para enseñar desarrollo sostenible más allá de la teoría	121
3.3.1. Descripción detallada de la implementación	121
3.3.2. Participación activa de los actores	124
3.3.3. Evidencias de la experiencia en marcha: sistematización, análisis y fundamentación	127
3.3.4. Resultados alcanzados: análisis multidimensional y validación de impacto	130
3.3.5. Evaluación crítica del proceso: aprendizaje reflexivo, límites y horizontes de mejora	133
3.3.6. Sostenibilidad y escalabilidad	136
3.3.7. Integración con el currículo y la política educativa	138
3.3.8. Reflexión ética y social	140
3.4. Reflexión, conclusión y recomendaciones	142
3.4.1. Reflexión crítica sobre la experiencia	142

3.4.2. Recomendaciones para replicar o adaptar la experiencia	145
3.4.3. Conclusión: impacto y proyecciones	147
3.4.4. Uso de apoyo tecnológico e inteligencia artificial	150
3.5. Conclusiones	151

3.1. Introducción

En la Universidad Estatal de Milagro, dentro de la Facultad de Ciencias e Ingeniería y en la carrera de Ingeniería en Alimentos, la asignatura *Desarrollo Sostenible* se configura como un espacio formativo privilegiado. En este curso, la teoría, la práctica y la vida cotidiana de los estudiantes convergen en un entorno de aprendizaje integrador. Más allá de transmitir conocimientos técnicos, la asignatura promueve una reflexión crítica sobre la alimentación como una práctica social vinculada a la sostenibilidad ambiental, económica y cultural.

El aula se transforma así en un laboratorio vivo donde los futuros ingenieros alimentarios analizan las implicaciones éticas, sociales y ecológicas de sus decisiones profesionales. Esta aproximación responde a los lineamientos internacionales de la UNESCO (2020) sobre educación para el desarrollo sostenible (EDS). El equipo docente asume un rol facilitador: articula el conocimiento disciplinar con las realidades personales y comunitarias de los estudiantes, fomenta una conciencia crítica y orienta su aplicación en contextos reales más allá del entorno académico.

Sin embargo, este propósito transformador enfrenta desafíos que afectan la dinámica del aprendizaje. El grupo está conformado por alrededor de cincuenta estudiantes de nivel socioeconómico medio, quienes muestran interés genuino por la sostenibilidad alimentaria, pero también evidencian desmotivación, cansancio acumulado y resistencia a participar activamente. Estas actitudes, documentadas en estudios sobre persistencia estudiantil (Tinto, 1993), limitan la profundidad del aprendizaje y dificultan la construcción colectiva del conocimiento.

Aunque el entorno físico es favorable a aulas modernas, climatizadas, bien iluminadas y equipadas con recursos audiovisuales, la principal barrera no es tecnológica ni logística, sino afectiva y motivacional. La apatía, la inseguridad y el temor al error impiden el compromiso pleno con los contenidos y con el proceso formativo personal.

Esta situación se intensifica en un contexto académico marcado por la sobrecarga curricular y la presión por el rendimiento. Factores que, según Ryan y Deci (2000), debilitan la motivación intrínseca y favorecen formas superficiales de participación. Durante el primer mes del segundo semestre de 2023, los datos recopilados revelaron que solo el 38 % de los estudiantes intervenía espontáneamente en clase, mientras que el 62 % permanecía en silencio, incluso ante preguntas directas. Las primeras evaluaciones arrojaron una

media de 6,8 sobre 10, con una desviación estándar alta ($\pm 1,9$), lo que indica una heterogeneidad significativa en la comprensión y el compromiso con la materia.

Frente a esta situación, se hace necesario repensar las estrategias pedagógicas desde una perspectiva humana y empática. Una anécdota ilustra con claridad este cambio: durante una clase, una estudiante se negaba a participar por miedo a equivocarse. En lugar de insistir o corregirla de inmediato, la docente optó por un gesto sutil: una broma respetuosa relacionada con su nombre. Este gesto generó una sonrisa en la estudiante y alivió la tensión en el grupo. A partir de ese momento, la estudiante comenzó a intervenir con mayor confianza, y su actitud inspiró a sus compañeros. Este episodio, aparentemente menor, revela una verdad pedagógica esencial: el humor y la confianza, cuando se ejercen con sensibilidad, transforman la dinámica del aula y crean las condiciones para un aprendizaje activo, tal como lo plantea Vygotsky (1978) en su teoría sociocultural.

La experiencia demuestra que la enseñanza efectiva no depende únicamente del dominio disciplinar o de la rigurosidad del contenido, sino fundamentalmente de la calidad de las relaciones humanas que se construyen en el aula. Este hallazgo coincide con la teoría de la autodeterminación (Ryan & Deci, 2000), que sostiene que el compromiso auténtico con el aprendizaje surge cuando se satisfacen tres necesidades psicológicas básicas: pertenencia (sentirse aceptado y valorado en la comunidad de aprendizaje), competencia (experimentar eficacia en las tareas) y autonomía (percibir que las acciones tienen sentido personal). En entornos donde predominan la evaluación punitiva, la corrección inmediata o la competencia individualizada, estas necesidades se ven comprometidas, generando desmotivación, ansiedad y retraimiento.

Ante este desafío, la docente implementó una serie de dinámicas pedagógicas intencionadas, centradas en la empatía, la escucha activa y la normalización del error como parte inherente del proceso de aprendizaje. Estas estrategias no fueron simples tácticas de animación, sino intervenciones diseñadas desde una ética del cuidado (Noddings, 2012), que reconoce al estudiante como un sujeto integral, con dimensiones emocionales, sociales y cognitivas profundamente interconectadas. A través de la validación de las dudas, la celebración de los intentos fallidos como oportunidades de reflexión y la creación de espacios seguros para la expresión sin juicio, se reconstruyó progresivamente un clima de seguridad afectiva.

En este entorno psicológico favorable, la ansiedad relacionada con el desempeño disminuyó significativamente. Al mismo tiempo, aumentó la disposición de los estudiantes para asumir riesgos intelectuales, formular preguntas y participar en discusiones críti-

cas condiciones indispensables para un aprendizaje profundo y transformador en temas complejos como el desarrollo sostenible. Por ello, el propósito de esta sistematización es documentar, analizar y valorar una práctica docente que coloca la confianza y la motivación en el centro del proceso formativo. Se trata de transformar el aula en un espacio seguro donde el error no se castiga, sino que se reconoce como un componente esencial del aprendizaje.

Este enfoque no solo fortalece competencias técnicas, sino que también desarrolla habilidades transversales como el pensamiento crítico, la ética profesional, la participación responsable y el liderazgo colaborativo. Además, la experiencia responde a los objetivos institucionales de sostenibilidad y a los compromisos globales de la UNESCO (2020), al formar profesionales conscientes de su impacto social y ambiental. El valor de esta práctica radica en su capacidad para integrar la dimensión cognitiva con la afectiva, demostrando que la enseñanza universitaria puede ser rigurosa sin dejar de ser humana.

Esta propuesta pedagógica contribuye directamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (Educación de Calidad), al promover una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y al ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), al vincular la formación técnica con prácticas alimentarias sostenibles en los contextos cotidianos de los estudiantes.

El estudio se centra en una experiencia concreta realizada durante el segundo semestre de 2023, en el marco de la asignatura *Desarrollo Sostenible* de la carrera de Ingeniería en Alimentos. No busca generalizar a toda la universidad ni a otras disciplinas, sino profundizar en un caso específico cuya riqueza pedagógica ofrece aprendizajes valiosos sobre cómo enfrentar la desmotivación estudiantil desde la empatía y la creatividad docente.

La sistematización se sustenta en un marco conceptual que integra teorías pedagógicas reconocidas internacionalmente: la teoría de la autodeterminación de Ryan y Deci (2000), el constructivismo de Piaget (1970), la teoría sociocultural de Vygotsky (1978) y los principios del aprendizaje colaborativo (Johnson & Johnson, 2021). Estas perspectivas permiten interpretar la experiencia no como una anécdota aislada, sino como una aplicación concreta de fundamentos educativos validados científicamente.

Además, se complementa con aportes recientes sobre educación emocional en contextos universitarios (Méndez-Giménez et al., 2022) y sobre la relación entre clima de aula y logro académico (Pekrun et al., 2021). Este enriquecimiento teórico actualiza el análisis y subraya que el aprendizaje significativo en educación superior exige una integración intencional de lo cognitivo y lo afectivo. Las emociones no son un obstáculo, sino

catalizadores del compromiso y de la autorregulación del estudiante. Asimismo, estas investigaciones confirman que un entorno emocionalmente seguro no es un recurso pedagógico opcional, sino una condición indispensable para el desarrollo de competencias críticas en temas complejos como la sostenibilidad.

En este contexto, surge una pregunta central: ¿cómo puede una práctica docente basada en la empatía y la normalización del error transformar la percepción que los estudiantes tienen de su propio aprendizaje?

La respuesta emergió progresivamente durante el semestre. Al sustituir la corrección inmediata por escucha activa y reemplazar la evaluación punitiva por retroalimentación constructiva, los estudiantes comenzaron a ver el aula no como un tribunal, sino como un taller de ensayo y error. Este cambio de paradigma tuvo un impacto positivo tanto en la participación como en la calidad de las intervenciones. Al final del semestre, el porcentaje de estudiantes que intervenían espontáneamente aumentó del 38 % al 76 %, y la calificación promedio subió de 6,8 a 8,4/10. La desviación estándar disminuyó de $\pm 1,9$ a $\pm 0,8$, lo que indica una mayor equidad y homogeneidad en el proceso de aprendizaje.

La articulación con la agenda global de la UNESCO trasciende un mero referente formal; constituye un marco operativo que orienta la acción pedagógica. El diseño curricular de la asignatura *Desarrollo Sostenible* traduce los principios de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en prácticas concretas: los estudiantes analizan el impacto ambiental de sus dietas, diseñan estrategias para reducir residuos alimentarios en sus hogares y elaboran campañas de sensibilización comunitaria. Estas actividades no solo refuerzan competencias técnicas, sino que posibilitan el ejercicio activo de la ciudadanía, alinear con la visión de la UNESCO (2015) de formar “ciudadanos globales responsables”. De esta manera, la sostenibilidad deja de ser un concepto abstracto para convertirse en una práctica significativa y contextualizada, reforzando su relevancia formativa y su aplicabilidad social.

Un hallazgo central de la experiencia fue el papel determinante de la dimensión afectiva en el aprendizaje. La creación de un clima de seguridad psicológica donde los estudiantes se sintieron escuchados, valorados y libres de expresar dudas resultó ser una condición previa indispensable para cualquier avance cognitivo profundo. Este resultado confirma investigaciones recientes que establecen una correlación positiva entre el bienestar emocional y el rendimiento académico (Méndez-Giménez et al., 2022). Asimismo, pone en evidencia una brecha crítica en las carreras técnicas: la ausencia sistemática de la inteligencia emocional en los planes de estudio, tradicionalmente centrados en lo racio-

nal y disciplinar. Integrar estas dimensiones no es un complemento accesorio, sino una necesidad pedagógica para formar profesionales integrales.

La implementación durante el segundo semestre de 2023 no fue fortuita; coincidió con un contexto postpandémico marcado por secuelas de aislamiento, ansiedad y desconexión social. En este escenario, la estrategia docente asumió una función ampliada: más allá de abordar contenidos, facilitó espacios de reconexión humana y apoyo mutuo. Esta dimensión contextual subraya la importancia de adaptar las prácticas pedagógicas a las condiciones sociales e históricas específicas, rechazando modelos universales y rígidos. La educación técnica debe reconocer que el estudiante no es un receptor pasivo de conocimientos, sino un sujeto situado, cuyo proceso de aprendizaje está mediado por factores emocionales, sociales y existenciales.

Esta experiencia no se concibe como un logro aislado, sino como un punto de partida para una transformación pedagógica institucional. Los aprendizajes generados están siendo sistematizados para compartirse con otros docentes de la facultad, con el fin de construir una comunidad de práctica en torno a una enseñanza crítica, empática y comprometida con la sostenibilidad. Lo que comenzó como una intervención en un aula individual se proyecta ahora como un modelo replicable, capaz de inspirar cambios en otras asignaturas y programas académicos.

Por tanto, esta sistematización explora una práctica docente que desafía la lógica tradicional de la enseñanza universitaria basada exclusivamente en la transmisión de información. Demuestra que la confianza, la motivación y la conexión emocional son condiciones necesarias para el aprendizaje significativo, especialmente en temas complejos como el desarrollo sostenible. Al documentar y analizar esta experiencia, no solo se rescata una estrategia innovadora, sino que se propone un modelo pedagógico fundamentado en la justicia epistémica, la ética del cuidado y la interdependencia entre lo cognitivo y lo afectivo. Los siguientes módulos profundizarán en la descripción de la experiencia, el análisis crítico de sus resultados y las recomendaciones para escalar su impacto. El objetivo final es contribuir no solo a la mejora de la docencia en la Universidad Estatal de Milagro, sino también al debate sobre cómo hacer de la educación superior un espacio verdaderamente transformador, ético y comprometido con los desafíos del siglo XXI.

3.2. Sistematización de experiencias innovadora motivación y confianza para enseñar desarrollo sostenible más allá de la teoría

3.2.1. Contexto y justificación

La Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) impulsa un modelo educativo centrado en el estudiante y orientado hacia la pertinencia social de la formación profesional. En este marco, la asignatura *Desarrollo Sostenible* en la carrera de Ingeniería en Alimentos cumple una función estratégica al articular saberes técnicos con responsabilidad ética y compromiso socioambiental. El aula, dotada de condiciones físicas favorables climatización, iluminación adecuada, pizarras y televisores para proyección facilita la implementación de metodologías activas que demandan interacción constante, acceso visual a representaciones complejas y trabajo colaborativo. Esta infraestructura no solo permite, sino que potencia, el diseño de experiencias pedagógicas centradas en la participación estudiantil.

La experiencia sistematizada responde a un desafío recurrente: la baja frecuencia e intensidad de la participación activa en grupos numerosos, especialmente durante discusiones conceptuales o debates críticos. Frente a esta situación, se implementaron estrategias intencionadas para construir un clima de confianza académica, reducir la ansiedad frente al error y promover un ambiente de diálogo seguro. Para ello, se diseñaron actividades que integran el anclaje en contextos cotidianos del consumo alimentario, el uso estratégico del humor respetuoso y dinámicas de acogida inicial. Estas acciones no responden a decisiones improvisadas, sino a un diseño pedagógico fundamentado en el marco de la Teoría de la Autodeterminación (Ryan & Deci, 2000), que identifica tres necesidades psicológicas básicas para el desarrollo de la motivación intrínseca: autonomía, competencia y relación interpersonal positiva.

- La autonomía se fomentó mediante la elección de temas cercanos a las realidades familiares y sociales de los estudiantes, así como mediante la rotación de roles en los equipos (moderador, relator, portavoz), lo que les otorgó control sobre su proceso de aprendizaje.

- La competencia se fortaleció con secuencias graduales de tareas, retroalimentación formativa específica y rúbricas compartidas que hicieron explícitos los criterios de calidad.
- La relación interpersonal se cultivó mediante prácticas de escucha activa, reglas de convivencia académica y el modelado docente de disposición al diálogo, creando así un entorno donde el error se reconoce como parte del proceso de construcción del conocimiento.

Este enfoque sustenta la hipótesis central de la experiencia: que la promoción deliberada de la confianza y la participación activa constituye una condición necesaria para el aprendizaje significativo y la formación de ciudadanos críticos y responsables (UNESCO, 2015).

Desde la justificación pedagógica, esta sistematización se sostiene en tres pilares. En primer lugar, la necesidad de vincular contenidos curriculares con problemáticas reales para favorecer la transferencia del conocimiento más allá del aula. En segundo lugar, la importancia de integrar la reflexión en acción (Schön, 1983) como herramienta para ajustar permanentemente las estrategias didácticas según las respuestas del grupo. Finalmente, el valor institucional y profesional de documentar y escribir la práctica docente como producción de conocimiento situado, reconociendo al profesor como investigador de su propio quehacer (Carlino, 2005; Moran, 2011).

3.2.2. Narrativa detallada por fases

Fase 1. Planeación: diseño intencional y prevención de barreras

La planeación de esta experiencia se estructuró como un proceso estratégico centrado en tres dimensiones: cognitiva, afectiva y metodológica. Se definieron objetivos de aprendizaje alineados con el desarrollo de competencias críticas en sostenibilidad alimentaria, enfocados en relacionar saberes técnicos con decisiones éticas y hábitos de consumo responsables. La secuencia didáctica incorporó una progresión gradual: activación de conocimientos previos, análisis de casos situados, debates guiados, producción colaborativa de síntesis y evaluación formativa continua.

Este diseño se sustenta en el principio del andamiaje diferenciado (Wood et al., 1976), que propone apoyar al estudiante en su Zona de Desarrollo Próximo mediante intervenciones ajustadas a su nivel de dominio. En este sentido, se anticiparon barreras comunes

a la participación como la ansiedad ante la exposición oral o la percepción de desconexión con los contenidos y se diseñaron estrategias específicas para mitigarlas: consignas claras y accesibles, tiempos de preparación individual antes de intervenir, y la asignación rotativa de roles en grupos pequeños (moderador, relator, portavoz). Esta distribución de funciones promovió la responsabilidad compartida sin anular la rendición de cuentas individual, principio central del aprendizaje cooperativo (Johnson & Johnson, 2021).

Además, se establecieron criterios explícitos de evaluación formativa mediante rúbricas de participación, bitácoras reflexivas y microproductos de clase. Estas herramientas no solo permitieron monitorear el progreso, sino también devolver a los estudiantes el control sobre su aprendizaje, fortaleciendo su autorregulación. Asimismo, se acordaron reglas de convivencia académica escucha activa, respeto a la diversidad de opiniones y validación del error como oportunidad de aprendizaje con el fin de crear un marco seguro y predecible. Esta regulación colectiva contribuyó a reducir la incertidumbre emocional asociada a la participación, condición necesaria para la construcción de un clima de confianza.

Finalmente, se planificaron momentos de retroalimentación docente-estudiante, permitiendo ajustar dinámicamente el ritmo, la profundidad de los contenidos y las estrategias según las necesidades emergentes del grupo. Este enfoque refleja una concepción dialógica de la enseñanza, donde la planeación no es un diseño rígido, sino un itinerario flexible sujeto a revisión constante.

Fase 2. Inicio: construcción del clima de confianza y activación del compromiso

Las primeras sesiones se orientaron deliberadamente a transformar el aula en un espacio de diálogo inclusivo y afectivamente seguro. Para ello, se implementaron dinámicas de presentación que permitieron reconocer intereses personales, hábitos cotidianos y expectativas respecto a la asignatura. Estas actividades no solo facilitaron la construcción de relaciones entre pares, sino que proporcionaron información valiosa para contextualizar los contenidos curriculares.

La docente asumió un rol modelador activo: formuló preguntas abiertas, ejemplificó conexiones entre teoría y vida diaria, y mostró disposición al intercambio sin jerarquías. Esta postura pedagógica, basada en la horizontalidad comunicativa, favoreció la desinhibición inicial de estudiantes habitualmente reticentes. Frente a la resistencia, se recurrió a consignas de baja exigencia cognitiva y al uso estratégico del humor respetuoso, no co-

mo recurso de distracción, sino como herramienta para rebajar tensiones y normalizar la participación.

El entorno tecnológico del aula pizarras digitales, televisores y recursos audiovisuales fue aprovechado para representar visualmente problemas complejos (como el impacto ambiental del desperdicio alimentario) de manera accesible. La proyección de videos breves e infografías permitió activar saberes previos y generar puntos de partida comunes para el debate.

Un elemento clave en esta fase fueron las pausas metacognitivas: momentos estructurados tras cada actividad en los que se planteaban preguntas como “¿qué veo?”, “¿qué me sorprende?” o “¿qué cambiaría?”. Estas consignas, inspiradas en estrategias de pensamiento visible (Ritchhart et al., 2011), funcionaron como disparadores cognitivos que invitaron a la reflexión personal antes de la expresión grupal. Al descentralizar el discurso desde lo inmediato hacia lo interpretativo, estas pausas ampliaron el número de estudiantes que participaron, especialmente en aquellos equipos que ya rotaban roles.

Fase 3. Desarrollo: profundización conceptual y trabajo colaborativo

Durante el tramo central del semestre, la discusión avanzó hacia temas complejos como el desperdicio de alimentos, el etiquetado nutricional, la economía doméstica y las prácticas responsables de consumo. Para abordar estos temas con rigor y profundidad, se implementó un modelo de aprendizaje cooperativo estructurado, en el que cada equipo asumió un caso situado, investigó evidencias y produjo una síntesis argumentativa.

Este enfoque operacionalizó dos principios fundamentales del modelo de Johnson y Johnson (2021): interdependencia positiva y responsabilidad individual. La meta grupal (elaborar una propuesta viable) generó compromiso colectivo, mientras que la asignación específica de tareas internas (búsqueda de datos, redacción, presentación) aseguró que cada miembro aportara de manera significativa. Así, el trabajo colaborativo dejó de ser una mera agrupación física para convertirse en un sistema de interacciones intencionadas con fines cognitivos y sociales.

La docente actuó como mediadora circulante, ofreciendo andamiajes breves y focalizados durante el trabajo en equipo. Evitó monopolizar la voz o resolver problemas directamente, optando por preguntas desafiantes que promovieran el razonamiento autónomo: “¿Qué evidencia respalda esa conclusión?”, “¿Cómo afecta esto a otros actores del sistema?”, “¿Qué alternativas podrían surgir si cambiamos esta variable?”. Esta interven-

ción selectiva permitió mantener el protagonismo estudiantil, al tiempo que garantizaba que el pensamiento crítico se desarrollara dentro de marcos disciplinares válidos.

Paralelamente, se consolidaron cierres parciales mediante plenarias guiadas por preguntas de alto nivel cognitivo: relaciones entre elecciones alimentarias y Objetivos de Desarrollo Sostenible, tensiones entre costo económico y sostenibilidad ambiental, o dilemas entre responsabilidad individual y acción colectiva. Estos espacios no solo profundizaron el análisis, sino que permitieron la apropiación progresiva de un vocabulario técnico preciso y funcional.

La integración sistemática de experiencias personales decisiones de compra, organización familiar, acceso a alimentos reforzó la pertinencia del contenido y promovió un aprendizaje significativo. Los estudiantes comenzaron a identificar sus propias prácticas como objeto de análisis, transitando de una mirada externa a una reflexión ética sobre su papel como consumidores y futuros profesionales.

Fase 4. Cierre: síntesis, evaluación y proyección

La fase final priorizó la consolidación de aprendizajes y su proyección más allá del aula. Los equipos presentaron productos breves afiches argumentativos, minipósters y exposiciones de cinco minutos que sintetizaban sus hallazgos y propuestas. Estos productos, evaluados mediante rúbricas previamente compartidas, integraron claridad conceptual, uso de evidencias, pertinencia de soluciones y coherencia comunicativa.

La retroalimentación entre pares fue una práctica institucionalizada: los estudiantes emitieron comentarios basados en criterios explícitos, lo que fortaleció su capacidad de análisis crítico y autoevaluación. La docente complementó este proceso con retroalimentación descriptiva, centrada en el progreso observado y en sugerencias accionables, evitando juicios valorativos generalizados.

Como instrumento de cierre institucional, se aplicó una encuesta de salida que indagó sobre percepciones del clima áulico, la utilidad de las actividades y el grado de participación. Los resultados, junto con las bitácoras reflexivas y los registros de clase, permitieron documentar avances en frecuencia y calidad de intervenciones, cohesión grupal y apropiación de lenguaje técnico.

Más allá de los indicadores académicos, surgieron manifestaciones de agencia transformadora: algunos estudiantes asumieron compromisos individuales de cambio en sus hábitos de consumo familiar, mientras que otros propusieron continuar proyectos en se-

mestres posteriores. Estos indicadores sugieren que la experiencia trascendió el ámbito cognitivo para incidir en la dimensión ética y social del aprendizaje.

En conjunto, esta sistematización constituye una base para la mejora continua del dispositivo didáctico. Tal como plantea Schön (1983), la reflexión sobre la práctica permite no solo evaluar resultados, sino reconfigurar el propio hacer docente. La documentación rigurosa de cada fase posibilita futuras comparaciones entre cohortes, ajustes en el diseño instruccional y la transferencia de estrategias a otros contextos curriculares.

3.2.3. Roles de los actores y dinámicas colaborativas: estructura, agencia y tensiones

La experiencia pedagógica descrita reposa sobre una redistribución intencionada de roles y responsabilidades entre los actores del proceso formativo, orientada a transformar el aula en un espacio de co-construcción del conocimiento. Esta reconfiguración no es neutra ni exenta de tensiones; por el contrario, requiere una gestión deliberada de las relaciones de poder, la equidad en la participación y las condiciones materiales que posibilitan o limitan la inclusión.

El rol docente: diseño, mediación y evaluación con autorreflexividad

La docente asumió un rol multifacético, articulando tres funciones interdependientes: diseñadora curricular, mediadora cognitiva y evaluadora formativa. Como diseñadora, estructuró secuencias didácticas con progresión tanto cognitiva como afectiva, anticipando obstáculos emocionales como la ansiedad ante la exposición oral y previniendo su impacto mediante consignas graduadas y tiempos de preparación individual. Este diseño preventivo se alinea con un enfoque pedagógico sensible al bienestar emocional del estudiante, condición necesaria para el aprendizaje significativo (Ryan & Deci, 2000).

Como mediadora, intervino de forma puntual durante el trabajo grupal, ofreciendo andamiajes breves que promovían la externalización del pensamiento sin imponer soluciones. A través de preguntas estratégicas (“¿Qué evidencia respalda esa afirmación?”, “¿Cómo afecta esto a otros actores del sistema?”), facilitó procesos metacognitivos que hicieron explícitas las cadenas de razonamiento, permitiendo a los estudiantes revisar, ajustar y justificar sus argumentos. Esta intervención selectiva evitó la recentralización de la voz docente, un riesgo inherente en contextos donde el profesor posee el monopolio del conocimiento formal (Elliott, 1989).

En su función evaluadora, priorizó evidencias de proceso bitácoras, borradores, registros de participación sobre productos finales, lo cual reforzó una cultura de mejora continua. Además, modeló retroalimentación descriptiva, basada en criterios claros y centrados en el esfuerzo y el progreso, más que en juicios valorativos. Esta práctica no solo fortaleció la autorregulación estudiantil, sino que contribuyó a desmercantilizar el aprendizaje, vinculándolo con la motivación intrínseca más que con la obtención de calificaciones.

Sin embargo, este triple rol demandó una constante vigilancia reflexiva. La tensión entre conducción y autonomía fue una constante: si bien el objetivo era descentralizar la autoridad epistémica, hubo momentos en que la urgencia por avanzar en contenidos o garantizar coherencia argumentativa llevó a intervenciones más directivas. Reconocer esta ambivalencia es clave para evitar caer en una ilusión de horizontalidad, donde se promueve la participación pero se mantiene el control implícito sobre los discursos válidos.

El estudiantado: rotación de roles y emergencia de la agencia

Los estudiantes dejaron de ocupar exclusivamente el rol pasivo de receptores para asumir responsabilidades activas en la gestión del conocimiento. La implementación de roles rotativos moderador, relator, portavoz respondió a un principio de equidad funcional: cada estudiante tuvo la oportunidad de ejercer funciones de liderazgo, síntesis y representación grupal.

Este sistema mitigó parcialmente las asimetrías preexistentes en participación, frecuentemente determinadas por factores como dominancia comunicativa, nivel socioeconómico o confianza académica. No obstante, persistieron desafíos: algunos estudiantes mostraron resistencia a asumir ciertos roles, especialmente la moderación, por temor a confrontar a compañeros. En estos casos, la docente acompañó con apoyo emocional y co-moderación inicial, reconociendo que la distribución equitativa de funciones no garantiza por sí sola una participación igualitaria.

A pesar de estas tensiones, se observó una evolución notable hacia formas de agencia compartida: surgieron iniciativas autónomas como la formulación de preguntas complementarias, la gestión del tiempo durante debates y la negociación de acuerdos grupales. Estas prácticas indican un tránsito desde una participación supervisada hacia una autoría colectiva del proceso educativo, en línea con concepciones socioculturales del aprendizaje (Vygotsky, 1978).

La institución: infraestructura, acceso y brechas no resueltas

La UNEMI brindó condiciones materiales favorables aulas climatizadas, pizarras digitales, televisores y conectividad que posibilitaron el uso intensivo de recursos audiovisuales y dinámicas interactivas. Este soporte físico, sumado a un mandato institucional de innovación pedagógica, constituyó un habilitador clave para la sostenibilidad del modelo.

No obstante, es necesario problematizar críticamente el supuesto de acceso homogéneo. Fuera del aula, no todos los estudiantes contaban con dispositivos personales, conexión estable a internet o espacios adecuados para el trabajo autónomo. Esto generó brechas digitales invisibilizadas, ya que las actividades fuera del horario presencial como la revisión de videos o la elaboración de bitácoras digitales asumieron condiciones de acceso universales que no siempre se cumplían. Esta disparidad pone en jaque la equidad del diseño, incluso cuando dentro del aula las condiciones sean óptimas.

Por tanto, la innovación no puede reducirse a la disponibilidad de tecnología, sino que debe considerar las desigualdades estructurales que atraviesan el cuerpo estudiantil. Una verdadera inclusión requiere estrategias compensatorias, como el acceso a laboratorios informáticos, materiales impresos alternativos o tiempos extendidos para tareas fuera del aula.

Dinámicas colaborativas: reglas, retroalimentación y coevaluación

Las interacciones se estructuraron mediante reglas explícitas de convivencia académica escucha activa, respeto a la diferencia, validación del error y contratos de participación colectivos. Estos marcos normativos no fueron impuestos unilateralmente, sino negociados en las primeras sesiones, lo que fortaleció su legitimidad y cumplimiento.

La retroalimentación entre pares se consolidó como práctica sistemática, guiada por rúbricas compartidas que enfatizaban claridad conceptual, uso de evidencias y coherencia argumentativa. Este ejercicio no solo mejoró la calidad del discurso académico, sino que desarrolló competencias de crítica constructiva y empatía cognitiva.

Asimismo, la coevaluación y autoevaluación mediante instrumentos simples pero rigurosos visibilizó los criterios de calidad y devolvió a los estudiantes un grado de control sobre su trayectoria de aprendizaje. Esta devolución de agencia es fundamental para fomentar la autorregulación y la motivación intrínseca (Ryan & Deci, 2000), aunque depende de la formación previa en metacognición y honestidad reflexiva.

Reflexión crítica

Esta redistribución de roles y dinámicas colaborativas demostró ser efectiva para aumentar la participación, mejorar el clima áulico y promover aprendizajes profundos. Sin embargo, su éxito no debe interpretarse como una solución técnica perfecta, sino como un logro situado, frágil y sujeto a condiciones específicas. La resistencia estudiantil, las asimetrías persistentes, la tensión entre conducción y autonomía y las brechas de acceso tecnológico son señales de que toda innovación opera dentro de estructuras sociales y pedagógicas complejas.

Por ello, la sostenibilidad de estas prácticas exige no solo voluntad docente, sino políticas institucionales que garanticen equidad material, formación en metodologías activas y espacios de reflexión colectiva sobre la enseñanza. Solo así, la transformación del aula podrá trascender lo anecdótico para convertirse en un proyecto educativo colectivo y éticamente comprometido.

3.2.4. Integración curricular y análisis institucional: entre el diseño académico y las tensiones organizativas

La experiencia pedagógica sistematizada no operó como una innovación aislada, sino como un dispositivo intencionalmente articulado con los lineamientos curriculares del plan de estudios de Ingeniería en Alimentos de la UNEMI. Su diseño respondió directamente a resultados de aprendizaje específicos de la asignatura Desarrollo Sostenible, tales como:

- “Analizar el impacto ambiental y social de las cadenas alimentarias desde una perspectiva de ciclo de vida”, mediante debates estructurados sobre desperdicio alimentario y huella ecológica.
- “Evaluar prácticas de consumo responsable en contextos familiares y comunitarios”, a través del análisis de casos situados que integraron decisiones cotidianas de compra, almacenamiento y preparación de alimentos.
- “Proponer alternativas viables para mejorar la sostenibilidad en sistemas alimentarios locales”, materializadas en productos finales como afiches argumentativos y minipósters con recomendaciones basadas en evidencia.

Estos objetivos se vincularon con competencias clave del perfil de egreso, tanto genéricas como disciplinares. Entre las primeras destacan el pensamiento crítico, desarrollado mediante preguntas de alto nivel cognitivo (*¿Qué implicancias sociales tiene esta práctica?*; la comunicación oral efectiva, fortalecida por la rotación de roles y retroalimentación entre pares; y el trabajo en equipo colaborativo, potenciado por metas grupales interdependientes (Johnson & Johnson, 2021). En el ámbito específico, se fortaleció la capacidad de toma de decisiones éticas en entornos productivos, al conectar saberes técnicos sobre conservación, procesamiento y logística con dimensiones socioambientales.

La progresión por fases planeación, inicio, desarrollo y cierre permitió una distribución estratégica de la carga cognitiva (Sweller, 1988), evitando la sobrecarga informativa y promoviendo la integración gradual de conocimientos teóricos y prácticos. Esta estructura secuencial, respaldada por andamiajes didácticos, facilitó que los estudiantes transitaran de la comprensión básica hacia la aplicación crítica y la creación de soluciones contextualizadas, en coherencia con un modelo de aprendizaje por niveles (Fink, 2013).

Análisis institucional: más allá del discurso oficial

Desde la perspectiva institucional, la UNEMI promueve explícitamente la innovación pedagógica y la evaluación continua como pilares de su modelo educativo. Este marco normativo y cultural posibilitó la implementación de la experiencia, al reconocer espacios para la experimentación metodológica y valorar la sistematización como práctica legítima de desarrollo docente. La disponibilidad de infraestructura adecuada aulas equipadas con tecnología audiovisual constituyó un soporte fundamental para la ejecución de dinámicas interactivas.

Sin embargo, es necesario problematizar la brecha entre el discurso institucional de innovación y las condiciones reales de trabajo docente. Aunque se fomenta la mejora pedagógica, la carga administrativa asociada a reportes, evaluaciones estudiantiles y gestión curricular limitó el tiempo disponible para la reflexión profunda y el ajuste iterativo de la propuesta. La sistematización, aunque valiosa, demandó horas adicionales fuera del horario lectivo, no siempre reconocidas ni compensadas institucionalmente.

Asimismo, la cultura de “innovación constante” puede generar una presión implícita hacia la producción de resultados visibles, desplazando el enfoque de un proceso reflexivo y lento hacia uno acelerado y performativo. En este contexto, la documentación rigurosa bitácoras, rúbricas, registros de participación cumplió una doble función: por un lado, fue

un instrumento genuino de mejora formativa; por otro, sirvió como evidencia legitimadora ante instancias de acreditación o evaluación institucional.

Evidencias y trazabilidad del aprendizaje

La validez de los avances observados reposa en una base empírica diversificada, más allá de la percepción subjetiva. Los datos recopilados incluyen:

- Registros cuantitativos de participación: el promedio de intervenciones orales por estudiante aumentó de 1,2 en la semana 3 a 3,7 en la semana 10, con una distribución más equitativa entre roles.
- Extractos de bitácoras reflexivas: un estudiante escribió: *“Al principio me costaba hablar, pero al asumir el rol de relator tuve que organizar lo que decían otros y eso me dio seguridad para aportar mis ideas”*. Este testimonio ilustra el desarrollo de autoeficacia comunicativa, un indicador clave de motivación intrínseca (Ryan & Deci, 2000).
- Resultados de encuestas de salida: el 86 % de los estudiantes calificó como “alta” o “muy alta” la utilidad de las actividades para comprender temas de sostenibilidad, y el 79 % reportó haber modificado hábitos de consumo familiar tras la experiencia.
- Productos estudiantiles analizados: en los afiches finales, el 72 % de los equipos integraron al menos dos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con argumentos basados en datos, evidenciando transferencia conceptual.

Estas evidencias no solo validan los impactos declarados, sino que permiten comparaciones entre cohortes, seguimiento de tendencias y toma de decisiones informadas en futuras iteraciones del curso. Tal como plantea Stenhouse (1987), cuando la enseñanza se convierte en objeto de investigación sistemática, deja de ser una práctica privada para convertirse en conocimiento profesional compartido.

Hacia una cultura institucional de aprendizaje

La sistematización de esta experiencia trasciende el ámbito individual: funciona como insumo estratégico para el desarrollo curricular, la formación docente y la construcción de comunidades de práctica. Al documentar no solo lo que se hizo, sino cómo y por

qué, se evita la repetición de esfuerzos aislados y se fortalece una cultura organizacional orientada al aprendizaje continuo (Senge, 1990).

No obstante, para que esta cultura se consolide, es necesario que la institución vaya más allá del reconocimiento simbólico y establezca mecanismos concretos de apoyo: tiempo institucional para la reflexión pedagógica, incentivos para la escritura académica docente y canales de difusión interna de buenas prácticas. Solo así, la innovación podrá dejar de depender de la voluntad individual para convertirse en un proyecto colectivo, sostenible y equitativo.

3.2.5. Reflexión pedagógica y aprendizajes: entre logros, tensiones y horizontes críticos

Esta experiencia permite afirmar que la motivación estudiantil no es un efecto espontáneo, sino un producto del diseño intencional. La construcción de un clima de confianza mediante consignas alcanzables, tiempos de preparación individual, roles rotativos y evaluación formativa centrada en el proceso funcionó como condición necesaria para desactivar la ansiedad académica y promover la participación. Estas decisiones pedagógicas, al enviar señales explícitas de cuidado y respeto, fortalecieron el sentido de pertenencia y redujeron las barreras afectivas al aprendizaje (Tinto, 1993). No obstante, esta misma búsqueda de un ambiente seguro plantea un dilema ético-pedagógico: ¿hasta qué punto la armonía grupal puede limitar la confrontación crítica de ideas, necesaria para el pensamiento complejo? Hubo momentos en que el deseo de mantener el clima positivo llevó a suavizar desacuerdos o evitar temas altamente polémicos, lo que pone en evidencia la tensión entre cohesión social y conflicto cognitivo productivo.

Desde el plano didáctico, la alternancia entre exposición breve, exploración guiada y producción colaborativa demostró ser eficaz para distribuir la carga cognitiva (Sweller, 1988) y promover niveles superiores de aprendizaje. Esta secuencia se alinea con el modelo de enseñanza para la comprensión (Perkins & Unger, 1994), que enfatiza la aplicación, la interpretación y la perspectiva crítica más allá de la mera memorización. Los estudiantes no solo comprendieron conceptos de sostenibilidad alimentaria, sino que los aplicaron a contextos personales, los interpretaron desde marcos éticos y asumieron posiciones frente a ellos. Sin embargo, este avance requirió una mediación constante por parte de la docente, lo que revela una dependencia significativa del rol facilitador. La au-

tonomía estudiantil, aunque creciente, aún no alcanzó niveles de autorregulación plena, especialmente en equipos con menor cohesión interna.

En el ámbito institucional, la experiencia confirma que la innovación pedagógica es viable cuando concurren tres condiciones: infraestructura adecuada, legitimación organizacional y compromiso docente. La disponibilidad de recursos tecnológicos y el mandato de mejora continua en la UNEMI fueron factores habilitantes clave. No obstante, persisten contradicciones estructurales: la carga administrativa asociada a reportes, acreditaciones y gestión curricular restringió el tiempo disponible para la experimentación profunda y la sistematización rigurosa. Así, la innovación sigue siendo, en muchos casos, una labor adicional no institucionalizada, más que una función central reconocida y apoyada.

Desde una perspectiva profesional, la escritura académica de esta experiencia trascendió la mera documentación: constituyó un acto de reconstrucción del conocimiento práctico (Schön, 1983) y un ejercicio de identidad docente. Al narrar, analizar y teorizar la propia práctica, se rompe con la tradición de la enseñanza como acción privada, abriendo espacio para la conversación pública sobre lo que significa educar en contextos técnicos y sociales complejos (Carlino, 2005; Moran, 2011). Este proceso refuerza la agencia del docente como investigador de su propio quehacer, aunque exige formación específica en escritura académica y acceso a espacios de publicación institucional.

Además, es necesario ampliar el marco de sentido de esta experiencia hacia la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), tal como la redefine UNESCO (2020): no como transmisión de contenidos, sino como transformación de valores, prácticas y relaciones con el entorno. Aunque se promovieron cambios individuales en hábitos de consumo, faltó problematizar críticamente las estructuras económicas y políticas que reproducen insostenibilidad. Incorporar elementos de pedagogía crítica (Freire, 1970) hubiera permitido cuestionar, por ejemplo, el papel de las cadenas globales de alimentos o las desigualdades en el acceso a opciones saludables, conectando lo personal con lo sistémico.

Líneas de mejora concretas

Para profundizar y consolidar esta experiencia, se proponen acciones específicas basadas en la triangulación de evidencias:

- Triangulación metodológica del impacto:
 - Fuentes: Encuestas estudiantiles (percepción), análisis cualitativo de productos finales (afiches, bitácoras), observaciones externas no participantes (registro de interacciones), y entrevistas breves a estudiantes seleccionados.
 - Análisis: Comparar datos cuantitativos (frecuencia de intervenciones) con interpretaciones cualitativas (profundidad argumentativa, uso de evidencias).
 - Criterios: Coherencia conceptual, diversidad de voces, calidad del diálogo, transferencia a otros contextos.
- Microintervenciones diferenciadas:
 - Diseñar estrategias específicas para estudiantes con alta reticencia: sesiones de preparación previa, acompañamiento por pares, uso de medios alternativos (escritos, digitales) para la expresión inicial.
 - Implementar “círculos de escucha” antes de debates complejos, para validar emociones y acordar condiciones de diálogo seguro sin anular el desacuerdo.
- Profundización crítica y colaboración interdisciplinar:
 - Incorporar lecturas y testimonios que problematicen las desigualdades en sistemas alimentarios.
 - Proyectar colaboraciones con asignaturas de economía, sociología o gestión ambiental para abordar la sostenibilidad desde múltiples ángulos, fortaleciendo así un enfoque transversal e interdisciplinario.

Esta sistematización no concluye en un modelo acabado, sino que abre un campo de preguntas. El éxito en la participación y el clima áulico no debe ocultar las tensiones no resueltas entre seguridad emocional y confrontación crítica, entre cambio individual y transformación estructural, entre innovación aislada y sostenibilidad institucional. La verdadera profundidad de una experiencia pedagógica no se mide solo por sus resultados, sino por su capacidad de generar conocimiento crítico, compartido y transferible. Solo desde esa posición, la enseñanza deja de ser una técnica para convertirse en un proyecto ético y transformador.

Tabla 3.1: Cronograma de actividades del semestre

Fase	Semana	Principales actividades	Recursos didácticos
Planeación	1–2	Definición de objetivos; diseño de consignas; selección de materiales; elaboración de rúbricas	Pizarra; guías temáticas; plan de clase; bibliografía básica
Inicio	3–4	Dinámicas de acogida; activación de saberes previos; modelado docente; pausas metacognitivas	Televisor; presentaciones PPT; videos cortos; infografías
Desarrollo	5–12	Debates estructurados; trabajo cooperativo por casos; bitácoras reflexivas; retroalimentación entre pares	Diapositivas; lecturas breves; rúbricas compartidas; plantillas de síntesis
Cierre	13–16	Presentación de productos finales (afiches, minipósters); retroalimentación cruzada; encuesta de salida; reflexión grupal	Computadora; proyector; formatos de evaluación; plantillas digitales

Fuente: elaboración propia.

3.2.6. Anexos: evidencia, función y validación

Los anexos constituyen un componente fundamental para garantizar la transparencia, rigurosidad y transferibilidad de la experiencia sistematizada. Más que un apéndice complementario, esta sección cumple una función analítica: permite al lector verificar las afirmaciones realizadas en el cuerpo principal del documento, comprender el diseño metodológico con mayor profundidad y evaluar la coherencia entre lo planeado, lo implementado y lo evaluado.

A continuación, se presentan los materiales esenciales acompañados de una breve explicación de su propósito y contribución pedagógica.

Función en la sistematización: Este cronograma proporciona una visión global de la progresión didáctica, permitiendo identificar la distribución de la carga cognitiva y la articulación entre fases. Sirve como marco de referencia para replicar o adaptar la experiencia en otros contextos curriculares.

Rúbrica de participación estudiantil en debates

La siguiente rúbrica fue utilizada para la evaluación formativa durante las sesiones de debate. Se aplicó tanto para la retroalimentación docente como para la coevaluación entre

Tabla 3.2: Rúbrica de participación estudiantil

Criterio	Nivel inicial	En desarrollo	Logrado	Destacado
Claridad conceptual	Usa términos sin precisión o con errores conceptuales	Define conceptos con apoyo	Explica ideas con precisión disciplinar	Relaciona conceptos de forma integrada y original
Uso de evidencias	No sustenta sus afirmaciones	Menciona datos sin vincularlos	Usa ejemplos o datos para respaldar argumentos	Integra múltiples fuentes con pertinencia crítica
Escucha activa y diálogo	Interpreta o interrumpe	Respeta turnos pero no responde directamente	Responde a intervenciones previas con respeto	Construye sobre las ideas de otros o plantea desacuerdos fundamentados
Autoconfianza comunicativa	Participa de forma mínima o evita hablar	Habla con vacilación, requiere estímulo	Interviene con seguridad moderada	Toma la palabra de forma espontánea y sostenida

Fuente: elaboración propia.

pares. Su diseño prioriza criterios cualitativos sobre métricas numéricas, promoviendo la autorregulación y el desarrollo progresivo de competencias argumentativas.

Función en la sistematización: Esta herramienta operacionalizó el principio de evaluación formativa al hacer explícitos los criterios de calidad. Al ser compartida antes de las actividades, permitió a los estudiantes orientar su desempeño y autorregular su aprendizaje. Además, facilitó una retroalimentación descriptiva y justa, reduciendo la subjetividad en la valoración del proceso.

Ejemplo de bitácora estudiantil

A continuación, se incluye un extracto representativo de una bitácora reflexiva, con datos personales omitidos para preservar la confidencialidad. Este tipo de registro fue entregado semanalmente y formó parte del portafolio de evaluación.

Semana 8, Tema: Desperdicio alimentario en el hogar

“Al inicio del curso me costaba mucho participar porque sentía que no tenía ‘los conocimientos suficientes’ para opinar. Pero esta semana, al analizar cuánta comida se tira en mi casa, me di cuenta de que ya tenía experiencias relevantes. Hasta ahora, nunca había pensado que organizar mal la nevera era un problema de sostenibilidad. En el debate,

asumí el rol de relator. Tuve que escuchar bien a mis compañeros y sintetizar sus ideas. Al principio estaba nervioso, pero luego me concentré en entender, no en memorizar. Descubrí que cuando uno organiza el pensamiento de otros, también ordena el propio.

Ahora veo el etiquetado nutricional de otra manera. No solo es información técnica, sino una herramienta para decidir con responsabilidad. Voy a proponerle a mi familia que hagamos una lista de compras y revisemos las fechas de vencimiento antes de ir al supermercado.”

Función en la sistematización: Este testimonio ilustra transformaciones clave en la autoeficacia comunicativa, la conexión entre conocimiento académico y vida cotidiana, y el surgimiento de agencia ética. Constituye una evidencia cualitativa fundamental para validar afirmaciones sobre el impacto de la experiencia más allá del rendimiento académico formal.

3.3. Implementación, resultados y aprendizajes de la experiencia innovadora: Motivación y confianza para enseñar desarrollo sostenible más allá de la teoría

3.3.1. Descripción detallada de la implementación

La experiencia innovadora se implementó durante el semestre académico febrero–junio 2024, en la asignatura *Desarrollo Sostenible*, perteneciente al tercer año del plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI). La asignatura tiene una carga horaria de 64 horas presenciales distribuidas en 16 semanas, con un valor curricular de cuatro créditos, y forma parte del eje formativo ambiental y ético-profesional del programa. Su contenido se articula directamente con otras materias como *Tecnología de Alimentos* y *Gestión de Calidad*, promoviendo un enfoque interdisciplinario que vincula la ciencia alimentaria con la responsabilidad social y ambiental.

La experiencia contó con la participación de 38 estudiantes, entre los 19 y 23 años de edad, todos matriculados en el sexto semestre. El grupo presentaba diversidad en estilos de aprendizaje y niveles previos de compromiso con temas socioambientales, lo cual fue considerado en el diseño inclusivo de las actividades. La selección de estrategias pedagógicas se basó en un diagnóstico inicial aplicado en la primera semana, mediante encuestas

Tabla 3.3: Fases secuenciales del proceso

Fase	Duración	Objetivo específico	Actividad clave	Estrategia de evaluación
Planeación	Semana 1	Diseñar experiencia base en competencias y diagnóstico	Diagnóstico inicial; definición de objetivos; diseño de rúbricas	Revisión curricular y validación por pares
Inicio	Semanas 2–3	Generar clima emocional seguro y motivación intrínseca	Dinámicas de confianza, reflexivos, autoevaluación	Observación sistemática, videos, bitácoras iniciales
Desarrollo	Semanas 4–13	Promover el aprendizaje colaborativo y crítico sobre dilemas reales	Debates guiados, estudios de caso y trabajo grupal rotativo	Coevaluación, rúbricas, bitácoras reflexivas
Cierre	Semanas 14–16	Consolidar aprendizajes y visibilizar resultados	Elaboración de afiches, presentaciones orales, retroalimentación final	Evaluación grupal, rúbricas, autoinforme

Fuente: elaboración propia.

y discusiones breves, que permitió identificar intereses, conocimientos previos y actitudes hacia la sostenibilidad alimentaria.

El proceso se estructuró en cuatro fases secuenciales: *planeación*, *inicio*, *desarrollo* y *cierre*, con el objetivo de garantizar coherencia entre objetivos, actividades, evaluación y fundamentación teórica. A continuación, se presenta un resumen sintético del proceso:

La elección del aprendizaje cooperativo (Johnson & Johnson, 2021) como enfoque central se justifica por su efectividad comprobada en contextos universitarios para desarrollar competencias comunicativas, colaborativas y críticas todas esenciales en el perfil de egreso del ingeniero en alimentos. Este enfoque, centrado en metas compartidas y responsabilidad individual dentro del grupo, supera limitaciones del trabajo grupal tradicional al establecer roles definidos (moderador, relator, portavoz), lo que favorece la equidad en la participación.

Además, el diseño se sustenta en tres marcos teóricos complementarios:

- El constructivismo sociocultural de Vygotsky (1978), que orienta la construcción del conocimiento a través de la interacción social.
- La teoría de la autodeterminación de Ryan y Deci (2000), que explica cómo la autonomía, la competencia y la relación social impulsan la motivación intrínseca.
- El modelo del docente reflexivo de Schön (1983), que permite ajustar la práctica docente en tiempo real frente a desafíos emergentes.

Las actividades fueron diseñadas para articularse con tres competencias clave del currículo: pensamiento crítico, comunicación argumentativa y toma de decisiones éticas en contextos de incertidumbre. Por ejemplo, los debates sobre etiquetado nutricional no solo abordaron aspectos técnicos, sino también implicaciones sociales, económicas y regulatorias, promoviendo una mirada integral.

Durante la fase de desarrollo, los estudiantes trabajaron en grupos rotativos de cinco a seis integrantes, analizando problemas reales como el desperdicio alimentario en hogares y comedores universitarios. Las consignas se formularon siguiendo el principio de problematización de la realidad, asegurando que el aprendizaje trascendiera lo conceptual para conectar con prácticas cotidianas.

En la fase de cierre, los productos finales afiches, minipósters y presentaciones orales fueron evaluados mediante rúbricas analíticas co-diseñadas con los estudiantes, lo que fortaleció la transparencia y el sentido de corresponsabilidad. La coevaluación entre pares, guiada por criterios claros, permitió retroalimentación constructiva y autorreflexión.

Ante dificultades logísticas (falta de conectividad, ausentismo puntual), se realizaron ajustes metodológicos flexibles, como la reducción temporal de debates y la implementación de sesiones híbridas sincrónicas. Estas adaptaciones demostraron la viabilidad del modelo incluso bajo condiciones cambiantes, siempre priorizando la inclusión y continuidad del aprendizaje. Los recursos empleados fueron de bajo costo y ampliamente accesibles: humanos (docente y estudiantes), materiales (guías impresas, pizarra), tecnológicos (proyector, videos educativos) y financieros mínimos destinados a impresión de materiales. Esta economía de medios refuerza la replicabilidad del modelo en contextos con recursos limitados.

Una de las principales dificultades fue la heterogeneidad en la participación inicial, con algunos estudiantes mostrando reticencia a intervenir oralmente. Esta situación fue

abordada mediante acompañamiento individualizado, uso estratégico del humor respetuoso y la asignación rotativa de roles que garantizaran la participación obligatoria de todos. Esta intervención intencional permitió superar barreras afectivas y cognitivas, promoviendo un ambiente de confianza progresivamente más inclusivo.

En conjunto, esta experiencia evidencia que la innovación pedagógica efectiva no depende de recursos sofisticados, sino de un diseño intencional, fundamentado teóricamente y sensible al contexto estudiantil. La combinación de estructura clara, flexibilidad adaptativa y empatía profesional posibilitó un aprendizaje significativo, sostenido en relaciones pedagógicas horizontalizadas y en la activación de saberes desde la vida cotidiana.

3.3.2. Participación activa de los actores

La participación activa y responsable de docentes y estudiantes constituyó un eje fundamental para el éxito pedagógico de la experiencia innovadora. Lejos de limitarse a una mera distribución de tareas, esta participación se estructuró como un sistema intencional de roles, responsabilidades y mecanismos de interacción que promovieron la corresponsabilidad en el aprendizaje, en coherencia con el modelo del docente-investigador descrito por Elliott (1989), quien sostiene que la mejora educativa emerge del análisis sistemático de la propia práctica.

Rol docente: diseño, mediación y evaluación reflexiva

La docente asumió una función multifacética: diseñadora curricular, mediadora cognitiva y evaluadora formativa, actuando como facilitadora del proceso sin monopolizar el conocimiento. Esta postura se alinea con el concepto de docente reflexivo (Schön, 1983), cuya acción profesional se caracteriza por la capacidad de pensar en la acción y ajustar estrategias en tiempo real. Por ejemplo, ante la observación de cierta pasividad inicial en algunos grupos, se introdujo una rúbrica de participación rotativa que garantizara la intervención equilibrada de todos los miembros. Esta intervención no fue impuesta desde arriba, sino negociada colectivamente, lo que reforzó la legitimidad del rol docente como guía ética y metodológica. Además, la docente mantuvo un registro semanal de decisiones pedagógicas en su bitácora reflexiva, documento que sirvió como insumo para la autoevaluación y la sistematización. En uno de sus registros, señaló:

“Detecté que dos estudiantes con mayor dominio verbal absorbían la discusión. Decidí intervenir asignando formalmente el rol de ‘moderador’ por sesión, rotándolo cada semana. Esto redistribuyó el espacio discursivo y fortaleció la inclusión.”

Este tipo de decisiones intencionadas evidencia una práctica docente consciente, crítica y ajustada al contexto estudiantil.

Participación estudiantil: responsabilidad compartida y autonomía progresiva

Los estudiantes no fueron meros receptores del conocimiento, sino agentes activos en la construcción colectiva del aprendizaje. Para asegurar una participación equitativa, se implementó un sistema de roles rotativos dentro de los grupos cooperativos: moderador (facilita la discusión), relator (registra acuerdos y desacuerdos) y portavoz (comunica resultados al grupo total). Cada rol tenía funciones específicas y duraba una semana, garantizando que todos asumieran responsabilidades diversas a lo largo del semestre.

La conformación de los grupos (de cinco a seis integrantes) se realizó mediante criterios mixtos: heterogeneidad académica (mezcla de niveles de rendimiento previo) y afinidad temática (interés común en temas como desperdicio alimentario o etiquetado nutricional). Este diseño buscaba equilibrar competencias y motivaciones, favoreciendo dinámicas más productivas.

Durante el desarrollo, surgieron tensiones grupales, principalmente relacionadas con la distribución desigual de tareas o diferencias en el nivel de compromiso. Estos conflictos se gestionaron mediante talleres breves de resolución de problemas, guiados por la docente, donde los estudiantes aplicaban herramientas de comunicación no violenta y consenso. Un caso emblemático ocurrió en el Grupo 4, donde tres miembros consideraban que otros dos no contribuían. Tras una sesión de mediación, acordaron un contrato grupal con compromisos claros, lo cual permitió recuperar la cohesión. Este episodio ilustra cómo los desacuerdos, lejos de ser obstáculos, pueden convertirse en oportunidades de aprendizaje social y emocional.

Mecanismos de diálogo horizontal y co-construcción del conocimiento

El principio de diálogo horizontal no fue un ideal abstracto, sino una práctica operacionalizada mediante mecanismos concretos:

- Reuniones semanales de retroalimentación grupal, donde se discutían avances, dificultades y propuestas de mejora.

- Foros asincrónicos en la plataforma institucional, en los que se debatían preguntas provocadoras (*¿Es ético el uso de edulcorantes artificiales en alimentos infantiles?*).
- Toma de decisiones por consenso en actividades clave, como la selección del tema final del afiche o la redacción de conclusiones grupales.

Un extracto del foro digital ilustra este intercambio paritario:

Estudiante A: “Creo que deberíamos enfocarnos en el desperdicio en hogares, porque es algo que todos vivimos.”

Estudiante B: “Sí, pero también hay mucho desperdicio en comedores universitarios. Podríamos comparar ambos contextos.”

Estudiante C: “Propongo encuestar a compañeros sobre sus hábitos y usar esos datos. Así tendríamos evidencia local.”

Este fragmento muestra cómo los estudiantes asumieron la iniciativa, negociaron ideas y construyeron soluciones colaborativas, sin dependencia constante del docente.

Hacia una comunidad de práctica

La experiencia logró consolidar lo que Stenhouse (1987) denominó una comunidad de práctica, entendida como un entorno donde el conocimiento se genera, comparte y valida colectivamente. Los estudiantes no solo aprendieron contenidos, sino que internalizaron normas de trabajo conjunto, escucha activa y responsabilidad compartida. Al final del semestre, varios grupos expresaron interés en continuar trabajando en proyectos socioambientales fuera del aula, lo que evidencia la apropiación autónoma del aprendizaje.

De ahí que, la participación activa no fue un resultado espontáneo, sino el producto de un diseño pedagógico intencional, fundamentado en teorías del aprendizaje colaborativo (Johnson & Johnson, 2021) y la epistemología del conocimiento situado (Lave & Wenger, 1991). La combinación de estructura clara, roles definidos, mecanismos de regulación y espacios de autonomía permitió transformar el aula en un laboratorio de ciudadanía, donde el aprendizaje trascendió lo cognitivo para integrar dimensiones éticas, sociales y emocionales.

3.3.3. Evidencias de la experiencia en marcha: sistematización, análisis y fundamentación

La generación y sistematización de evidencias durante la implementación de la experiencia pedagógica no fue un proceso meramente descriptivo, sino un componente central de la investigación-acción que permitió validar los cambios en los aprendizajes, las actitudes y las prácticas de los estudiantes. Las evidencias recogidas afiches argumentativos, bitácoras reflexivas, rúbricas de coevaluación, fotografías y videos fueron organizadas, codificadas y analizadas bajo un marco de triangulación metodológica, con el fin de garantizar la validez interna y la fiabilidad de los hallazgos (Creswell & Poth, 2018; Denzin, 1979).

Sistematización y gestión de las evidencias

Para garantizar el rigor en la gestión de datos, se estableció un repositorio digital estructurado en la plataforma institucional *Repositorio Educativo del Programa de Desarrollo Pedagógico*, donde se archivaron todas las evidencias bajo un protocolo de codificación estandarizada.

Cada archivo fue etiquetado con un código único que vinculaba el tipo de evidencia, el grupo de estudiantes, la fecha de generación y el objetivo pedagógico asociado. Esta organización permitió un acceso controlado, la trazabilidad de los datos y el cumplimiento de estándares de preservación digital para investigación educativa (UNESCO, 2021).

La selección de las 45 bitácoras no fue aleatoria, sino intencional: corresponden al 100% de las producciones de los estudiantes que completaron la experiencia con participación activa y consentimiento informado (n = 45 de 48 participantes totales). Los tres estudiantes restantes no entregaron bitácoras por ausencias prolongadas o renuncia voluntaria al proceso de evaluación formativa, lo cual fue documentado en el registro de asistencia y consentimiento. Este criterio de inclusión aseguró que las evidencias reflejaran la experiencia completa del grupo cohorte, evitando sesgos de selección (3.4.

Análisis crítico y fundamento teórico

Las evidencias no solo documentan la actividad, sino que revelan transformaciones profundas en la forma en que los estudiantes conciben su rol en la sostenibilidad. Las bitácoras, por ejemplo, evidenciaron un desplazamiento desde una comprensión externa-

lizada de la sostenibilidad como un tema abstracto, político o lejano hacia una internalizada y cotidiana, en la que las decisiones de consumo, el uso del agua o la gestión de residuos son interpretadas como actos éticos y políticos. Este cambio, corroborado por el testimonio de una estudiante *“Antes veía el tema ambiental como algo lejano. Ahora entiendo que mis decisiones de consumo también son una forma de cuidar el planeta”* concuerda con los postulados de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) de la UNESCO (2015), que enfatiza la necesidad de transformar las percepciones individuales para generar cambios sistémicos.

Los afiches argumentativos, por su parte, demostraron una evolución en la calidad del razonamiento: al inicio, los argumentos se basaban en emociones o datos aislados; al final, los estudiantes integraban evidencia científica, consideraban múltiples perspectivas y proponían acciones concretas, lo que refleja el desarrollo de la competencia argumentativa crítica (Toulmin, 1958; Wegerif, 2011). Las rúbricas de coevaluación indicaron un aumento significativo en la capacidad de dar y recibir retroalimentación constructiva, con un promedio de 4.2/5 en la dimensión “relevancia de la retroalimentación”, lo cual respalda la efectividad de la evaluación entre pares como estrategia para fomentar la autonomía (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Las fotografías y el video no fueron meros registros visuales, sino herramientas de análisis contextual. Las imágenes de los estudiantes en talleres colaborativos, por ejemplo, mostraron patrones recurrentes de participación equilibrada, gestos de escucha activa y uso de materiales reciclados en la creación de productos, lo que evidencia la materialización de los principios de la pedagogía crítica y del aprendizaje situado (Gutiérrez, 2008). La presencia de estos elementos en el entorno físico del aula materiales, espacios, artefactos refuerza la idea de que el aprendizaje es un proceso encarnado y distribuido, no solo cognitivo.

Consideraciones éticas

Todas las fotografías, grabaciones de audio/video y testimonios fueron obtenidas previo consentimiento informado firmado por los participantes (o sus representantes legales, en caso de menores), con claridad sobre su uso exclusivamente académico y anónimo. Los nombres y rostros identificables fueron enmascarados en los productos finales divulgados, respetando el derecho a la privacidad y la dignidad de los sujetos (Asociación Médica Mundial, 2013; Suárez et al., 2021).

Tabla 3.4: Evidencias: tipo, finalidad y análisis

Tipo de evidencia	Cantidad	Finalidad pedagógica	Método de análisis	Fundamento teórico
Bitácoras reflexivas	45	Promover la metacognición y la autoevaluación crítica del aprendizaje significativo	Análisis temático con codificación abierta y axial (Strauss & Corbin, 1996); identificación de categorías emergentes (conciencia ecológica, responsabilidad personal, cambio de escala de acción)	Vygotsky (1978): aprendizaje como proceso social y reflexivo; Schön (1983): aprendizaje desde la reflexión en la acción
Afiches argumentativos	28	Desarrollar competencias comunicativas y razonamiento crítico sobre sostenibilidad	Análisis de contenido con matriz de criterios de claridad, coherencia, uso de evidencia y propuesta de acción	Freire (1970): educación como práctica de la libertad; Toulmin (1958): estructura del argumento
Rúbricas de coevaluación	20	Fomentar la responsabilidad colectiva y la evaluación formativa entre pares	Análisis cuantitativo-descriptivo (promedios, desviaciones) y cualitativo (comentarios escritos)	Nicol y Macfarlane-Dick (2006): evaluación formativa como motor de autorregulación del aprendizaje
Fotografías	30	Documentar dinámicas de interacción, participación y entorno de aprendizaje	Análisis visual semiótico (Barthes, 1980) y triangulación con bitácoras y observaciones	Gutiérrez (2008): aprendizaje situado en contextos culturales y materiales
Video institucional	1	Capturar la experiencia en acción y comunicar el impacto pedagógico	Análisis de discurso y microinteracciones ((Lemke, 1995)	Vygotsky (1978): el aprendizaje se manifiesta en la interacción social

Fuente: elaboración propia.

Las evidencias aquí sistematizadas no son meros productos de una actividad, sino trazas de transformación pedagógica. Su análisis riguroso permite afirmar que la experiencia no solo generó conocimiento, sino que reconfiguró las relaciones de los estudiantes con el entorno, con la comunidad y consigo mismos. La combinación de métodos cualitativos y cuantitativos, la triangulación de fuentes y el marco teórico integrado desde la pedagogía crítica hasta la teoría del aprendizaje situado permitieron una interpretación profunda, crítica y válida de los cambios observados.

3.3.4. Resultados alcanzados: análisis multidimensional y validación de impacto

Los resultados obtenidos al finalizar el Módulo 3 reflejan un avance significativo respecto a las metas establecidas en el diseño pedagógico inicial, demostrando efectividad tanto en el logro de aprendizajes como en el impacto institucional y comunitario. Este proceso de evaluación fue estructurado bajo un enfoque formativo e integrador, alineado con los principios del aprendizaje basado en competencias (Tuñón, 2010) y con el marco de evaluación auténtica propuesto por Wiggins (1998), que exige que las mediciones reflejen tareas significativas y contextuales.

Indicadores de desempeño académico y su validación metodológica

La evaluación del rendimiento académico se basó en múltiples instrumentos validados, aplicados de forma secuencial y triangulada:

- La comprensión conceptual sobre sostenibilidad alimentaria (95 % de logro) se midió mediante una prueba objetiva de opción múltiple con escenario situacional (30 ítems), cuya validez de contenido fue revisada por un comité de tres expertos en educación ambiental y cuya confiabilidad se verificó con un coeficiente Alpha de Cronbach de 0.87. Esta prueba fue aplicada al inicio y al final del módulo; el incremento promedio en las puntuaciones fue de 38 puntos porcentuales, superando la meta inicial del 30 %.
- El incremento del 40 % en la participación oral se cuantificó mediante observaciones sistemáticas registradas en rúbricas analíticas, aplicadas durante 8 sesiones presenciales. Cada intervención fue codificada según criterios de pertinencia, uso de

evidencia científica, coherencia argumentativa y vinculación con contenidos previos. El conteo se normalizó por número de estudiantes y tiempo de clase, lo que permitió establecer una línea base (promedio de 2.1 intervenciones por estudiante por sesión) y una línea final (2.9 intervenciones), representando un aumento del 38 %, redondeado a 40 % para fines comunicativos.

- La mejora en actitudes de responsabilidad ecológica (87 %) se evaluó mediante una encuesta Likert de 15 ítems (escala de 1 a 5), validada en estudios previos sobre ciudadanía ambiental (Corral-Verdugo et al., 2011). Los ítems abarcaban dimensiones como consumo responsable, reducción de residuos, conciencia sistémica y disposición a la acción colectiva. El puntaje promedio pasó de 3.2 a 4.3, lo que corresponde a un avance significativo en la internalización de valores ecológicos.

Además, el desarrollo de competencias superiores como el pensamiento crítico y el dominio del lenguaje técnico fue corroborado mediante el análisis de los afiches argumentativos y las bitácoras reflexivas. Por ejemplo, el 78 % de los afiches incluyeron términos técnicos precisos (*como huella hídrica, economía circular o soberanía alimentaria* en contextos adecuados, y el 65 % desarrollaron argumentos completos según el modelo de Toulmin (afirmación, respaldo, garantía, respaldo del respaldo). Estos hallazgos no son anecdóticos, sino producto de un proceso guiado por retroalimentación formativa continua, alineada con los principios de la regulación del aprendizaje (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Impacto institucional: reconocimiento y escalabilidad

A nivel institucional, la experiencia fue reconocida formalmente por la Universidad Estatal de Milagro, Guayas, Ecuador (UNEMI) como “Buena Práctica Pedagógica Innovadora” en el marco del Sistema de Gestión de Calidad Académica 2025. Este reconocimiento derivó en la inclusión del modelo didáctico en la Guía de Innovación Docente del Departamento de Educación Superior y motivó la replicación del enfoque en otros módulos del programa, particularmente en las asignaturas de Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible. Actualmente, cuatro docentes adicionales han iniciado procesos de formación para implementar estrategias similares, lo que indica un impacto sistémico más allá del aula original.

Rogers et al. (2003) indicó, que la claridad, utilidad relativa y observabilidad de los resultados favorecen la adopción por parte de otros agentes educativos. La documentación

accesible, el repositorio digital de evidencias y las jornadas de interaprendizaje organizadas contribuyeron a reducir las barreras de entrada para otros profesores.

Impacto comunitario: transferencia de conocimientos y cambios conductuales

El impacto comunitario fue medido mediante una encuesta final aplicada a los estudiantes ($n = 45$), complementada con testimonios cualitativos y fotografías documentales autorizadas. De acuerdo con esta encuesta:

- El 73 % de los estudiantes reportó haber implementado al menos una práctica de reducción de desperdicio alimentario en sus hogares.
- El 61 % participó activamente en conversaciones familiares sobre consumo responsable, utilizando conceptos aprendidos en clase.
- El 44 % lideró o apoyó iniciativas comunitarias, como huertos escolares, campañas de concientización o talleres en escuelas primarias.

Estos datos van más allá de percepciones subjetivas: constituyen indicadores de transferencia de conocimiento y cambio conductual, elementos clave de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), tal como la define la UNESCO (2015). El tránsito desde la comprensión cognitiva hacia la acción contextualizada refleja la efectividad del aprendizaje servicio (Eyler & Giles, 1999).

Reflexión crítica y contrastación con metas iniciales

En conjunto, todos los resultados superaron o igualaron las metas establecidas en el plan de intervención. La única dimensión que requirió ajustes fue la participación equitativa: aunque hubo un aumento general del 40 %, un análisis diferenciado reveló que cinco estudiantes (11 % del grupo) mantuvieron niveles bajos de participación oral, a pesar de su alto desempeño escrito.

Asimismo, se reconoce que la generalización de los resultados está condicionada por el contexto: tamaño del grupo, perfil motivado del estudiantado y tiempo dedicado a la retroalimentación personalizada. Estos factores pueden limitar la replicabilidad en contextos masificados sin apoyo institucional.

Tabla 3.5: Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas): diagnóstico estructurado del proceso

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none">■ Coherencia entre objetivos, metodologías y evaluación (alineación constructivista).■ Clima de aula basado en la confianza, el respeto y la escucha activa.■ Alta participación estudiantil y sentido de pertenencia colectiva.■ Integración exitosa de saberes locales con conocimientos científicos.	<ul style="list-style-type: none">■ Tiempo curricular insuficiente (solo 32 horas totales), limitando la profundización en temas complejos como justicia alimentaria o cadenas de valor sostenibles.■ Dificultad para atender plenamente la diversidad de estilos de aprendizaje (visual, auditivo, kinestésico) dentro de un formato predominantemente presencial y grupal.■ Ausencia de evaluación externa durante la implementación, más allá de la autoobservación docente.

Fuente: elaboración propia.

3.3.5. Evaluación crítica del proceso: aprendizaje reflexivo, límites y horizontes de mejora

La evaluación crítica del proceso no se limitó a la valoración de resultados, sino que asumió la dimensión reflexiva que Schön (1983) atribuye al profesional en acción: una indagación sistemática sobre las decisiones pedagógicas, sus consecuencias no previstas y las tensiones inherentes a la innovación en contextos complejos. Este ejercicio de metacognición docente permitió identificar no solo los logros alcanzados, sino también las brechas entre la intención pedagógica y la realidad implementacional.

Este diagnóstico FODA no es estático; por el contrario, refleja las tensiones dinámicas entre la agencia docente y las estructuras institucionales, en línea con lo que Carlino (2005) describe como el “trabajo del profesor en la reforma”: una negociación constante entre innovación pedagógica y condicionamientos sistémicos.

Tabla 3.6: Oportunidades y amenazas

Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">■ Reconocimiento institucional por parte de la UNEMI, que abre vías para financiamiento, formación docente y escalabilidad.■ Interés de estudiantes por replicar la experiencia en otros contextos (escuelas, comunidades, redes familiares).■ Posibilidad de integrar la experiencia en el Plan de Mejoramiento Institucional (PMI) del programa académico.■ Disponibilidad de plataformas digitales para complementar el trabajo presencial.	<ul style="list-style-type: none">■ Riesgo de estandarización burocrática al escalar la experiencia, perdiendo su carácter dialógico y contextual.■ Carga laboral docente elevada, sin compensación horaria ni apoyo técnico para el diseño de materiales.■ Posible resistencia de colegas a adoptar metodologías no tradicionales, por inercia curricular o falta de formación.

Fuente: elaboración propia.

Reflexión crítica sobre sesgos y errores de diseño

La autoevaluación reveló sesgos propios del diseño inicial que requieren corrección. En primer lugar, se sobrestimó la neutralidad del espacio aula: aunque se buscó un entorno horizontal, persistieron dinámicas de jerarquía tácita, donde ciertos estudiantes con mayor dominio verbal monopolizaron las discusiones. Esto indica una insuficiente anticipación de estrategias para democratizar la voz (por ejemplo, uso de rondas estructuradas, técnicas de escritura colaborativa o foros anónimos digitales).

En segundo lugar, el enfoque inicial asumió una homogeneidad en los marcos de referencia de los estudiantes respecto a la sostenibilidad. Sin embargo, la diversidad socioeconómica y geográfica del grupo (estudiantes de zonas rurales y urbanas) generó malentendidos conceptuales no previstos. Por ejemplo, el concepto de “consumo responsable” fue interpretado desde lógicas muy distintas: mientras algunos lo vinculaban con el acceso a alimentos, otros con la reducción de plástico. Este hallazgo subraya la necesidad de realizar diagnósticos previos más profundos no solo cognitivos, sino socioculturales antes de diseñar intervenciones sobre temas valorativos.

Finalmente, no se contó con evaluación entre pares durante la implementación, lo que limitó la triangulación de la autoevaluación. Solo en la fase final se recibió retroalimentación de un tutor externo del Programa de Innovación Docente de la UNEMI, quien señaló la “alta coherencia interna del diseño, aunque con riesgo de agotamiento docente si no se institucionaliza el acompañamiento”. Esta observación refuerza la necesidad de construir comunidades de práctica docente, como propone Lave y Wenger (1991), para sostener procesos innovadores en el tiempo.

Lecciones aprendidas y propuestas concretas para la replicabilidad

De este proceso emergen lecciones clave para futuras ediciones y para la replicación en otros contextos:

1. **Flexibilización del tiempo curricular:** Se propone reestructurar el módulo en formato híbrido (60 % presencial, 40 % asincrónico), liberando horas de clase para profundización crítica y tutorías individuales. Las actividades asincrónicas (foros, bitácoras digitales, microproyectos) permitirán atender mejor la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje.
2. **Evaluación externa sistemática:** En futuras implementaciones, se integrará un protocolo de observación entre pares (basado en la rúbrica de evaluación de prácticas innovadoras del RISEI) y se invitará a estudiantes a realizar una coevaluación del diseño pedagógico al final del curso.
3. **Diagnóstico socioepistémico inicial:** Antes de abordar contenidos temáticos, se aplicará una encuesta narrativa breve para mapear las concepciones previas, experiencias y tensiones personales respecto a la sostenibilidad alimentaria. Esto permitirá personalizar las rutas de aprendizaje y evitar imposiciones epistémicas.
4. **Sostenibilidad institucional:** Se presentará una propuesta formal ante la UNEMI para incluir el módulo en el currículo permanente, con asignación de horas dedicadas a la innovación pedagógica y acceso a un equipo de apoyo (diseñador instruccional, tecnólogo educativo).

Decir que la innovación “fue transformadora” sería un enunciado vacío sin precisar en qué, para quiénes y bajo qué condiciones. La verdadera transformación radica en que el aula dejó de ser un espacio de transmisión unidireccional y se convirtió en un laboratorio

de ciudadanía ecológica, donde los estudiantes no solo aprendieron sobre la sostenibilidad, sino que *practicaron* la deliberación ética, la toma de decisiones colectivas y la responsabilidad compartida (Bieler & McKenzie, 2017). Sin embargo, esta transformación fue parcial y contingente: dependió de condiciones muy específicas grupo pequeño, alta motivación inicial, apoyo emocional docente que no son fácilmente generalizables.

Por tanto, el mayor aprendizaje no es que el enfoque “funcionó”, sino que el éxito de la innovación pedagógica depende menos de la originalidad del diseño y más de la capacidad del docente para escuchar, adaptarse y reconocer sus propios límites. En ese sentido, este proceso no concluye; se convierte en punto de partida para una práctica docente más humana, crítica y comprometida con la justicia socioambientales.

3.3.6. Sostenibilidad y escalabilidad

La sostenibilidad del proyecto no puede depender únicamente del compromiso individual de los docentes implicados, sino que debe consolidarse como un proceso institucionalizado, estructurado y con capacidad de adaptación. Aunque la integración de la experiencia al modelo educativo de la UNEMI representa un paso significativo, su permanencia requiere mecanismos operativos claros, recursos asignados y un marco de reconocimiento que trascienda la iniciativa piloto.

Para garantizar la sostenibilidad, se propone un Plan de Acción Institucional con horizonte de tres años, que incluya:

- **Responsables:** Un Comité de Innovación Pedagógica, integrado por representantes de la Dirección Académica, la Unidad de Desarrollo Docente y docentes referentes de cada carrera.
- **Cronograma:**
 - Año 1: Diseño y lanzamiento del repositorio digital de experiencias pedagógicas; capacitación inicial de 20 docentes en metodologías activas y evaluación formativa.
 - Año 2: Implementación piloto en tres nuevas asignaturas de distintas carreras; monitoreo semestral con indicadores de impacto (participación docente, retroalimentación estudiantil, replicación espontánea).
 - Año 3: Evaluación externa de sostenibilidad; integración de la práctica en los lineamientos de la política de mejora continua institucional.

- **Recursos necesarios:** Acceso a plataforma digital de gestión de conocimiento (LMS adaptado), tiempo asignado para trabajo colaborativo docente (2 horas semanales), y reconocimiento académico formal (créditos por innovación docente en la evaluación de desempeño).

La viabilidad de este plan depende de condiciones institucionales clave: la existencia de una política de formación continua docente, la disponibilidad de infraestructura tecnológica y, sobre todo, la cultura institucional hacia la innovación. En contextos donde la carga docente es elevada y no existe reconocimiento formal de la innovación pedagógica como ocurre en muchas universidades de países en desarrollo, la sostenibilidad se ve comprometida.

En cuanto a la escalabilidad, el modelo no es transferible por simple imitación, sino por adaptación contextual. Sus componentes esenciales trabajo colaborativo, reflexión crítica sobre la práctica y evaluación formativa son universalmente válidos, pero su implementación requiere ajustes según el entorno:

- En carreras rurales o con baja conectividad, se puede sustituir el repositorio digital por una red de encuentros presenciales trimestrales y material impreso de buenas prácticas.
- En modalidades virtuales, se puede integrar el acompañamiento docente mediante foros de reflexión en el LMS y sesiones sincrónicas de co-aprendizaje entre pares.
- En programas con alta rotación docente, se deben diseñar módulos de inducción estandarizados que incorporen la experiencia como parte del proceso de incorporación.

La fundamentación teórica de esta propuesta se sustenta en Jara (2018), quien señala que la sostenibilidad educativa emerge cuando se construye capacidad institucional para generar, documentar y replicar conocimiento pedagógico. Esto se complementa con la noción de Schön (1983) sobre la “reflexión en la acción”, que subraya que la innovación solo se consolida cuando se convierte en una práctica reflexiva y compartida, no en un evento aislado. Por ello, el repositorio institucional no debe ser un archivo estático, sino un espacio dinámico de intercambio, donde los docentes no solo depositan productos, sino también análisis críticos sobre los obstáculos encontrados, las adaptaciones realizadas y los aprendizajes emergentes.

Por lo que, la verdadera escalabilidad no se mide por la cantidad de asignaturas que adoptan la práctica, sino por la capacidad del sistema educativo para internalizarla como norma, no como excepción. Esto implica transformar la innovación pedagógica de un acto voluntario en un derecho y una responsabilidad institucional. Solo así, el modelo dejará de ser una experiencia aislada para convertirse en un eje transversal de la calidad educativa en la UNEMI y, con las adaptaciones necesarias, en otras instituciones de educación superior en contextos similares.

3.3.7. Integración con el currículo y la política educativa

La integración de esta experiencia en el currículo de la carrera de Ingeniería en Alimentos no se limita a una coincidencia temática con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4 y 12) o a la adhesión retórica a políticas educativas nacionales e internacionales. Su legitimidad institucional se fundamenta en procesos formales de validación curricular, alineación con el perfil de egreso y su incorporación explícita en los instrumentos de planificación académica.

La propuesta fue formalmente integrada al sílabo de la asignatura Gestión Sostenible en la *Industria Alimentaria* (código: IA-705), en su módulo 3: “Ética, impacto ambiental y responsabilidad social en la producción agroindustrial”. Esta inclusión fue aprobada por el Consejo Académico de la Facultad de Ingeniería en Alimentos el 12 de marzo de 2024 (Acta N.º 03-2024), tras presentar evidencia de su impacto en el desarrollo de competencias específicas del plan de estudios vigente (2022). El mapa de competencias de la carrera anexo técnico oficial ubica esta experiencia como contribución directa a tres competencias de nivel superior:

- CE-4.3: *Aplica principios de sostenibilidad y ética profesional en la toma de decisiones técnicas en la cadena agroalimentaria.*
- CE-4.5: *Diseña estrategias de comunicación y gestión que integren dimensiones ambientales, sociales y económicas en procesos productivos.*
- CE-4.8: *Participa en equipos interdisciplinarios para abordar problemas complejos de la industria alimentaria desde una perspectiva sistémica.*

Estas competencias, a su vez, se articulan con los ejes transversales del currículo institucional ciudadanía, ambiente y ética definidos en el Marco Curricular Nacional para la

Educación Superior en Ciencias Agroalimentarias (Ministerio de Educación, 2021). La experiencia no solo “refuerza” estos ejes, sino que los opera pedagógicamente mediante actividades de análisis de casos reales en la industria local, debates éticos sobre el uso de recursos naturales y la evaluación del ciclo de vida de productos alimentarios, en línea con el enfoque de educación para el desarrollo sostenible (EDS) de la UNESCO (2020).

La pertinencia de la práctica se sustenta teóricamente en el modelo de aprendizaje significativo de Ausubel (1977), que postula que el conocimiento se construye cuando se relaciona con estructuras cognitivas previas y con contextos reales. En este caso, los estudiantes no aprenden “sobre” sostenibilidad como concepto abstracto, sino que la experimentan al analizar la huella hídrica de un proceso de conservación de frutas en su región, o al evaluar las implicaciones sociales de la comercialización de productos con certificación ecológica en mercados locales. Esta estrategia transforma la teoría en práctica situada, lo que aumenta la transferibilidad del aprendizaje y su durabilidad.

Desde la perspectiva de la política educativa, la experiencia responde al principio de pertinencia territorial establecido en el *Plan Nacional de Desarrollo 2020-2025* (Art. 7.3: “Fortalecer la formación de profesionales con capacidad de intervención en contextos locales y regionales”) y al marco de innovación pedagógica del Consejo de Educación Superior (CES, 2023), que reconoce como “buenas prácticas” aquellas que: a) son documentadas sistemáticamente, b) generan evidencia de impacto en el desempeño estudiantil, y c) cuentan con respaldo institucional formal.

En este sentido, la experiencia ha sido seleccionada por la Unidad de Desarrollo Docente de la UNEMI como buena práctica institucional en innovación pedagógica (Resolución N.º 145-2024), lo que implica su inclusión en el repositorio oficial de experiencias pedagógicas y su promoción para replicación en otras carreras. Este reconocimiento no es simbólico: otorga acceso a recursos de formación docente, tiempo de trabajo colaborativo y apoyo técnico para su escalabilidad.

La crítica a la noción de que la experiencia “humaniza el currículo” expresión frecuente pero vacía de operacionalización se sustituye aquí por una descripción concreta: se ha modificado la matriz de evaluación de la asignatura para incluir indicadores de *reflexión ética, capacidad de argumentación crítica y propuesta de alternativas sostenibles*, todos ellos medibles mediante rúbricas validadas por el Departamento de Evaluación Educativa. Esto permite afirmar que la dimensión ética y social no se añade como un complemento, sino que se integra como un componente evaluativo del desempeño profesional.

Por tanto, la integración curricular no es un acto de adhesión a discursos internacionales, sino un proceso riguroso de alineación institucional, validación pedagógica y operacionalización en instrumentos de planificación. Su éxito radica en que ha pasado de ser una estrategia de enseñanza a convertirse en un elemento estructural del currículo, con soporte documental, evaluación cuantitativa y reconocimiento institucional formal. Esta transición es lo que distingue una innovación efímera de una transformación curricular sostenible.

3.3.8. Reflexión ética y social

La práctica pedagógica desarrollada se sustentó en un marco ético institucionalmente reconocido, alineado con el *Protocolo de Integridad Académica y Protección del Participante* de la UNEMI (Resolución N.º 102-2023), que establece principios de confidencialidad, consentimiento informado, trato digno y no discriminación. Este marco no fue solo declarativo: se aplicó sistemáticamente durante el desarrollo del Módulo 3, particularmente en actividades que involucraban narrativas personales sobre acceso a alimentos, condiciones socioeconómicas o experiencias laborales en la industria local.

Uno de los desafíos éticos más significativos surgió durante la actividad "*Huella alimentaria y justicia social*", donde estudiantes debían registrar su consumo semanal y compartirlo con el grupo. Algunos participantes expresaron incomodidad por revelar sus limitaciones económicas como dependencia de alimentos procesados por bajo poder adquisitivo, lo que generó tensiones entre transparencia pedagógica y protección de la dignidad. Ante esta situación, se tomó la decisión de modificar el formato de presentación: en lugar de exposiciones individuales frente al grupo, se optó por análisis colectivos anónimos basados en datos agregados, garantizando así la participación sin exponer vulnerabilidades. Esta adaptación, fundamentada en el principio de *no maleficencia* (de Lacerda Nunes & da Trindade, 2013), reforzó la confianza en el espacio académico y permitió abordar temas sensibles sin reproducir desigualdades simbólicas.

Además, se implementaron estrategias para asegurar la equidad en la evaluación formativa, especialmente en tareas colaborativas. Dado que algunos estudiantes presentaban dificultades en la expresión oral por timidez, trastornos del habla o dominio limitado del idioma, se diversificaron los canales de participación: portafolios escritos, mapas conceptuales digitales, grabaciones de audio individuales y roles específicos dentro del equipo (coordinador, documentalista, sintetizador). Estas adaptaciones, registradas en el plan de

atención diferenciada del curso, fueron validadas por la Unidad de Inclusión Educativa de la institución, asegurando que la heterogeneidad no se convirtiera en brecha de oportunidad.

El enfoque ético también se manifestó en la selección de contenidos. Al analizar cadenas productivas de alimentos, se incluyeron estudios de caso sobre explotación laboral en fincas exportadoras y contaminación hídrica por vertidos industriales, temas que cuestionan directamente la neutralidad técnica de la ingeniería. Estas discusiones, guiadas por el modelo de *alfabetización crítica científica* (Shapiro et al., 2021), permitieron a los estudiantes examinar cómo las decisiones tecnológicas tienen implicaciones morales. Por ejemplo, al evaluar la viabilidad de un nuevo proceso de conservación, se exigía no solo calcular costos y eficiencia, sino también argumentar sobre impactos sociales y ambientales, utilizando criterios de justicia distributiva y sostenibilidad intergeneracional.

Asimismo, se promovió la diversidad como fuente de conocimiento situado, pero sin romantizarla. Se reconoció que, si bien las experiencias rurales, indígenas o migratorias aportan perspectivas valiosas, su inclusión requiere equidad de condiciones. Por ello, se facilitó acceso a dispositivos móviles institucionales para estudiantes sin conectividad estable, y se programaron sesiones sincrónicas en horarios accesibles, evitando imposiciones que reprodujeran exclusión.

En este sentido, la ética no fue un añadido discursivo, sino un criterio operativo que influyó en decisiones concretas: desde la estructura de las actividades hasta los mecanismos de evaluación. Tal como señala Jara (2018), la responsabilidad social universitaria implica formar profesionales capaces de cuestionar el statu quo técnico; aquí, esa formación se logró mediante prácticas que hicieron visible lo invisible: las desigualdades, los privilegios y los dilemas éticos inherentes al ejercicio profesional.

Por consiguiente, esta experiencia de innovación pedagógica no concluye con el cierre del módulo, sino que constituye un punto de partida para la consolidación de una cultura institucional de reflexión crítica y transformación curricular. Los aprendizajes obtenidos en términos de participación estudiantil, desarrollo de competencias éticas y articulación con políticas públicas demuestran que la enseñanza en ciencias agroalimentarias puede trascender la transmisión de conocimientos técnicos para convertirse en un acto político y ético de formación ciudadana.

Sin embargo, su valor no radica solo en los resultados alcanzados, sino en el rigor con el que se han enfrentado sus tensiones: entre inclusión y estándares evaluativos, entre innovación individual y sostenibilidad institucional, entre teoría crítica y limitaciones

materiales. Reconocer estas contradicciones es esencial para evitar una lectura idealizada de la práctica docente.

Como próximos pasos, se ha presentado una propuesta de investigación-acción colaborativa al Departamento de Desarrollo Docente de la UNEMI, con el objetivo de sistematizar y escalar la experiencia en otras asignaturas del área de sostenibilidad. El proyecto incluye la formación de un grupo de pares críticos, la evaluación longitudinal del impacto en el perfil de egreso y la adaptación del modelo a contextos rurales y modalidades híbridas. Además, se compromete la divulgación académica de los hallazgos mediante:

- Presentación en el Congreso Nacional de Innovación Educativa en Ciencias Agropecuarias (noviembre 2025).
- Envío de un artículo a la *Revista Iberoamericana de Educación Superior* (en revisión interna).
- Inclusión de la experiencia en el repositorio nacional de buenas prácticas educativas (SINPE).

Agradezco formalmente a los estudiantes por su disposición crítica y comprometida, sin cuya participación activa esta experiencia no habría sido posible. También al equipo de la Unidad de Desarrollo Docente y al Consejo Académico de Ingeniería en Alimentos por su apoyo institucional. Finalmente, a mis colegas que, a través del acompañamiento académico, enriquecieron esta propuesta con miradas diversas y rigurosas.

3.4. Reflexión, conclusión y recomendaciones

3.4.1. Reflexión crítica sobre la experiencia

Lecciones aprendidas

La experiencia docente desarrollada durante el segundo semestre de 2023 en la asignatura *Desarrollo Sostenible* del programa de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) permitió reconocer, de manera profunda y sostenida, que la motivación intrínseca y la confianza afectiva constituyen los pilares fundamentales del aprendizaje significativo en la educación superior. Este proceso, implementado con un

grupo de aproximadamente cincuenta estudiantes de nivel socioeconómico medio, evidenció que estrategias centradas en la empatía pedagógica no son complementarias, sino esenciales para desbloquear el potencial cognitivo y ético de los futuros profesionales.

Integrar la cotidianidad del estudiante especialmente sus hábitos alimentarios y decisiones de consumo a la dinámica de aula transformó radicalmente la participación. Se observó una reducción significativa de la timidez y del miedo al error, generando un ambiente de respeto, apertura y escucha activa. Esta transformación se alinea con la teoría de la autodeterminación (Ryan & Deci, 2000), ya que al satisfacer las necesidades psicológicas básicas de pertenencia, competencia y autonomía, los estudiantes asumieron un rol protagónico en su formación. La incorporación de ejemplos reales vinculados al desarrollo sostenible, como el análisis del desperdicio alimentario en los hogares o el impacto del etiquetado nutricional, permitió a los estudiantes establecer conexiones tangibles entre la teoría disciplinar y los problemas socioambientales contemporáneos, fortaleciendo así la relevancia del conocimiento.

Se constató que los espacios de diálogo espontáneo y estructurado, como debates guiados y análisis de casos, son herramientas poderosas para despertar el pensamiento crítico y promover la reflexión profunda sobre la responsabilidad social del ingeniero en alimentos. Un testimonio ilustrativo refleja este cambio: “Antes veía el tema ambiental como algo lejano. Ahora entiendo que mis decisiones de consumo también son una forma de cuidar el planeta”. Este tipo de transformación actitudinal confirma que el aprendizaje trascendió lo declarativo para convertirse en una conciencia práctica y comprometida (UNESCO, 2015).

Asimismo, la experiencia reveló que una enseñanza verdaderamente centrada en la empatía requiere no solo sensibilidad hacia las diferencias individuales, sino también flexibilidad metodológica, planificación cooperativa y una disposición constante para el acompañamiento emocional (Freire, 1970). El uso estratégico del humor respetuoso, como en el caso de una dinámica que alivió la tensión de una estudiante reticente, demostró ser un catalizador efectivo para romper barreras afectivas y normalizar el error como parte inherente del proceso de construcción del conocimiento (Vygotsky, 1978).

Entre los logros más relevantes destacan: el fortalecimiento del sentido de pertenencia con la carrera, una mejora notable en el clima socioafectivo del aula, y la transformación del aprendizaje en un proceso colectivo y colaborativo. Los datos objetivos respaldan estos avances: la participación espontánea aumentó del 38 % al 76 %, y el rendimiento

académico promedio subió de 6.8 a 8.4/10, con una menor dispersión, lo que indica un aprendizaje más equitativo y profundo.

Ajustes futuros

Aunque la experiencia fue altamente satisfactoria, se identificaron áreas clave para mejorar su profundidad y sostenibilidad. En primer lugar, la planificación semestral debe integrar mecanismos más rigurosos y continuos de seguimiento al progreso individual del estudiante. Para ello, se propone reforzar la evaluación formativa mediante portafolios reflexivos digitales, que permitan documentar el crecimiento metacognitivo a lo largo del tiempo y faciliten retroalimentaciones personalizadas.

En segundo lugar, es fundamental ampliar el uso de recursos tecnológicos colaborativos. Más allá de las presentaciones visuales, se recomienda incorporar foros asincrónicos, simuladores ambientales interactivos y plataformas para la coevaluación, fomentando así la autonomía del aprendizaje y extendiendo la reflexión más allá del horario de clase. Como se demostró en la sistematización, herramientas como Google Forms y Canva fueron útiles, pero existe un potencial mayor por explotar en ambientes virtuales de aprendizaje.

Una lección crítica es la necesidad de institucionalizar las estrategias motivacionales para que no dependan exclusivamente del enfoque o carisma del docente individual. Por ello, se propone diseñar un módulo formal de tutorías entre pares, donde estudiantes avanzados guíen a sus compañeros, estimulando la cooperación horizontal y consolidando una comunidad de práctica (Stenhouse, 1987). Paralelamente, se sugiere crear un registro digital compartido de buenas prácticas sostenibles, donde los estudiantes puedan documentar y difundir acciones implementadas en sus hogares o comunidades, conectando directamente la formación académica con el impacto social real.

Por lo que, para garantizar la escalabilidad y continuidad, es esencial que estas estrategias sean adoptadas por el equipo docente y apoyadas institucionalmente mediante programas de formación continua y espacios para la reflexión pedagógica compartida, tal como lo plantea Schön (1983). De esta manera, la innovación deja de ser una experiencia aislada para convertirse en un modelo replicable de docencia transformadora.

3.4.2. Recomendaciones para replicar o adaptar la experiencia

Sugerencias prácticas

La experiencia descrita en el curso de *Desarrollo Sostenible* ofrece un modelo pedagógico transferible a diversos contextos universitarios, especialmente aquellos que buscan integrar dimensiones afectivas, éticas y sociales en la formación técnica. Para facilitar su replicación, se proponen las siguientes recomendaciones estructuradas y fundamentadas:

1. Iniciar con un diagnóstico participativo: Antes del inicio del semestre, aplicar una encuesta o dinámica grupal que permita identificar los intereses, expectativas, hábitos cotidianos (por ejemplo, consumo alimentario) y niveles de motivación del estudiantado. Este diagnóstico, alineado con la investigación-acción docente (Elliott, 1989), permite ajustar la planificación a la realidad sociocultural del grupo, aumentando la pertinencia y el compromiso desde el inicio.
2. Diseñar actividades experienciales y situadas: Incorporar regularmente metodologías activas que vinculen la teoría con problemas reales. Ejemplos específicos incluyen:
 - Debates guiados sobre dilemas contemporáneos (ej. etiquetado nutricional vs. acceso económico).
 - Análisis de casos basados en experiencias personales o comunitarias.
 - Microproyectos de sostenibilidad, como el diseño de campañas de reducción de residuos en el hogar o propuestas de menús sostenibles para comedores universitarios.
3. Integrar estrategias motivacionales transversales: El componente emocional debe ser intencional y constante. Se recomienda:
 - Iniciar cada sesión con una dinámica breve de confianza (ej. una palabra sobre cómo llego hoy") o una pregunta provocadora relacionada con la vida cotidiana.
 - Utilizar el humor respetuoso y la narrativa personal (del docente y estudiantes) para humanizar el espacio académico y normalizar el error.

- Establecer reglas de convivencia co-construidas que promuevan la escucha activa, el respeto a las diferencias y la validación de las dudas como oportunidades de aprendizaje.
4. Fomentar la autonomía mediante roles rotativos: Asignar responsabilidades compartidas dentro de los grupos de trabajo (moderador, relator, portavoz). Esta práctica, sustentada en el aprendizaje cooperativo (Johnson & Johnson, 2021), distribuye el liderazgo, reduce las asimetrías de poder y desarrolla competencias transversales como la comunicación y la autorregulación.
 5. Implementar evaluación formativa y coevaluación: Utilizar rúbricas transparentes para evaluar procesos y productos, e incorporar momentos de retroalimentación entre pares. Esto fortalece la agencia estudiantil, coherente con la teoría de la autodeterminación (Ryan & Deci, 2000), y transforma la evaluación en una herramienta de aprendizaje, no solo de calificación.

Caso ilustrativo de aplicación: En la asignatura *Desarrollo Sostenible* de Ingeniería en Alimentos (UNEMI), se implementó un microproyecto sobre “Reducción del desperdicio alimentario en el hogar”. Los estudiantes registraron sus hábitos de compra y consumo durante una semana, analizaron las causas del desperdicio y diseñaron estrategias de mejora. Como resultado, el 90 % del grupo reportó cambios conductuales medibles, como la planificación de menús y el aprovechamiento integral de alimentos. Además, se observó una reducción promedio estimada del 30 % en residuos orgánicos en sus hogares, evidenciando la transferencia del conocimiento a la acción social real.

Variables contextuales y adaptabilidad

La flexibilidad metodológica es clave para la adaptación exitosa de esta experiencia, ya que permite ajustar las estrategias pedagógicas a diversas realidades contextuales sin perder de vista los principios fundamentales del aprendizaje significativo. En contextos rurales o con recursos limitados, se recomienda priorizar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) centrado en desafíos locales como el manejo de residuos agrícolas, utilizar materiales reciclados o naturales y vincular los proyectos con actores comunitarios como cooperativas o centros de salud, preservando así la pedagogía de la confianza, el diálogo horizontal y la conexión con la cotidianidad.

En entornos urbanos con alta infraestructura tecnológica, puede potenciarse el uso de laboratorios de innovación educativa o espacios *maker* para prototipar soluciones sostenibles, integrar plataformas digitales para foros asincrónicos o simuladores ambientales, y fomentar la creación de contenidos multimedia, manteniendo el foco en la participación activa, la evaluación formativa y la vinculación entre teoría y práctica.

Para grupos grandes (>60 estudiantes), se sugiere implementar sesiones híbridas, promover estrategias de enseñanza entre pares (peer teaching) y utilizar herramientas digitales de participación masiva como Mentimeter o Jamboard, asegurando un diagnóstico inicial claro, dinámicas de baja exigencia y un clima de seguridad psicológica. En modalidades virtuales o híbridas, es fundamental diseñar actividades sincrónicas breves con cámaras encendidas para fortalecer la conexión humana, usar foros reflexivos y bitácoras digitales, y organizar microproyectos individuales o colaborativos con seguimiento virtual, resguardando siempre la comunicación horizontal, el acompañamiento individualizado, la retroalimentación oportuna y la normalización del error como elementos esenciales del proceso.

El núcleo fundamental y no negociable de esta experiencia es la pedagogía de la confianza, que se manifiesta en la construcción de un clima emocionalmente seguro, la comunicación horizontal entre docente y estudiantes, y el aprendizaje cooperativo como forma de conocimiento colectivo. Este fundamento, respaldado por teorías como la socio-cultural de Vygotsky (1978) y la del profesor reflexivo de Schön (1983), garantiza que, independientemente de las condiciones externas, el aula se transforme en un espacio de construcción significativa, crítica y transformadora del conocimiento.

3.4.3. Conclusión: impacto y proyecciones

Impacto observado

La experiencia generó un impacto transformador en tres dimensiones interconectadas: académica, personal e institucional. El cual se sustenta tanto en evidencias cuantitativas como cualitativas, producto de una recolección sistemática de datos al final del semestre 2023-B.

Desde la dimensión académica, se registró un avance significativo en el rendimiento estudiantil y en la participación activa. El promedio de calificaciones aumentó de 6,8 a 8,4/10, mientras que la participación espontánea en clase pasó del 38 % al 76 %. Estos indicadores reflejan no solo un mayor dominio de los contenidos, sino también una

internalización del aprendizaje, coherente con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1977). Los estudiantes demostraron competencias en pensamiento crítico, argumentación con evidencia y aplicación de conocimientos a problemas reales, como el análisis del desperdicio alimentario o la evaluación de etiquetados nutricionales.

En el ámbito personal, la experiencia catalizó un cambio profundo en las actitudes y emociones hacia el proceso formativo. La creación de un clima de seguridad psicológica, basado en la empatía y la normalización del error (Freire, 1970), permitió a muchos estudiantes superar el miedo a equivocarse y asumir riesgos intelectuales. Testimonios recogidos en bitácoras reflexivas revelan una conciencia ampliada sobre su responsabilidad social y ambiental, tal como lo expresó un estudiante: “Antes veía el tema ambiental como algo lejano. Ahora entiendo que mis decisiones de consumo también son una forma de cuidar el planeta”. Este desarrollo afectivo es fundamental para formar profesionales éticos y comprometidos, en línea con los principios de la educación para el desarrollo sostenible (UNESCO, 2015).

A nivel institucional, la experiencia fortaleció la identidad de la UNEMI como institución promotora de una educación integral, humanista y orientada al bien común. La metodología fue reconocida como buena práctica docente por la facultad, incentivando a otros docentes a adoptar estrategias similares. Además, el proyecto contribuyó directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4: Educación de Calidad; ODS 12: Producción y Consumo Responsables), posicionando a la universidad como agente de cambio social (Jara, 2018).

Los resultados cuantitativos provienen de encuestas anónimas aplicadas al cierre del semestre 2023-B a una muestra de 45 estudiantes (90 % de la cohorte total), utilizando una escala Likert de 5 puntos. Dichas encuestas evidenciaron que más del 85 % de los participantes percibieron mejoras significativas en su motivación intrínseca y compromiso con la asignatura, mientras que el 90 % valoró positivamente la metodología dialógica, participativa y centrada en la confianza.

Propuestas de continuidad

Para consolidar y expandir estos logros, se proponen acciones concretas, viables y alineadas con el modelo educativo institucional:

- Q1-Q2 2025: Crear una Red Institucional de Docentes por la Sostenibilidad, coordinada por el Departamento Académico, que sirva como espacio permanente de

intercambio de buenas prácticas, recursos pedagógicos y acompañamiento entre pares.

- Q3 2025: Diseñar y publicar al menos dos artículos académicos en revistas especializadas, documentando la experiencia y sus resultados, con el fin de contribuir al conocimiento pedagógico en educación superior.
- 2026: Implementar un Laboratorio Pedagógico de Sostenibilidad, articulando la docencia con la investigación aplicada. Este laboratorio permitirá a los estudiantes diseñar, ejecutar y evaluar proyectos comunitarios reales —como campañas de reducción de residuos o huertos urbanos—, fortaleciendo así el vínculo entre la universidad y su entorno.

Estas propuestas buscan institucionalizar la innovación, transformándola de una práctica aislada en un modelo replicable y sostenible, en coherencia con los principios del profesor reflexivo (Schön, 1983) y la mejora continua.

Líneas de investigación futura

Como extensión natural de esta experiencia, se identifican líneas de investigación estratégicas que profundicen en los fundamentos pedagógicos y su impacto a largo plazo:

1. Evaluación de la relación entre la motivación intrínseca y el desarrollo de competencias sostenibles, utilizando el marco de la teoría de la autodeterminación (Ryan & Deci, 2000) para analizar cómo la satisfacción de las necesidades psicológicas básicas influye en el compromiso con prácticas responsables.
2. Análisis del papel de la confianza en la relación docente-estudiante como factor de retención universitaria, especialmente en carreras técnicas con altos índices de deserción, explorando cómo el acompañamiento emocional incide en la persistencia académica (Tinto, 1993).
3. Exploración del potencial de la inteligencia emocional en la formación de ingenieros con enfoque sostenible, investigando cómo habilidades como la empatía, la autorregulación y la toma de decisiones éticas pueden integrarse explícitamente en los planes de estudio.

Estas líneas no solo ampliarán el conocimiento sobre la enseñanza efectiva del desarrollo sostenible, sino que también reforzarán la vocación investigadora de la institución, consolidando una cultura de innovación educativa fundamentada, crítica y transformadora.

3.4.4. Uso de apoyo tecnológico e inteligencia artificial

El proceso de sistematización y redacción de esta experiencia educativa se apoyó estratégicamente en un conjunto de herramientas digitales que optimizaron la gestión del conocimiento, sin perder de vista los principios éticos y pedagógicos que sustentan la práctica docente reflexiva. La integración de tecnología no fue un fin en sí mismo, sino un medio intencional para fortalecer la calidad, coherencia y difusión del trabajo académico.

En la fase de recolección de evidencias, Google Forms permitió diseñar y aplicar encuestas anónimas al final del semestre 2023-B, facilitando la obtención de datos cuantitativos sobre la percepción estudiantil respecto a la motivación, participación y clima de aula. Esta herramienta garantizó una recopilación eficiente y segura de información, que posteriormente fue analizada para fundamentar los hallazgos. Para la elaboración de materiales visuales destinados a presentaciones institucionales, se utilizaron Canva y PowerPoint, aprovechando sus funcionalidades para crear infografías, afiches argumentativos y minipósters que comunicaran de forma clara y atractiva los resultados del aprendizaje.

Además, el uso de Google Drive como plataforma colaborativa posibilitó el almacenamiento en la nube, el acceso simultáneo y la edición conjunta de documentos, lo cual fue fundamental para la coordinación entre actores y la trazabilidad del proceso. Un aspecto innovador de esta sistematización fue la incorporación ética y crítica de la inteligencia artificial (IA), particularmente mediante el uso de ChatGPT como asistente cognitivo. Esta herramienta se empleó en tareas específicas y controladas: generación de borradores iniciales, reestructuración de párrafos para mejorar la cohesión textual, sugerencia de conectores lógicos y apoyo en la localización de referencias bibliográficas relevantes.

De manera complementaria, se utilizaron otras herramientas de apoyo académico como Grammarly para revisar la gramática y estilo del texto, y Zotero para la gestión sistemática de la bibliografía, asegurando citas precisas según normas APA. Sin embargo, el rol de la IA se mantuvo siempre subordinado al juicio profesional y ético del docente-investigador. Cada contenido generado por algoritmos fue rigurosamente verificado, re-

elaborado y contextualizado desde la experiencia vivida en el aula, evitando la reproducción acrítica de información.

Este enfoque se alinea con las reflexiones de Moran (2011) sobre el discurso académico, al reconocer que la claridad expositiva debe emerger de un proceso auténtico de construcción del conocimiento, no de automatismos. La supervisión humana fue indispensable para garantizar la fidelidad a los datos, la profundidad analítica y la coherencia con el marco teórico.

Esta experiencia revela que el uso de tecnologías emergentes transforma el rol del docente hacia una figura más compleja: ya no solo como transmisor de contenidos, sino como curador crítico, diseñador de procesos y mediador epistemológico en entornos híbridos. La planificación docente en la era digital requiere nuevas competencias, como la capacidad de evaluar la validez de fuentes automatizadas, integrar herramientas digitales con fines pedagógicos claros, y enseñar a los estudiantes a usar la IA con responsabilidad y pensamiento crítico.

De ahí que, la tecnología, cuando está bien gestionada y alineada con una pedagogía humanista, potencia significativamente la calidad educativa. Permite optimizar tiempos, mejorar la comunicación del conocimiento y ampliar las oportunidades de innovación. No obstante, su valor reside en ser un complemento, nunca un sustituto, del acompañamiento humano, la empatía pedagógica y la relación dialógica entre docente y estudiante. Tal como lo demuestra esta práctica, la verdadera innovación no radica en la herramienta utilizada, sino en cómo se articula con los principios de la educación transformadora: confianza, ética, reflexión y compromiso social.

3.5. Conclusiones

La sistematización de la experiencia educativa innovadora en la asignatura Desarrollo Sostenible del programa de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) permite concluir que una pedagogía centrada en la confianza, la empatía y la conexión con la vida cotidiana es un catalizador fundamental para el aprendizaje significativo en la educación superior. Esta práctica no se limita a mejorar indicadores académicos, sino que transforma profundamente la naturaleza del proceso formativo, convirtiendo el aula en un espacio seguro, colaborativo y éticamente comprometido.

En primer lugar, se concluye que la motivación intrínseca y la seguridad psicológica son condiciones previas indispensables para cualquier aprendizaje profundo, especial-

mente en temas complejos como la sostenibilidad. La evidencia empírica un aumento del 40 % en la participación oral, un incremento del rendimiento promedio de 6,8 a 8,4/10, y una mejora del 87 % en actitudes de responsabilidad ecológica demuestra que estrategias aparentemente "afectivas", como el uso del humor respetuoso, la validación del error y las dinámicas de confianza, tienen un impacto directo, medible y sustancial en los resultados cognitivos. Este hallazgo reafirma que la dimensión emocional no es un complemento accesorio, sino un pilar estructural del aprendizaje, alineado con la teoría de la autodeterminación.

En segundo lugar, esta experiencia confirma que el rol del docente ha evolucionado hacia una figura de diseñador curricular, mediador cognitivo y evaluador reflexivo, lejos del modelo tradicional de transmisor de conocimientos. El éxito del proceso dependió menos de recursos tecnológicos sofisticados y más de decisiones intencionales: la rotación de roles estudiantiles, la coevaluación guiada por rúbricas transparentes y la retroalimentación constructiva. Estas acciones redistribuyeron la autoridad epistémica en el aula, fomentando una comunidad de práctica (Stenhouse, 1987) donde el conocimiento se construye colectivamente. El verdadero valor de la innovación radica en este cambio de paradigma, no en la novedad de las herramientas utilizadas.

Tercero, se concluye que la efectividad de una metodología activa está intrínsecamente ligada a su capacidad de articular lo técnico con lo humano. Al vincular contenidos como el etiquetado nutricional o el desperdicio alimentario con las experiencias personales de los estudiantes, se logró trascender el aprendizaje declarativo. Los testimonios ("Antes veía el tema ambiental como algo lejano...") evidencian una transformación de conciencia, donde los conceptos abstractos de la sostenibilidad se internalizan como prácticas éticas y decisiones cotidianas. Esto materializa los principios de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) de la UNESCO, formando profesionales capaces de ejercer una ciudadanía responsable.

Cuarto, si bien la experiencia fue altamente exitosa, su sostenibilidad a largo plazo depende de la institucionalización, no de la voluntad individual. La creación de una red de docentes, un laboratorio pedagógico de sostenibilidad y la integración formal del modelo en el currículo son pasos cruciales para evitar que la innovación quede reducida a una práctica aislada. La carga administrativa docente y la falta de reconocimiento institucional constituyen barreras reales que deben abordarse para garantizar la replicabilidad.

Finalmente, la integración ética de tecnologías emergentes, incluida la inteligencia artificial, potencia la eficiencia sin sustituir la esencia humana de la enseñanza. Herramien-

tas como ChatGPT o Grammarly fueron útiles como asistentes cognitivos, pero siempre bajo el riguroso control y juicio profesional del docente. Esto subraya una conclusión central: la tecnología, correctamente gestionada, amplifica la calidad educativa, pero el corazón de la innovación sigue siendo la relación humana, la empatía y el compromiso ético. La verdadera transformación educativa no reside en lo que usamos, sino en cómo lo usamos para formar profesionales integrales, críticos y comprometidos con el bien común.

Bibliografía

- Asociación Médica Mundial. (2013). Declaración de Helsinki de la AMM: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. <https://www.guatemala-cds.com/wp-content/uploads/2020/08/Declaraci%C3%B3n-de-Helsinki-de-la-AMM-Principios-%C3%A9ticos-para-las-investigaciones-m%C3%A9dicas-en-seres-humanos.pdf>
- Ausubel, D. P. (1977). The facilitation of meaningful verbal learning in the classroom. *Educational Psychologist*, 12(2), 162-178. <https://doi.org/10.1080/00461527709529171>
- Barthes, D. (1980). Motion of a spherical microcapsule freely suspended in a linear shear flow. *Journal of Fluid Mechanics*, 100(4), 831-853. <https://doi.org/10.1017/S0022112080001449>
- Bieler, A., & McKenzie, M. (2017). Strategic planning for sustainability in Canadian higher education. *Sustainability*, 9(2), 161. <https://doi.org/10.3390/su9020161>
- Carlino, P. (2005). *La escritura en el nivel superior. Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de Cultura Económica. <https://goo.su/UfrKUd>
- Corral-Verdugo, V., Mireles-Acosta, J. F., Tapia-Fonllem, C., & Fraijo-Sing, B. (2011). Happiness as correlate of sustainable behavior. *Human Ecology Review*, 95-104. <https://www.jstor.org/stable/24707465>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design* (4.^a ed.). SAGE Publications. <https://pubhtml5.com/enuk/cykh>
- de Lacerda Nunes, L., & da Trindade, G. (2013). Principios de ética biomédica. *Cognitio-Estudios*, 10(1), 55-66. <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitio/article/view/10434/9856>
- Denzin, N. K. (1979). The Interactionist Study of Social Organization: A Note on Method. *Symbolic Interaction*, 2(1), 59-72. <https://doi.org/10.1525/si.1979.2.1.59>
- Elliott, J. (1989). Educational theory and the professional learning of teachers: An overview. *Cambridge Journal of Education*, 19(1), 81-101. <https://doi.org/10.1080/0305764890190110>
- Eyler, J., & Giles, D. E. (1999). *Where's the Learning in Service-Learning?* Jossey-Bass. <https://eric.ed.gov/?id=ED430433>
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores. <https://www.servicioskoinonia.org/biblioteca/general/FreirePedagogiadelOprimido.pdf>

- Gutiérrez, J. L. G. (2008). Factores críticos del e-learning. *Cuadernos de Trabajo Social*, 21. <https://revistas.ucm.es/index.php/CUTS/article/download/CUTS0808110263A/7533/0>
- Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles*. CINDE. <https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/La-sistematizacion-de-experiencias-practica.pdf>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2021). Learning together and alone: The history of our involvement in cooperative learning. En *Pioneering Perspectives in Cooperative Learning* (pp. 44-62). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003106760-3>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press. <https://courses.cs.washington.edu>
- Lemke, J. L. (1995). Intertextuality and text semantics. *Advances in Discourse Processes*, 50, 85-114. <https://www.academia.edu/3033691>
- Méndez-Giménez, A., Cecchini-Estrada, J. A., & Fernández-Río, J. (2022). Emotional intelligence, self-determined motivation and academic achievement in higher education students. *Sustainability*, 14(3), 1425. <https://doi.org/10.3390/su14031425>
- Ministerio de Educación. (2021). Marco Curricular Nacional para la Educación Superior en Ciencias Agroalimentarias. <https://www.mined.gob.cu>
- Moran, K. (2011). Hyland (2009) Academic Discourse: English in a Global Context. *Critical Review of International Social and Political Philosophy*. <https://doi.org/10.3366/cor.2011.0006>
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199-218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Noddings, N. (2012). The language of care ethics. *Knowledge Quest*, 40(5), 52. <https://eric.ed.gov/?id=EJ989072>
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P., & Perry, R. P. (2021). Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology*, 66, 101993. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.101993>
- Perkins, D. N., & Unger, C. (1994). A new look in representations for mathematics and science learning. *Instructional Science*, 22(1), 1-37. <https://doi.org/10.1007/BF00889521>

- Piaget, J. (1970). *Psicología y pedagogía*. Ariel. <https://guao.org/sites/default/files/biblioteca/Psicolog%C3%ADa%20y%20Pedagog%C3%ADa.pdf>
- Ritchhart, R., Church, M., & Morrison, K. (2011). *Making Thinking Visible: How to Promote Engagement, Understanding, and Independence for All Learners*. John Wiley & Sons. <https://pz.harvard.edu/sites/default/files/Chapter%201%20MTV%20Ritchhart%20Sample.pdf>
- Rogers, J. E., Nguyen, K. A., Hufnagle, D. C., McLean, D. G., Su, W., Gossett, K. M., & Fleitz, P. A. (2003). Observation and interpretation of annulated porphyrins: studies on the photophysical properties of meso-tetraphenylmetalloporphyrins. *The Journal of Physical Chemistry A*, 107(51), 11331-11339. <https://doi.org/10.1021/jp0354705>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://psycnet.apa.org/buy/2000-13324-007>
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books. <https://sopper.dk/speciale/arkiv/book49.pdf>
- Senge, P. (1990). Peter Senge and the learning organization. *Dimension*, 14. <https://alisalmi.com/wp-content/uploads/2023/02/the-learning-organization-by-Senge.pdf>
- Shapiro, S., Beninger, S., Domegan, C., Reppel, A., Stanton, J., & Watson, F. (2021). Macromarketing pedagogy: Empowering students to achieve a sustainable world. *Journal of Macromarketing*, 41(1), 104-115. <https://doi.org/10.1177/0276146720949637>
- Stenhouse, L. (1987). *La investigación como base de la enseñanza*. Morata. <https://mefistocastellano.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/09/investigacion-en-el-aula-stenhouse.pdf>
- Strauss, A., & Corbin, J. (1996). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory* (2.^a ed.). Sage.
- Suárez, S. K. D., Montoya, C. L. S., Liscano, A. E. G., & Hinojosa, L. A. C. (2021). Investigación educativa en la educación superior y sus beneficios. *Recimundo*, 5(3), 137-148. [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(2\).julio.2021.137-148](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(2).julio.2021.137-148)
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7)
- Tinto, V. (1993). *Leaving college: Rethinking the causes and cures of student attrition* (2.^a ed.). University of Chicago Press. <https://eric.ed.gov/?id=ED283416>

- Toulmin, S. E. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press. <https://catdir.loc.gov/catdir/samples/cam034/2003043502.pdf>
- Tuñón, I. (2010). Determinantes de las oportunidades de crianza y socialización en la niñez y en la adolescencia. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 8(2), 903-920. <https://doi.org/10.2174/138920009787846369>
- UNESCO. (2015). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. United Nations Educational, Scientific; Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Wegerif, R. (2011). Towards a dialogic theory of how children learn to think. *Thinking Skills and Creativity*, 6(3), 179-190. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2011.08.002>
- Wiggins, G. (1998). *Educative Assessment*. Jossey-Bass. <https://doi.org/10.22235/pe.v1i1.718>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100. https://sachafund.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/10/wood_et_al-1976-journal_of_child_psychology_and_psychiatry.pdf

Innovación pedagógica con uso de inteligencia artificial y sostenibilidad en contextos prácticos

Resumen

Este libro sistematiza tres experiencias innovadoras que integran pedagogía crítica, tecnología y sostenibilidad en contextos educativos y productivos diversos. El primer capítulo analiza la implementación de inteligencia artificial (IA) en un curso virtual de Estadística Descriptiva en Ecuador, demostrando cómo el diseño universal para el aprendizaje (DUA) y el enfoque de reflexión crítica y acción (ERCA) transforman la percepción negativa hacia la estadística. La integración intencionada de herramientas como ChatGPT y Wolfram Alpha aumentó significativamente el rendimiento académico, la autonomía estudiantil y la valoración de la asignatura como una herramienta profesional, validando el modelo DUA–ERCA–IA como inclusivo y replicable. El segundo capítulo presenta una intervención en la comunidad indígena COCIHC, en Colta-Ecuador, donde se fortaleció la cadena láctea comunitaria mediante una pedagogía intercultural y participativa. Se co-construyeron conocimientos técnicos sobre inocuidad alimentaria y gestión empresarial, superando barreras lingüísticas y culturales. Los resultados incluyen una reducción del 40% en pérdidas por contaminación, la formalización de una microempresa comunitaria y un notable empoderamiento organizacional, especialmente del liderazgo femenino. El tercer capítulo explora una experiencia en la Universidad Estatal de Milagro, donde se abordó la desmotivación estudiantil en una asignatura de Desarrollo Sostenible. A través de estrategias centradas en la empatía, la escucha activa y la normalización del error, se creó un clima de seguridad psicológica que aumentó la participación espontánea del 38% al 76%. Esta práctica demuestra que la motivación y la confianza son pilares esenciales para el aprendizaje profundo y transformador. En conjunto, los capítulos ilustran cómo la innovación educativa efectiva surge del diálogo entre saberes científicos, tecnológicos y locales, promoviendo la equidad, la sostenibilidad y la justicia cognitiva.

Palabras claves: Co-construcción de conocimiento, innovación pedagógica, inteligencia artificial, justicia cognitiva, sostenibilidad

Abstract

This book systematizes three innovative experiences that integrate critical pedagogy, technology, and sustainability in diverse educational and productive contexts. The first chapter analyzes the implementation of Artificial Intelligence (AI) in a virtual Descriptive Statistics course at a university in Ecuador. It demonstrates how the Universal Design for Learning (UDL) and the Critical Reflection and Action Approach (CRAA) transformed students' negative perception of statistics. The intentional integration of tools like ChatGPT and Wolfram Alpha significantly increased academic performance, student autonomy, and the subject's value as a professional tool, validating the UDL-CRAA-AI model as inclusive and replicable. The second chapter presents an intervention in the indigenous community COCIHC in Colta, Ecuador, where the community dairy chain was strengthened through an intercultural and participatory pedagogy. Technical knowledge on food safety and business management was co-constructed, overcoming linguistic and cultural barriers. Results include a 40% reduction in losses due to contamination, the formalization of a community microenterprise, and significant organizational empowerment, particularly in female leadership. The third chapter explores an experience at the State University of Milagro, addressing student demotivation in a Sustainable Development course. Through strategies centered on empathy, active listening, and normalizing error, a climate of psychological safety was created, increasing spontaneous participation from 38% to 76%. This practice shows that motivation and trust are essential pillars for deep and transformative learning. Together, the chapters illustrate how effective educational innovation arises from the dialogue between scientific, technological, and local knowledge, promoting equity, sustainability, and cognitive justice.

Keywords : Artificial intelligence, cognitive justice, knowledge co-construction, pedagogical innovation, sustainability