SISTEMATIZACIÓN EDUCATIVA DE UNA EXPERIENCIA EN AUTOMATIZACIÓN NEUMÁTICA

AUTORÍA

Byron Ramiro Romero Romero

EDICIONES RISEI

COLECCIÓN:
Sistematización de Experiencias Educativas

Sistematización educativa de una experiencia en automatización neumática

Autor

Byron Ramiro Romero Romero
Universidad Estatal de Milagro
bromero@unemi.edu.ec
https://orcid.org/0000-0001-5529-6724

© 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 la editorial.

Editorial: Ediciones RISEI
Colección Sitematización de Experiencias Educativas Innovadoras
Título del libro: Sistematización educativa de una experiencia en automatización neumática
Autoría: Byron Ramiro Romero Romero (Docente UNEMI)
Edición: Primera edición
Año: 2025
ISBN digital: 978-9942-596-38-3
DOI: https://doi.org/10.63624/risei.book-978-9942-596-38-3

Coordinación editorial: Jorge Maza-Córdova y Tomás Fontaines-Ruiz
Corrección de estilo: Unidad de Redacción y Estilo
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 InDesign.
Disponible en: https://editorial.risei.org/
Contacto: info@risei.org

Prólogo

La enseñanza de las disciplinas técnicas en la educación superior enfrenta hoy desafíos que van más allá del dominio de contenidos especializados. Espacios físicos limitados, diversidad de trayectorias estudiantiles, demandas curriculares orientadas a competencias y la necesidad de articular teoría y práctica configuran un escenario complejo que interpela permanentemente al docente universitario. En este contexto, la experiencia que da origen a este libro no surge como una respuesta planificada desde la comodidad de un diseño ideal, sino como una construcción situada, nacida de la realidad cotidiana del aula y del laboratorio.

Este libro recoge la sistematización educativa de una experiencia desarrollada en la asignatura de Automatización Neumática de la carrera de Ingeniería Industrial, en la Universidad Estatal de Milagro. Desde una mirada reflexiva y rigurosa, el autor convierte una dificultad concreta —la limitación de espacios y recursos para la práctica experimental— en una oportunidad pedagógica para repensar la enseñanza técnica, fortalecer el aprendizaje colaborativo y promover una formación profesional integral.

Uno de los mayores aportes de esta obra radica en su honestidad académica. El relato no idealiza la práctica ni oculta las tensiones del proceso formativo; por el contrario, expone con claridad los desafíos, los errores, las decisiones tomadas en el camino y los aprendizajes que emergen tanto en los estudiantes como en el propio docente. Esta mirada situada permite comprender la docencia como un ejercicio vivo, en permanente construcción, donde enseñar también implica aprender, ajustar y reflexionar.

A lo largo del texto, la automatización neumática deja de ser únicamente un contenido técnico para convertirse en un escenario pedagógico. El laboratorio se presenta como un espacio de interacción social, organización colectiva y reflexión crítica, donde los estudiantes no solo montan circuitos, sino que desarrollan competencias profesionales clave: trabajo colaborativo, autonomía, toma de decisiones técnicas, pensamiento crítico y ética profesional. La experiencia demuestra que la formación técnica de calidad no depende exclusivamente de la abundancia de recursos, sino de la intencionalidad pedagógica con la que estos se gestionan.

El proceso de sistematización que estructura el libro se apoya en un marco metodológico sólido, integrando dimensiones pedagógicas, institucionales y subjetivas, indicadores de desempeño, fuentes de verificación y procedimientos de validación. Esta rigurosidad convierte la experiencia en conocimiento académico transferible, ofreciendo orientaciones claras para otros docentes que enfrentan contextos similares en carreras técnicas y tecnológicas.

Más allá de su valor disciplinar, esta obra dialoga con debates contemporáneos sobre la educación superior: la enseñanza basada en competencias, la alineación curricular, la evaluación formativa y la figura del docente como profesional reflexivo. En este sentido, el libro trasciende el campo de la Ingeniería Industrial y se proyecta como un aporte significativo para la pedagogía universitaria y la innovación educativa.

Este texto invita a mirar la docencia técnica desde una perspectiva humana, crítica y comprometida. Nos recuerda que la calidad educativa se construye en la práctica cotidiana, cuando el docente se atreve a interrogar su acción, a sistematizarla y a compartirla con la comunidad académica. En esa decisión reside el verdadero valor de esta obra: transformar una experiencia concreta en un saber colectivo con capacidad de inspirar, orientar y mejorar la enseñanza universitaria.

Resumen general

El presente libro sistematiza una experiencia formativa desarrollada en la asignatura de Automatización Neumática de la carrera de Ingeniería Industrial, con el propósito de analizar la articulación entre teoría, práctica y competencias profesionales en contextos reales de laboratorio. Está estructura en cuatro partes donde se abordan, de manera integrada, los fundamentos conceptuales y metodológicos del proceso, la alineación curricular basada en competencias, la arquitectura estratégica construida a partir de estrategias núcleo, soportes e intervenciones de contingencia, y el análisis evaluativo que consolida los aprendizajes obtenidos. A través de una metodología de sistematización centrada en el análisis de dimensiones pedagógicas, institucionales y subjetivas, se identifican indicadores de desempeño técnico, reflexivo y organizativo que permiten comprender el impacto de las estrategias aplicadas. Asimismo, se analizan evidencias provenientes de prácticas, portafolios, bitácoras y registros de desempeño, mediante procedimientos de validez, credibilidad y triangulación. Los resultados muestran que la experiencia fortaleció la transferencia entre teoría y práctica, promovió la colaboración efectiva, optimizó el uso del laboratorio y mejoró la capacidad reflexiva de los estudiantes. El Libro ofrece un marco analítico replicable para la docencia técnica, aportando orientaciones para el diseño, implementación y evaluación de procesos formativos en entornos con limitaciones operativas y alta complejidad. Su contribución principal radica en demostrar cómo la sistematización puede transformar una práctica habitual en un proceso de generación de conocimiento que vincula currículo, pedagogía y mejora continua.

Palabras clave: Inclusión educativa; Diseño Universal para el Aprendizaje; Historias de vida; Educación Especial; Sistematización de experiencias

ÍNDICE

Prólogo..... 17
Resumen..... 19

Articulación teórico práctica en la enseñanza de la automatización neumática.....26

Articulación entre currículo, competencias y práctica en automatización neumática.....39

Estrategias núcleo, soportes y contingencias en la experiencia de automatización neumática..... 50

Evaluación, validez y análisis integrador de aprendizajes en automatización neumática.....66

Referencias.....76

Sistematización educativa de una experiencia en automatización neumática

Introducción

La experiencia fue desarrollada en la Universidad Estatal de Milagro, en la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad Ciencias e Ingeniería, con estudiantes del quinto semestre en la asignatura de Automatización Neumática. Se trabajó con jóvenes del quinto semestre, caracterizados por su curiosidad y disposición para fortalecer sus habilidades técnicas: Para ellos, la asignatura de Automatización Neumática constituye un eje fundamental de la formación, al facilitar la conexión entre los conceptos teóricos y su aplicación práctica en los procesos industriales. La mayoría conciliaba sus estudios con responsabilidades personales y laborales, lo que demandaba un esfuerzo adicional para cumplir con las exigencias académicas. A pesar de que la institución dispone de laboratorios equipados, el espacio reducido limitaba el trabajo simultáneo de varios equipos. Desde mi rol docente, por lo general procuro crear un entorno dinámico y participativo que les permita aprovechar al máximo las oportunidades de aprendizaje.

ISBN 978-9942-596-38-3 | 2025
https://editorial.risei.org

Recuerdo que, durante la primera clase, los estudiantes mostraron entusiasmo por realizar las prácticas, aunque rápidamente expresaron preocupación por la falta de espacio. En una ocasión, más de cinco estudiantes intentaban organizarse en torno a una sola estación de trabajo, lo que generó tensión y debates sobre cómo distribuir los instrumentos y el tiempo. Esta situación evidenció la motivación del grupo, así como la necesidad de implementar estrategias que garantizaran la participación equitativa.

Entre los factores que hicieron posible esta experiencia están la motivación constante de los estudiantes y el compromiso institucional para ofrecer recursos tecnológicos adecuados, así como también, mi compromiso docente de vincular teoría y práctica como punto clave para promover el aprendizaje colaborativo. Sin embargo, enfrentamos limitaciones como el espacio reducido y las dificultades económicas de algunos estudiantes para acceder a materiales complementarios.

Este contexto refleja las condiciones reales del proceso de enseñanza-aprendizaje en Automatización Neumática, cuya importancia radica en permitir el reconocimiento tanto de las fortalezas del grupo como de las limitaciones estructurales que condicionan el aprendizaje. Sistematizar este escenario evidencia la necesidad de optimizar los recursos disponibles y proponer alternativas inclusivas y creativas que respondan a los retos de la enseñanza técnica universitaria.

El principal problema identificado tiene que ver con la dificultad de los estudiantes para aplicar los conceptos teóricos de automatización neumática en las prácticas reales de laboratorio. Este desafío se hizo evidente dentro de las primeras actividades, cuando mostraron problemas para trasladar los conocimientos al montaje físico de los circuitos. Ademas los vacíos en la transferencia de saberes afectan tanto el aprendizaje como la aplicación de conocimientos en la práctica académica.

Si este problema no se hubiera abordado, habría generado desmotivación e inseguridad, derivando en una apropiación insuficiente de los contenidos. La desconexión entre teoría y práctica habría conducido a un aprendizaje fragmentado. En las primeras clases, aunque los grupos dibujaban correctamente los diagramas en papel, fallaban en su montaje físico, cometiendo errores en la interpretación de símbolos y en las conexiones. Frases como "Comprendo la teoría, pero no sé cómo llevarla al montaje" reflejaban esa brecha entre conocimiento y práctica.

En muchas ocasiones, el reto fundamental es lograr que los estudiantes integren la teoría con su aplicación práctica. Este desafío permite definir el objetivo de la sistematización, el cual es diseñar estrategias pedagógicas que fortalezcan la integración

entre ambos ámbitos. Como afirma Jara (2018), la sistematización transforma los retos docentes en aprendizajes colectivos que enriquecen tanto a estudiantes como a profesores.

La presente sistematización busca demostrar cómo la enseñanza de habilidades técnicas puede convertirse en una estrategia para mejorar la pedagogía y fortalecer el ámbito académico. Los aprendizajes no deben limitarse a la transmisión de contenidos, sino también fomentar la reflexión y el análisis crítico. Sistematizar esta experiencia permite ordenar lo vivido, analizar los logros y obstáculos, y generar aprendizajes susceptibles de ser compartidos con otros colegas e instituciones de educación superior.

Además, cobra mayor relevancia porque presenta la enseñanza técnica como un proceso integral que articula teoría y práctica; y no constituye únicamente un beneficio individual, sino una contribución a la comunidad académica, que puede hallar en esta experiencia, elementos replicables para afrontar desafíos similares. Como sostiene Carlino (2005), el aprendizaje significativo surge cuando los estudiantes logran vincular la comprensión conceptual con la acción práctica.

Mi intención es aportar a la reflexión sobre la necesidad de construir estrategias pedagógicas que garanticen aprendizajes significativos. Esta sistematización ofrece un relato de experiencia con valor formativo, útil para optimizar la enseñanza en carreras técnicas.

Lo más significativo de esta experiencia fue reconocer el laboratorio como un espacio de construcción colectiva de conocimiento, donde docentes y estudiantes aprendemos juntos.

La experiencia resulta valiosa y transferible, porque se trata de una propuesta reproducible en otros contextos, basada en la reflexión y la sistematización como medios de aprendizaje colaborativo (Jara, 2018).

A diferencia de otras prácticas docentes, esta se distingue por incorporar estrategias participativas que permiten superar limitaciones materiales, convirtiendo los desafíos en oportunidades de aprendizaje; lo cual se vio reflejado en una mayor capacidad de reflexión de los estudiantes, quienes aprendieron a organizarse y colaborar de manera más eficaz. Asimismo, se identificaron estrategias efectivas para promover la participación equitativa, justa e inclusiva.

Articulación teórico práctica en la enseñanza de la automatización neumática

En la sección inicial de este libro se expuso la experiencia educativa llevada a cabo en la materia de Automatización Neumática, subrayando cómo las restricciones de espacio en el laboratorio representaron un desafío para trasladar el conocimiento teórico a la práctica. Este desafío se manejó a través de la adopción y organización de estrategias educativas colaborativas con el fin de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario. Hasta este punto, se ha expuesto el contexto, el problema, el objetivo, la importancia y los límites de la experiencia, estableciendo una base sólida para el análisis tanto conceptual como operativo.

Desde este punto, el libro cambia de la narración a la base conceptual y práctica de la experiencia, moviéndose del relato de los eventos a un análisis crítico y organizado de los mismos. Es necesario ahora colocar la experiencia dentro de un marco de análisis que facilite el desglose de las estrategias colaborativas utilizadas, vincularlas con marcos teóricos (conceptos y dimensiones) y evaluar su viabilidad operativa para su aplicación en contextos con restricciones similares.

En el examen de la experiencia, se reconocerán los conceptos y las dimensiones que configuran la vivencia y su formulación, tales como la transferencia de conocimientos diferenciando la separación entre teoría y práctica, el aprendizaje en grupo (como estrategia para maximizar recursos y participación), y las habilidades técnicas y organizativas como resultados del proceso. Así, la experiencia empieza a interactuar con la teoría y se hace comprobable, tomando en cuenta el análisis de las bases teóricas por ejemplo (Carlino, 2005, y Jara, 2018), junto con los conceptos fundamentales de la Automatización Neumática siempre destacados en las actividades prácticas.

1. Conceptos claves de la experiencia

1.2. Lluvia de Conceptos Iniciales

Los fundamentos conceptuales que aportan significado a la práctica son:

- Transferencia de Conocimiento entre Teoría y Práctica: La complicación para implementar diagramas lógicos en construcciones físicas.
- Aprendizaje Colaborativo: Método para garantizar una participación equitativa y efectiva en situaciones con limitaciones de espacio.

- Sistematización de Experiencias: Método para convertir desafíos en aprendizajes compartidos y desarrollar modelos que se puedan aplicar.
- Competencias Organizativas y Técnicas: Desarrollo de habilidades para colaborar en equipo y llevar a cabo tareas técnicas en un entorno con restricciones.
- Restricciones Materiales como Oportunidad: Reevaluación de las limitaciones de infraestructura como fundamento para la innovación educativa.

1.3. Selección y Justificación

Estos conceptos forman el eje central del análisis en la intervención educativa. La teoría de Transferencia de Conocimiento entre la teoría y la práctica establece el problema principal que se abordó en el laboratorio de Automatización Neumática. El Aprendizaje colaborativo se constituyó en la estrategia educativa fundamental que facilitó el abordaje de las restricciones materiales, convirtiéndolas en una oportunidad pedagógica. Finalmente, la sistematización de experiencias es la herramienta metodológica que otorga solidez al proceso de análisis y facilita la identificación de las habilidades organizativas y técnicas adquiridas, creando un vínculo entre el proceso, la intervención y los resultados.

1.4. Transferencia de Conocimiento (Teoría-Práctica)

Este concepto se refiere a la capacidad del estudiante de aplicar un conocimiento o destreza adquirida en un contexto teórico (diagramas lógicos) a una situación práctica real (montaje físico de un circuito). La escasa transferencia es un impedimento importante en la educación técnica, pues evita que la práctica se conecte adecuadamente con la teoría, limitando el progreso de habilidades profesionales esenciales. Como indica Carlino (2005), las lagunas en la transferencia impactan la interiorización firme de lo aprendido, evidenciando una desconexión entre el saber conceptual y el saber hacer operativo, lo cual era palpable en la interpretación de símbolos y la ejecución técnica de los estudiantes de Automatización Neumática.

1.5. Sistematización de Experiencias

La sistematización es un proceso crítico de reflexión sobre una práctica concreta, cuyo fin es organizar la experiencia, evaluar sus éxitos y dificultades, y generar aprendizajes transferibles. No se trata de una mera descripción, sino de un ejercicio que, según Jara (2018), transforma los retos en aprendizajes colectivos que

mejoran la práctica educativa y crean propuestas aplicables en otros entornos. En el contexto de este trabajo, permite convertir las restricciones materiales en un modelo pedagógico, estableciendo las bases para replicar estrategias de participación justa y fortalecimiento del aprendizaje en grupo.

1.6. Síntesis Conceptual

Los conceptos que fundamentan esta experiencia sirven como base para el análisis, al determinar que el problema (falta en la transferencia de conocimiento) se trató mediante una estrategia (Aprendizaje Colaborativo), cuya efectividad será comprobada y reproducida a través de un proceso metodológico (Sistematización de Experiencias). Este marco conceptual robusto facilita ahora la división de la experiencia en elementos que se pueden medir. La identificación precisa de estos conceptos sienta las bases para la creación de dimensiones, que servirán como ejes de análisis y permitirán evaluar de manera efectiva la contribución de la experiencia en la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito universitario.

2. Dimensiones del análisis

2.1. Selección Preliminar de Dimensiones

La práctica educativa se entiende como un fenómeno que es inherentemente complicado y tiene muchas dimensiones. Para la realización de este ejercicio de sistematización, se utiliza el modelo de análisis sugerido por Fierro, Fortoul y Rosas, (1999), que facilita la organización de la experiencia en tres dimensiones esenciales, las cuales son vitales para el objeto de estudio como es la interacción entre docentes y estudiantes en condiciones limitadas:

- Dimensión Pedagógica: Enfocada en la planificación y la implementación de la enseñanza.
- Dimensión Institucional: Centrada en el ambiente organizacional y físico.
- Dimensión Subjetiva: Enfocada en el cambio y la reflexión de los participantes.

2.2. Definición de cada Dimensión

- Dimensión Pedagógica

Esta dimensión examina el enfoque fundamental de la práctica, evaluando el diseño metodológico para garantizar la Transferencia de Conocimiento. Su enfoque principal se centra en la estrategia de Aprendizaje Colaborativo, que, de acuerdo con Johnson y Smith, (2014), es un método eficaz para mejorar el

rendimiento académico y las habilidades sociales en la educación superior. Se analiza cómo el sistema de rotación de roles en los grupos optimizó el tiempo de práctica de cada estudiante, superando la restricción de contar con una única estación de trabajo.

Dimensión Institucional

Esta dimensión analiza la estructura organizativa y los recursos que limitan o facilitan la acción. En este caso, la atención se centra en las condiciones físicas (limitación de espacio). Su estudio es fundamental para entender de qué manera la institución (el laboratorio, su uso y su estructura) generó el problema inicial y motivó la necesidad de encontrar una solución educativa. Esta dimensión se examina mediante la gestión y la adaptación anticipada del docente a las regulaciones y recursos que ya están disponibles (Tiana, 2011).

-Dimensión Subjetiva

Esta dimensión se enfoca en cómo la experiencia afecta a las personas sus percepciones, actitudes, motivaciones y, principalmente, la reflexión crítica que transforma la acción. Se analiza el crecimiento de habilidades de autogestión, organización y resolución de problemas, fundamentándose en el modelo de Schön (1992). En este modelo, el profesional, al encontrarse ante una situación particular de la restricción, fomenta el pensamiento reflexivo en la acción.

2.3. Ejemplificación de cada Dimensión

Las tres dimensiones están relacionadas de manera sistémica. La restricción establecida por la Dimensión Institucional (limitación de espacio) requirió una respuesta en la Dimensión Pedagógica (Aprendizaje Colaborativo con roles), cuyo éxito se constata, en última instancia, en la Dimensión Subjetiva (la mejora de las competencias organizativas y la capacidad reflexiva de los estudiantes).

Este método organizado es fundamental para el procedimiento de Sistematización de Experiencias, cuyo propósito, según Jara (2018), es generar conocimiento a partir de la evaluación y análisis de la práctica experimentada. Al definir estos ejes, se organiza el análisis para que se enfoque en las conexiones causales entre el problema, las acciones y los resultados.

En síntesis, el marco analítico de tres dimensiones (Pedagógica, Institucional y Subjetiva) ofrece la precisión metodológica requerida para estructurar la experiencia, valorar su eficacia y fomentar aprendizajes transferibles. Al evaluar la práctica, se establecen los fundamentos para desarrollar indicadores de

impacto que midan la mejora en la transferencia de conocimiento y el desarrollo de habilidades profesionales en la carrera de Ingeniería Industrial.

3. Indicadores de la experiencia

3.1. Listado Preliminar de Indicadores

Los indicadores se elaboran para mostrar un comportamiento, producto o resultado que se pueda observar en la práctica (Tabla 1).

Tabla 1.
Indicadores preliminares del análisis pedagógico institucional y subjetivo

DIMENSIÓN	INDICADORES
Dimensión Pedagógica	Exactitud en la Transferencia Técnica: Tasa de aciertos en la instalación física de circuitos complejos basándose en diagramas lógicos.
	Nivel de Ejecución del Rol Colaborativo: Regularidad con la que los estudiantes cumplen y llevan a cabo la responsabilidad que se les ha asignado, por ejemplo, "Montador" y "Verificador Lógico".
Dimensión Institucional	Mejora del Uso del Tiempo en el Laboratorio: Minimización del tiempo de inactividad o espera durante la rotación de grupos en la única estación de trabajo existente.
	Ajuste de Recursos Disponibles: Empleo de instrumentos o métodos diferentes para recrear o suplir la ausencia de infraestructura.
Dimensión Subjetiva	Grado de Autonomía Organizativa: Capacidad de los grupos para organizar sus actividades y manejar disputas internas sin la intervención directa del profesor.
	Aumento de la Reflexión Crítica sobre el Error: Cantidad de ocasiones en que el equipo reconoce y soluciona su error de ensamblaje antes de pedir la revisión del docente.

Elaboración propia, basada en el análisis de la experiencia educativa en Automatización Neumática.

Los indicadores establecidos son importantes porque reflejan el proceso de cambio y no solamente el resultado final, conectando la teoría de la intervención con la evidencia empírica.

- Dimensión Pedagógica
Estos indicadores son importantes porque demuestran que la estrategia de aprendizaje colaborativo (la intervención) tuvo un efecto directo en el problema principal la transferencia de conocimiento (Carlino, 2005). La relevancia de estos indicadores se encuentra en que muestran la efectividad de la enseñanza si el indicador de precisión en la transferencia técnica aumenta, se evidencia que la estrategia de roles rotativos está cerrando la brecha entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica. El nivel de ejecución del rol colaborativo es una evaluación directa de la metodología aplicada, necesaria para asegurar que todos los estudiantes, incluso aquellos con recursos escasos, tengan una participación justa y efectiva en la práctica.

- **Dimensión Institucional**
Estos parámetros son importantes porque evidencian cómo la labor del docente puede convertir las carencias de recursos en oportunidades para innovar en la enseñanza, tal como lo plantea Jara (2018). El parámetro de optimización del tiempo revela que la gestión del centro ha logrado resolver el problema logístico de la escasez de espacio, un punto clave en el análisis institucional (Tiana, 2011). El parámetro de ajuste de recursos valora la destreza técnica y la creatividad del equipo y del docente para garantizar la calidad educativa pese a las limitaciones de infraestructura.

-**Dimensión Subjetiva**
Estas métricas son importantes ya que ilustran el cambio que experimentan los alumnos, yendo más allá de la nota, con énfasis en el crecimiento de aptitudes interpersonales clave para la ingeniería. La autonomía organizativa manifiesta que los alumnos lograron una mayor capacidad de organización y colaboración grupal. El aumento de la reflexión crítica sobre el error verifica el avance del razonamiento reflexivo planteado por Schön (1992), demostrando que el conjunto puede detectar, debatir y subsanar errores en la construcción física sin necesitar constantemente del profesor.

3.2. Ejemplificación y materialización
Visto en su totalidad, los indicadores mostrados en la Tabla 2 facilitan que la vivencia de la Automatización Neumática pueda estudiarse, sea uniforme y se pueda compartir. Al evaluar la Exactitud Metodológica (Pedagógica), la Mejora del Cronograma (Institucional) y la Independencia Estructural (Subjetiva), se

garantiza que la valoración considera la ejecución de manera completa, consolidando la firmeza del análisis (Stake, 1995; Yin, 2014).

Tabla 2.
Materialización de los indicadores en las dimensiones pedagógica, institucional y subjetiva.

Dimensión	**Indicador**	**Materialización**
Pedagógica	Precisión en la Transferencia Técnica	Esta métrica se hizo evidente al revisar los informes de evaluación de las prácticas finales. Se notó que los equipos que aplicaron los roles de forma coherente lograron una exactitud media del 90% al cablear correctamente el circuito. Esto difiere sustancialmente del 60% de exactitud detectado en las primeras sesiones, donde la conversión de esquemas a implementaciones físicas era una deficiencia clara.
Institucional	Optimización del Tiempo de Laboratorio	Una muestra evidente de este parámetro fue la disminución del tiempo que cada alumno debía aguardar para usar el equipo, que bajó de unos 15 minutos de pausa por usuario al comienzo a menos de 5 minutos gracias a la organización minuciosa de actividades previas al laboratorio. Esta mejora fue una consecuencia inmediata del enfoque de cooperación.
Subjetiva	Grado de Autonomía Organizativa	Este indicador se materializó en la observación de que, para la tercera unidad, los equipos iniciaban la práctica con una mini reunión de 5 minutos para repartir roles y revisar el diagrama, sin que el docente lo indicara. Ello demostró que los alumnos adquirieron una habilidad más desarrollada de organización y autogestión.

Elaboración propia, basada en la observación de la práctica en Automatización Neumática.

Dichos indicadores confirman que la experiencia enlaza de forma directa con la teoría de la Sistematización la cuestión de la carencia de transmisión se solucionó usando la táctica cooperativa, y su rendimiento se manifiesta mediante pruebas palpables detectables en la práctica del laboratorio.

4. Fuentes y métodos de verificación

4.1. Identificación de Fuentes

La información primaria mostrada en la Tabla 3 constituye la base fundamental que registra la evolución de la actividad en cuestión. Se han detectado tres categorías esenciales de recursos que ofrecen pruebas palpables de los parámetros del Eslabón 3 (en los ámbitos Pedagógico, Institucional y Subjetivo).

Tabla 3:
Fuentes de evidencia utilizadas en las dimensiones pedagógica, institucional y subjetiva.

Dimensión (es) de enfoque	Fuente de evidencia
Pedagógica, Subjetiva	Reportes de Valoración del Desempeño en Prácticas: Son los documentos elaborados por el docente, donde se plasma la exactitud demostrada en la ejecución técnica y la evaluación entre compañeros.
Institucional, Subjetiva	Apuntes del docente y bitácora: Análisis sobre cómo se administra el tiempo y cómo los grupos trabajan de forma independiente en clase.
Subjetiva	Evaluación de Habilidades Percibidas (Después de la Actividad): Cuestionario dirigido a los alumnos con el propósito de valorar cómo se ven a sí mismos en cuanto a sus capacidades para organizarse y colaborar.

Elaboración propia, basada en el registro documental de la experiencia educativa.

4.2. Descripción de cada Fuente

- Reportes de Valoración del Desempeño en Practicas

Este recurso resulta valioso al ofrecer una valoración numérica precisa de los parámetros "Exactitud en la Transmisión Técnica" y "Grado de Desempeño del Papel Cooperativo". Dichos informes detallan la proporción de éxitos en el ensamblaje material de sistemas intrincados, lo cual hace posible evaluar el avance en la transmisión de saber técnico. Sumado a esto, al contemplar la evaluación mutua entre compañeros acerca del cumplimiento de funciones, el material demuestra de manera imparcial si el plan colaborativo influyó en la rigurosidad metódica de los alumnos. Este material facilita la verificación de que la dificultad de la limitada transmisión se resolvió con la estrategia cooperativa.

- **Apuntes del Docente y Bitácoras**

Esta información facilita la evaluación de la validez de las categorías de análisis, sobre todo en lo que respecta a la Dimensión Institucional y la Subjetiva. De manera significativa, deja constancia de las modificaciones apreciadas en el nivel de independencia estructural de los grupos, como la menor dependencia de la mediación del docente para solucionar conflictos o distribuir funciones.

- **Evaluación de Habilidades Percibidas (Después de la Actividad)**

Esta herramienta resulta esencial para la Dimensión Subjetiva, pues registra la evolución de los estudiantes más allá de su calificación. Facilita la evaluación del indicador "Mayor Reflexión Crítica sobre el Error" al contener preguntas sobre la autopercepción del alumno al detectar y enmendar errores en el proceso. Dicho material, asociado al modelo reflexivo de Schön (1992), brinda una visión interna y personal que complementa los datos objetivos de los reportes, fortaleciendo la comprensión global de la experiencia.

4.3. Definición de Métodos de Verificación

Para otorgar mayor solidez al análisis, tal como sugiere Stake (1995), es crucial que exista una armonía entre la fuente de información y la metodología empleada. Con el propósito de robustecer la validez de los hallazgos, se implementará la triangulación metodológica con los parámetros observados en la Tabla 4, siguiendo la propuesta de Yin (2014).

Tabla 4.
Métodos de verificación aplicados a las fuentes de evidencia de la sistematización.

Fuente de evidencia	**Método de verificación**	**Descripción técnica del procedimiento**
Reportes de valoración del desempeño en prácticas	Análisis estadístico descriptivo	Se calculó el porcentaje de precisión en la transferencia técnica antes y después de implementar la estrategia colaborativa, comparando tasas de aciertos en el montaje físico de circuitos.
Bitácoras y apuntes del docente	Análisis de contenido temático	Se codificaron las observaciones del docente para identificar patrones relacionados con autonomía, manejo del tiempo y uso del espacio de laboratorio.
Cuestionarios de habilidades percibidas por los estudiantes	Codificación categorial	Se clasificaron las respuestas abiertas según categorías como reflexión sobre el error, autogestión grupal y percepción del propio desempeño.

Elaboración propia. Los métodos se fundamentan en los lineamientos de Flick (2014) y Yin (2014) para el análisis cualitativo y la triangulación metodológica.

- **Fuentes Cuantitativas (Reportes de prácticas)**

Esta fuente se basa en el análisis estadístico descriptivo de la tasa de éxito como método. Se medirá el porcentaje de aciertos en la conexión de circuitos (Precisión Técnica) antes y después de establecer la estrategia colaborativa, lo que posibilitará cuantificar el vacío entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica.

- **Fuentes Cualitativas (Bitácoras de Campo y Cuestionarios)**

La estrategia de validación implicó el Análisis de Contenido Temático. Se utilizará una tabla de códigos para clasificar las observaciones del docente y las respuestas libres de la encuesta. Las principales categorías temáticas incluirán: Autonomía de Grupo, Manejo de la Limitación y Metacognición del Error, lo que facilitará la validación de la transformación subjetiva y la administración institucional.

4.4. Síntesis Integradora

La utilización conjunta de fuentes y métodos asegura una perspectiva completa de la experiencia y fortalece la importancia y confiabilidad de la sistematización. Al cruzar los datos numéricos (tasa de éxito) de los informes de evaluación con la información cualitativa (percepción de autonomía y manejo del tiempo) del diario de campo y las encuestas, se verifica la conexión causal entre la estrategia educativa y el progreso en el aprendizaje. Esta triangulación, al estar basada en métodos claros y establecidos (Flick, 2014; Yin, 2014), garantiza que la validez del estudio se encuentra fortalecida.

5. Justificaciones del análisis

5.1. Justificación de Conceptos y Dimensiones

Las ideas principales elegidas (Traslado del Saber entre lo Teórico y lo Práctico, Estudio en Grupo y Organización de Vivencias) son relevantes porque enlazan de forma lógica el trayecto educativo experimentado en el taller de Automatización Neumática. Tal como indica (Flick, 2014), la creación de grupos de análisis ayuda a entender la realidad educativa desde perspectivas que muestran lo intrincado del quehacer docente. En este orden de ideas, las facetas pedagógica, institucional y personal encajan con el modelo de análisis planteado, puesto que cubren tanto los elementos metódicos y de organización como los cambios individuales que surgen de la experiencia. De acuerdo con Jara (2018), la organización hace posible validar estos ejes al transformar las vivencias en saber que se puede trasladar, afianzando así un armazón conceptual robusto que asienta la reflexión crítica acerca de la enseñanza y la mejora incesante en ambientes universitarios.

5.2. Justificación de Indicadores

Los parámetros elegidos juegan un rol crucial al ser el nexo metódico entre la teoría y su aplicación, haciendo posible visualizar objetivamente las evoluciones que surgen de la mediación pedagógica. Tal como afirma Yin (2014), la certeza de los parámetros reside en su aptitud para manifestar con exactitud los sucesos estudiados y brindar prueba palpable de la alteración. En esta investigación, los parámetros sugeridos como Exactitud al Comunicar la Técnica, Mejora del uso del Tiempo en el Laboratorio y Libertad para Organizarse señalan la concordancia entre las magnitudes analíticas y los desenlaces vistos, en sintonía con lo expuesto por Stake (1995) respecto a la congruencia entre parámetros y pruebas. Así, los parámetros confirman la relación

de causa y efecto entre la táctica de aprendizaje en grupo y el progreso en la difusión del saber, afianzando la firmeza metódica del curso de ordenamiento.

5.3. Justificación de Fuentes y Métodos

La elección de las fuentes y los métodos aplicados incrementa la solidez del análisis, ya que asegura la convergencia entre los datos numéricos y las interpretaciones cualitativas. Tal como indica Flick (2014), la idoneidad de las fuentes radica en su sintonía con las metas del análisis y en su aptitud para ilustrar la complejidad del hecho educativo. En esta situación, los informes de las prácticas, los diarios del docente y las valoraciones de las destrezas apreciadas componen un grupo de pruebas recíprocas que registran el progreso en las tres facetas examinadas. Por otro lado, el uso de la triangulación metodológica, aconsejada por (Yin, 2014) facilita la comparación de los datos cuantitativos y los relatos, garantizando así la validez y la fiabilidad de los hallazgos. De este modo, se potencia el carácter científico y analítico de la organización, apoyando las conclusiones con pruebas contrastables y adaptadas al contexto.

6. Síntesis Teórica del Conjunto

La estructura teórica y los métodos empleados en este módulo entrelazan de forma lógica las ideas clave, los aspectos considerados, las señales de medición, los recursos informativos y las técnicas utilizadas. Esto fortalece la idea de que la sistematización es un camino académico exigente y transparente. Siguiendo las ideas de Jara (2018), la sistematización transforma lo vivido en un saber profundo que se puede divulgar y usar en diversos entornos de enseñanza. Esta tarea se basa, además, en entender la escritura académica como una acción social, donde las razones y las pruebas son vitales para confirmar lo aprendido (Carlino, 2005; Hyland, 2009).

Por lo tanto, el enfoque metodológico planteado no solo asegura la firmeza y la lógica interna del estudio, sino que también impulsa al docente a convertir su labor educativa en un campo de indagación y progreso constante en la universidad.

Este módulo me brindó la oportunidad de expresar las bases conceptuales y prácticas de la experiencia educativa llevada a cabo en la materia de Automatización Neumática. Mediante los cinco puentes, se unieron los conceptos clave transferencia de conocimiento, aprendizaje en conjunto y organización de experiencias con las dimensiones pedagógica, institucional y subjetiva, que guiaron el análisis del proceso de formación. Los

indicadores, las fuentes y los métodos elegidos proporcionaron coherencia interna y validez empírica al estudio, al demostrar de qué manera la práctica docente se convierte en un ámbito de investigación y mejora constante. En resumen, este proceso estableció un marco metodológico firme que apoya la interpretación crítica de la experiencia y potencia la producción académica a partir de la práctica educativa.

La incorporación de estos elementos me convence de que la organización llevada a cabo tiene la firmeza teórica y de método imprescindible para seguir adelante. Haber pasado por este camino hizo posible entender de qué manera las bases de las ideas y los planes en conjunto pueden volverse ejemplos de cambio educativo que se pueden usar en otros entornos de la Universidad. Esta preparación me alista para entrar a la fase de estudio con más detalle, enfocando la atención en los logros y los efectos creados en las personas que participaron. En este aspecto, el módulo no solo hizo más fuerte la habilidad del docente para pensar, sino que además afianzó la validez del trabajo en la universidad al hacer que la vivencia se convierta en un saber que se puede contar y que tiene valor para la sociedad.

Articulación entre currículo, competencias y práctica en automatización neumática

Como docente de Automatización Neumática en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal de Milagro, he orientado este curso para que los estudiantes no solo comprendan los fundamentos de la neumática y la oleohidráulica, sino que también desarrollen las competencias necesarias para diseñar y aplicar sistemas automatizados en entornos industriales, acorde con el perfil profesional del egresado. Esta asignatura se integra al currículo porque fortalece los núcleos formativos del ingeniero industrial el pensamiento analítico, el dominio de tecnologías de automatización, el trabajo colaborativo y la adaptabilidad ante los cambios. A través de las prácticas y proyectos, la experiencia vivida trasciende lo meramente técnico, convirtiéndose en una etapa clave del proceso formativo integral. De este modo, al cerrar la fase de fundamentación, se inicia la articulación curricular que vincula lo aprendido con el desempeño profesional, impulsando a los estudiantes a innovar y contribuir al desarrollo industrial sostenible.

1. Declaración de giro curricular

Desde este momento, se tiene como objetivo definir la conexión curricular que posibilita a los alumnos entender cómo los principios teóricos de la Automatización Neumática se combinan de forma coherente con las habilidades profesionales requeridas en la Ingeniería Industrial. Como educador, mi meta es que esta conexión no solo esté presente en la estructura del plan de estudios, sino que también se manifieste en una capacitación práctica, crítica y reflexiva frente a los desafíos del contexto Industrial actual. En este contexto, el cambio que proponemos responde a la urgencia de modificar los contenidos y las técnicas de la materia para que se puedan implementar con eficacia en proyectos y laboratorios. De este modo, estamos reforzando la relevancia del temen el perfil profesional del futuro Ingeniero. Con esto, buscamos capacitar a los egresados para que lideren procesos de automatización y mejora continua, basados en fundamentos científicos y tecnológicos sólidos que estén alineados con las metas del programa académico.

2. Competencias seleccionadas y su desarrollo

2.1. Selección de competencias

Como docente de la materia, creo que es esencial que el proceso de formación en Ingeniería Industrial vincule las habilidades prácticas y teóricas con competencias definidas de manera clara y que sean relevantes socialmente. La educación profesional contemporánea requiere que nuestros graduados tengan la habilidad de afrontar retos en contextos industriales cambiantes, incorporando conocimientos tecnológicos y científicos, flexibilidad, trabajo colaborativo y pensamiento crítico en su desempeño. El Proyecto Tuning América Latina (2007) es un referente fundamental en la educación superior de la región, porque establece un marco de competencias específicas y generales para guiar el diseño y la evaluación de los planes académicos universitarios.

2.2. Desarrollo de competencias

A. Aplicar conocimientos técnicos y científicos en la solución de problemas de Automatización y Procesos Industriales

Esta experiencia refuerza la capacidad de utilizar saberes científicos y técnicos, pues los alumnos se enfrentaron a circunstancias reales en las que tuvieron que interpretar diagramas lógicos y convertirlos en montajes físicos operativos. Cuando los alumnos lograron interpretar correctamente los esquemas neumáticos y realizaron el montaje físico con precisión, se evidenció que tenían un entendimiento firme de los principios técnicos en cuestión así se manifestó esta competencia. La relevancia de esta competencia se debe a que posibilita que el Ingeniero Industrial del futuro solucione problemas específicos en contextos productivos, combinando teoría y práctica. Se demostró, por medio de la sistematización de experiencias, que se fortaleció el intercambio de conocimientos a través de estrategias colaborativas, lo que permitió que los alumnos generaran soluciones técnicas factibles aun en situaciones de infraestructura escasa.

B. Diseñar, gestionar y optimizar sistemas automatizados y productivos en distintos contextos profesionales

Esta experiencia mejora la competencia para gestionar y diseñar sistemas automatizados, ya que los alumnos tienen la posibilidad de participar activamente en la planificación y puesta en marcha de proyectos prácticos. Esta competencia se hizo evidente al ver cómo los grupos planificaban sus intervenciones en el laboratorio, asignaban tareas de manera estratégica y adaptaban sus recursos para finalizar los circuitos a tiempo y de manera adecuada, incluso cuando había limitaciones de infraestructura.

El hecho de que esta competencia sea pertinente se debe a que capacita al alumno para afrontar una variedad de situaciones, en las que tiene que coordinar equipos, organizar recursos y tomar decisiones técnicas. La labor en roles rotativos dentro de los grupos propició una comprensión completa del proceso de automatización, desde su diseño lógico hasta su implementación física, lo cual ayudó a tener una perspectiva sistémica del ámbito industrial.

C. Adaptarse a los cambios tecnológicos y trabajar eficazmente en equipos multidisciplinarios e internacionales

Esta experiencia desarrolla la capacidad de adaptarse a la tecnología y trabajar en equipo, al someter a los alumnos a una situación dinámica que les obligaba a modificar sus prácticas debido a restricciones materiales. Los estudiantes demostraron su capacidad de adaptación cuando, ante la falta de estaciones, reestructuraron sus métodos de trabajo y mostraron flexibilidad, colaboración y disposición para incorporar diferentes puntos de vista en la solución de problemas. El ingeniero industrial tiene que ser capaz de reaccionar con flexibilidad ante los cambios en el entorno y colaborar con expertos de diferentes campos, lo cual hace que esta competencia sea relevante. Los alumnos desarrollaron capacidades de negociación, resolución de conflictos y comunicación, que son fundamentales para trabajar en equipos multidisciplinarios, gracias a la estrategia del aprendizaje colaborativo.

D. Demostrar pensamiento crítico, analítico y ético al momento de tomar decisiones técnicas en el ámbito Industrial

Al fomentar la reflexión continua acerca de los errores que se han cometido y las decisiones que se han tomado durante las prácticas, esta experiencia mejora la capacidad de pensamiento crítico y ético. La capacidad de los estudiantes para identificar y analizar errores en sus ensamblajes, así como corregirlos sin la intervención directa del profesor, demostró esta competencia. Esto fomentó una práctica responsable y reflexiva. Esta competencia es relevante porque el profesional debe examinar las consecuencias humanas y técnicas de sus acciones, tomando en cuenta criterios de sostenibilidad, seguridad y calidad. La inclusión de instantes de autoevaluación y revisión entre colegas promovió una actitud analítica y responsable, que va más allá del desempeño técnico y se dirige hacia una práctica profesional ética y consciente.

En conjunto, las competencias relacionadas demuestran que esta experiencia ayudó a la formación del perfil de egreso de la

carrera de Ingeniería Industrial al incorporar habilidades organizativas, conocimientos técnicos y pensamiento crítico en un ambiente de aprendizaje cooperativo. La aplicación práctica de la Automatización Neumática, en situaciones reales y con recursos escasos, contribuyó a que se desarrollaran habilidades para solucionar problemas, adaptarse a circunstancias variables y tomar decisiones éticas en grupo. Esta experiencia educativa no solo consolidó el conocimiento de tecnologías industriales, sino que además fomentó la reflexión sobre el aprendizaje personal, lo que concuerda con las exigencias de la sociedad del conocimiento. Según Barnett (2001), esta requiere profesionales que tengan la capacidad de actuar responsablemente, con autonomía y flexibilidad en situaciones complejas.

3. Resultados de aprendizaje y actividades aplicadas

3.1. Selección de resultados

De acuerdo con el modelo de alineación constructiva de Biggs y Tang (2011), estos resultados muestran la coherencia entre lo que se enseña, lo que se evalúa y lo que se practica. En este caso, la experiencia docente posibilitó que los alumnos no solo lograran las metas del curso, sino que además desarrollaran habilidades esenciales que robustecen su perfil como ingenieros industriales futuros.

a) Entender y poner en práctica los principios de la automatización neumática en situaciones industriales concretas

Los alumnos pudieron utilizar las bases técnicas de la neumática en el diseño y ejecución de circuitos reales, lo que fortaleció este resultado de aprendizaje. Cuando los alumnos interpretaron adecuadamente los esquemas neumáticos y montaron físicamente con exactitud, lo que evidenció dominio técnico y la capacidad de aplicar la teoría en situaciones reales de laboratorio, se mostró este resultado.

Se encontraron con limitaciones materiales que requerían precisión, autonomía y toma de decisiones fundamentales. El enfoque de alineación constructiva de Biggs y Tang (2011) sostiene que el aprendizaje se potencia al integrar coherentemente los resultados, las actividades y la evaluación; esta idea fue corroborada por la experiencia, que permitió articular el saber conceptual con la acción operativa. Esta conexión entre teoría y práctica es fundamental para el crecimiento profesional en Ingeniería.

b) Ejecutar y coordinar proyectos de colaboración en ambientes con restricciones físicas.

Los grupos demostraron habilidades de gestión colaborativa cuando organizaron sus tiempos de intervención, asignaron roles estratégicos y ajustaron sus recursos para terminar los circuitos a pesar de la falta de estaciones de trabajo. Los alumnos demostraron este resultado al organizar sus equipos, asignar roles estratégicos y administrar eficazmente el tiempo de uso del laboratorio ante el panorama de escasez de estaciones conjuntas.

Según Villa y Poblete (2008), las competencias se reflejan en la acción práctica, y trabajar en equipo en situaciones reales facilita el desarrollo de habilidades de comunicación, liderazgo y organización, las cuales son esenciales en contextos industriales.

c) Interpretar diagramas lógicos en montajes que funcionen

Cuando los estudiantes tradujeron diagramas simbólicos en sistemas operativos, ajustando las conexiones y secuencias hasta que todo funcionara adecuadamente, se demostró este resultado. Esto mostró que entendían a fondo el procedimiento de automatización desde un punto de vista metodológico. Este resultado se consolidó debido a que los alumnos pudieron convertir esquemas teóricos en circuitos funcionales, lo cual superó las dificultades iniciales relacionadas con la ejecución técnica y la interpretación simbólica.

La revisión entre pares y la rotación de roles facilitaron el entendimiento de los procesos de automatización. Zabala (2003) sugiere que el currículo por competencias debe colocar al estudiante en circunstancias que requieran la combinación de actitudes, habilidades y conocimientos. Esta experiencia demostró cómo los estudiantes fortalecieron su habilidad para convertir lo abstracto en soluciones técnicas eficaces.

d) Examinar de manera critica el proceso laboral y tomar decisiones basadas en fundamentos.

Cuando los alumnos detectaron fallas en sus ensamblajes, debatieron sobre sus causas y las corrigieron sin intervención de los docentes, se demostró este resultado, incluyendo la reflexión técnica y ética en la toma de decisiones. Al ver que los alumnos discutían sus motivos, reflexionaban acerca de sus fallos y los corregían sin la intervención directa del profesor, este resultado se reforzó.

La incorporación de instantes para la autoevaluación y el análisis en grupo fomentó una postura ética y crítica hacia el aprendizaje. Según Schön (1983), el profesional reflexivo aprende al actuar, interpretando y corrigiendo sus decisiones en tiempo

real. Los alumnos pudieron desarrollar el pensamiento metacognitivo, que es fundamental para actuar éticamente y de manera autónoma en entornos industriales, gracias a esta experiencia.

En general, los resultados de aprendizaje indican que la experiencia adquirida en el módulo de Automatización Neumática ayuda considerablemente a la educación completa del Ingeniero Industrial, al vincular habilidades organizativas, éticas y colaborativas con conocimientos técnicos. La aplicación práctica de esquemas neumáticos, la administración de proyectos en escenarios reales y el análisis crítico del proceso técnico demuestran una capacitación pertinente, ubicada y acorde con el perfil profesional. Esta articulación del currículo es una respuesta a las demandas de la educación superior moderna, que, según indica Barnett (2001), tiene que formar a los alumnos para que se comporten de manera autónoma, responsable y flexible en situaciones complejas y cambiantes. De esta manera, la experiencia no solo confirma lo que se ha aprendido, sino que también potencia la capacidad de los profesionales del futuro para afrontar con criterio humano y técnico retos reales.

3.2. Listado de actividades claves

Conforme al principio de alineación constructiva que Biggs y Tang (2011) propusieron, estas actividades se establecieron y llevaron a cabo en consonancia con los resultados de aprendizaje establecidos, lo cual garantizó que cada acción pedagógica aportara directamente al desarrollo de competencias profesionales significativas. Entre las actividades implementadas en esta experiencia destacan:

- Diseño de soluciones técnicas basadas en diagramas neumáticos.
- Solución de contingencias operativas de manera inmediata.
- Simulación de entornos industriales a través de prácticas integradas.
- Registro reflexivo de aciertos y equivocaciones.

3.3. Relación con resultados de aprendizajes

- Diseño de soluciones técnicas basado en diagramas neumáticos

Esta actividad se enfocó en desarrollar el resultado de aprendizaje "Comprender y aplicar los principios de la automatización neumática en situaciones industriales específicas", porque posibilitó que los alumnos utilizaran sus conocimientos teóricos para diseñar sistemas funcionales. La traducción a montajes reales y la interpretación de símbolos requirieron exactitud tanto en términos conceptuales como operativos, lo cual robusteció la

habilidad técnica en escenarios reales. Para consolidar aprendizajes de valor, según Zabala (2003) es fundamental que exista coherencia entre lo que se enseña y lo que se realiza.

- **Solución de contingencias operativas de manera inmediata**
Esta actividad buscó desarrollar el resultado "Comprender y aplicar los principios de la automatización neumática en contextos industriales específicos", al permitir que los alumnos transformaran esquemas teóricos en sistemas funcionales, integrando teoría y práctica mediante análisis técnico y ejecución precisa. Según Biggs y Tang (2011), el aprendizaje significativo ocurre cuando las actividades se alinean con los resultados esperados y promueven la autonomía. Asimismo, se fortaleció el resultado "Coordinar y ejecutar proyectos de colaboración en contextos con limitaciones físicas", ya que los estudiantes enfrentaron situaciones que exigieron reorganización, negociación y gestión eficiente de recursos, demostrando colaboración y adaptabilidad, tal como señalan Villa y Poblete (2008).

- Simulación de entornos industriales a través de prácticas integradas
Como permitió que los alumnos entendieran la secuencia completa de un proceso automatizado, desde el diseño lógico hasta su ejecución física, esta actividad estuvo dirigida a desarrollar la capacidad de "Interpretar diagramas lógicos en montajes funcionales". La validación funcional de los sistemas y la integración de tareas reforzaron las habilidades técnicas y metodológicas. Según Zabala (2003), se alcanza la coherencia didáctica cuando el alumno aplica sus conocimientos a circunstancias reales que requieren soluciones técnicas específicas.

- Registro reflexivo de aciertos y equivocaciones
Esta actividad estuvo dirigida a potenciar el resultado "Examinar de forma crítica el proceso laboral y tomar decisiones fundamentadas", fomentando la autoevaluación y la evaluación ética de las decisiones técnicas que se tomaron en las prácticas. Los alumnos, gracias a la práctica de reflexión, pudieron identificar sus aciertos y errores, lo cual fomentó una actitud responsable y crítica ante el aprendizaje. Schön (1983) afirma que el profesional reflexivo aprende en la acción, interpretando y modificando sus decisiones sobre la marcha esto es crucial en escenarios industriales complejos.

4. Evidencias del proceso formativo

4.1. Identificación de evidencias

a) Diseño de soluciones técnicas a partir de esquemas neumáticos

El conjunto de planos funcionales y la construcción física de circuitos neumáticos en funcionamiento, realizados por los alumnos con base en diagramas simbólicos, sirvieron como prueba concreta de esta actividad, lo que evidencio su dominio técnico y habilidad para aplicar sus conocimientos a contextos específicos.

b) Solución de contingencias operativas de manera inmediata

La prueba tangible de esta actividad fue el ajuste de cronogramas y la reconfiguración de funciones en los equipos, que se documentaron en diarios laborales y que evidencian la toma conjunta de decisiones frente a limitaciones materiales.

c) Simulación de entornos industriales a través de prácticas integradas.

La realización de prácticas secuenciales que replicaban procesos de producción reales, entre ellas la validación funcional de sistemas automatizados, constituyó la prueba palpable de esta actividad y facilitó la observación de la combinación de conocimientos técnicos y metodológicos.

d) Registro reflexivo de aciertos y equivocaciones

El portafolio individual de reflexión fue la prueba tangible de esta actividad. En él, cada alumno examinó sus aciertos, errores y decisiones técnicas, lo que demostró su pensamiento crítico y su conciencia ética respecto a su actuación profesional.

5. Síntesis de trazabilidad

La conexión entre las actividades, los resultados y las evidencias indica que el módulo de Automatización Neumática logró una fuerte coherencia didáctica al unir el conocimiento técnico con habilidades organizativas, reflexivas y colaborativas. Cada actividad posibilitó la movilización de habilidades específicas en contextos auténticos, produciendo pruebas tangibles que corroboran el aprendizaje logrado.

Esta relación entre lo que se enseña, lo que se hace y lo que se demuestra está en línea con la perspectiva de formación para la complejidad propuesta por Barnett (2001), según la cual el alumno no solo obtiene conocimientos, sino que también los convierte en actos profesionales relevantes. Por lo tanto, el módulo

no solamente satisface las metas curriculares, sino que también potencia la capacidad crítica y la empleabilidad del ingeniero industrial de mañana.

6. Reflexión curricular y tensiones del proceso

6.1. Reflexión sobre la alineación curricular

La experiencia contribuye al currículo porque une conocimientos técnicos, organizacionales y reflexivos en contextos reales de automatización neumática, lo que refuerza la educación integral del ingeniero industrial. Cuando se llevan a cabo tareas que requieren la interpretación de esquemas, la administración cooperativa y el establecimiento de decisiones éticas, se promueve un aprendizaje contextual que responde a los retos del entorno productivo.

Esta integración curricular muestra una perspectiva flexible, como sugiere Zabala (2003), lo que posibilita ajustar los contenidos a las circunstancias concretas del aula y del entorno profesional. Asimismo, siguiendo a Barnett (2001), se fomenta una formación orientada hacia la complejidad. En esta, el alumno desarrolla habilidades que van más allá de lo técnico y lo capacitan para desempeñarse con autonomía y criterio en diferentes contextos laborales.

6.2. Tensiones y desafíos al vincular la práctica con el currículo

Un reto al relacionar la experiencia con el currículo fue conseguir que las tareas practicas cumplieran, a la vez, con los resultados de aprendizaje fijados y con las circunstancias reales del ambiente educativo. La falta de recursos técnicos y la variedad de ritmos en los alumnos requirieron modificaciones metodológicas continuas, lo que generó tensión en la planificación original. Como indica Barnett (2001), esta incertidumbre es intrínseca a la educación superior actual, en la que son fundamentales la flexibilidad y la habilidad de adaptarse.

Además, como indican Biggs y Tang (2011), para sostener la coherencia entre lo que se enseña, lo que se evalúa y lo que se ejercita, es necesario tomar decisiones pedagógicas pensadas, sobre todo cuando el contexto desafía las premisas curriculares. En esta línea, el rol del docente se vuelve estratégico, como sostiene Schön (1983), al desempeñar la función de mediador entre el diseño curricular y lo que sucede en la realidad de la experiencia.

7. Aprendizajes y proyección profesional

7.1. Aprendizajes obtenidos y proyección hacia la práctica profesional

Este ejercicio de alineación curricular me ayudó a entender que la congruencia entre las actividades, los resultados y las evidencias no solo enriquece el diseño pedagógico, sino que también promueve la creación de competencias profesionales genuinas. Al examinar cada elemento desde una perspectiva reflexiva, me percaté de que es crucial contextualizar el currículo sin dejar de lado los estándares de formación.

Según Díaz (2009), el método basado en competencias requiere que el maestro funcione como un intermediario entre los conocimientos de la disciplina y las exigencias del ambiente. Esta experiencia me impulsa a una práctica más deliberada, en la que cada decisión pedagógica se ajuste a estándares de pertinencia, flexibilidad y trazabilidad, como lo proponen Biggs y Tang (2011) y Schön (1983) en sus planteamientos acerca de la enseñanza significativa y la práctica reflexiva.

7.2. Síntesis curricular vínculo entre experiencia y currículo

Un reto al relacionar la experiencia con el currículo fue conseguir que las tareas prácticas cumplieran, a la vez, con los resultados de aprendizaje fijados y con las circunstancias reales del ambiente educativo. La falta de recursos técnicos y la variedad de ritmos en los alumnos requirieron modificaciones metodológicas continuas, lo que generó tensión en la planificación original.

Como indica Barnett (2001), esta incertidumbre es intrínseca a la educación superior actual, en la que son fundamentales la flexibilidad y la habilidad de adaptarse. Asimismo, como indican Biggs y Tang (2011), para sostener la coherencia entre lo que se enseña, lo que se evalúa y lo que se ejercita, es necesario tomar decisiones pedagógicas pensadas, sobre todo cuando el contexto desafía las premisas curriculares.

8. Proyección del aprendizaje hacia el análisis de resultados

La incorporación de evidencias, competencias, resultados y reflexión curricular asegura que podamos llevar a cabo el análisis de los resultados del sobre una base firme y contextualizada. La experiencia adquirida demostró que el diseño por competencias no solamente organiza el aprendizaje, sino que también lo vincula con prácticas auténticas que robustecen el perfil profesional del alumno.

Esta trazabilidad entre lo que se planeó y lo que se evidenció posibilita un análisis crítico del impacto formativo, lo cual permite proyectar cambios, mejoras y nuevas estrategias para experiencias venideras. Esta conclusión posibilita un examen más detallado del alcance de los aprendizajes, en consonancia con los estándares académicos y las necesidades del ambiente industrial.

Este cierre establece el camino para una evaluación crítica del impacto formativo en situaciones concretas, y al mismo tiempo refuerza la coherencia entre competencias, resultados y evidencias.

Estrategias núcleo, soportes y contingencias en la experiencia de automatización neumática

1. Recapitulación curricular

Después de haber determinado las destrezas curriculares adquiridas, el libro se enfoca ahora en enseñar cómo estas se alcanzaron en la práctica a través de tácticas didácticas contextualizadas que posibilitaron la articulación entre técnica, teoría y reflexión en escenarios concretos de automatización neumática. La experiencia demostró que los alumnos no solo adquirieron conocimientos técnicos, sino que también cultivaron competencias colaborativas, organizacionales y éticas, que son fundamentales para la identidad profesional del ingeniero industrial.

Los registros reflexivos, los montajes funcionales y la dirección de proyectos bajo condiciones limitadas demuestran que el currículo fue ejecutado con profundidad y pertinencia. El análisis de la ingeniería didáctica se realiza en este cierre curricular, en donde se examinarán las decisiones pedagógicas que respaldaron la experiencia y su impacto en términos formativos.

El próximo segmento se refiere a la secuencia estratégica puesta en marcha, que comprende las estrategias de indagación, soporte y contingencia, estas fueron las que se utilizaron para articular la experiencia de formación en Automatización Neumática. Estas medidas, creadas para abordar las limitaciones materiales y fortalecer el aprendizaje colaborativo, posibilitaron que las competencias curriculares se concretaran en prácticas observables y específicas.

Mediante decisiones pedagógicas contextualizadas, se consiguió convertir el diseño teórico en una intervención didáctica efectiva, en la que tanto los profesores como los alumnos desempeñaron roles activos en la creación del conocimiento. Esta vuelta de la narración permite que se analice la ingeniería didáctica, exponiendo las tácticas que sustentaron la experiencia y los medios que hicieron posible su realización.

2. Estrategias núcleo

2.1. Identificación de estrategias núcleo

Las decisiones pedagógicas esenciales que respaldan la experiencia de formación, conectando el diseño curricular con la práctica real, son las estrategias núcleo. Estas tácticas, en el marco de la instrucción de Automatización Neumática, posibilitaron que las restricciones materiales se convirtieran en oportunidades para aprender, produciendo resultados perceptibles y pruebas

concretas que corroboran la intervención pedagógica. Entre las estrategias núcleo implementadas destacan:

a) Rotación de roles colaborativos en prácticas técnicas
Para asegurar que todos participaran de manera equitativa y para promover el desarrollo de habilidades organizativas, esta estrategia consistió en designar funciones concretas a cada grupo, como montador, verificador lógico y analista de errores. La serie de eventos abarcó encuentros anteriores, planificación de actividades y ejecución técnica, lo que posibilitó que todos los alumnos experimentaran el proceso integral de automatización. Esta medida estuvo vinculada directamente con el resultado de "Coordinar y ejecutar proyectos en entornos con limitaciones físicas", y como prueba dejó los informes de rendimiento y las bitácoras grupales.

b) Simulación secuencial de Procesos Industriales
Se desarrollaron prácticas integradas que reproducen el flujo total de un sistema automatizado, desde la concepción lógica hasta la validación de su funcionamiento. Con esta estrategia, los alumnos pudieron entender la lógica operativa de los circuitos y emplear sus conocimientos en situaciones reales. La secuencia abarcó la evaluación de diagramas, la construcción física y las pruebas de rendimiento. Se vincula con la conclusión "Interpretar diagramas lógicos en montajes funcionales" y se observó en los circuitos operativos, así como en los registros técnicos de laboratorio.

c) Autoevaluación reflexiva y revisión entre pares
Se introdujeron instantes concretos para que los alumnos examinaran sus fallos, defendieran sus resoluciones técnicas y sugirieran mejoras. Esta táctica promovió el razonamiento ético y crítico, además de reforzar la autonomía a nivel profesional. La secuencia abarcó portafolios individuales, discusiones técnicas y comentarios entre colegas. Se relaciona con el resultado "Analizar de manera crítica el proceso laboral y tomar decisiones fundamentadas", lo cual se reflejó en las rúbricas de evaluación y los portafolios reflexivos.

Estas estrategias fundamentales no solo abordaron los retos del ámbito educativo, sino que además aseguraron la coherencia entre competencias, evidencias y actividades. Cuando se aplican de manera intencionada y contextual, posibilitan que el aprendizaje sea significativo, transferible y contextualizado, tal como sugieren Biggs y Tang (2011) y Schön (1983). En la siguiente sección se examinará la ingeniería didáctica que las respalda,

evidenciando cómo cada decisión del docente tuvo un impacto directo en el desarrollo profesional de los alumnos.

2.2. Relato secuencial, desarrollo y coherencia de las estrategias aplicadas

a) Rotación de roles colaborativos en prácticas técnicas

La puesta en marcha se inició con la creación de equipos de trabajo, en los que cada alumno desempeñaba un papel determinado; analista de errores, montador y verificador lógico. Se llevaba a cabo una corta reunión previa a cada práctica para asignar tareas y revisar el diagrama neumático. Mientras el docente supervisaba y documentaba la actuación, los alumnos realizaban sus tareas de manera independiente durante la ejecución. Al concluir, se efectuaba una autoevaluación en grupo y se intercambiaban los roles para la próxima sesión.

Esta secuencia propició que todos experimentaran el proceso de automatización en su totalidad, lo cual robusteció la habilidad de "Ejecutar y coordinar proyectos en entornos con limitaciones físicas" y dejó como prueba los reportes de rendimiento y las bitácoras técnicas.

b) Simulación secuencial de Procesos Industriales

La estrategia consistió en crear prácticas que reprodujeran todo el flujo de un sistema automatizado. Se comenzó con el estudio de las necesidades técnicas, luego se diseñó lógicamente el circuito, se planificaron los recursos y finalmente se llevó a cabo físicamente.

Los alumnos tenían que validar la operatividad del sistema y registrar las modificaciones implementadas. Esta secuencia posibilitó la integración de saberes metodológicos y técnicos, fomentando la capacidad "Interpretar diagramas lógicos en montajes funcionales". Los circuitos operativos, las rúbricas de validación funcional y los registros técnicos fueron parte de las pruebas.

c) Autoevaluación reflexiva y revisión entre pares

Al finalizar cada práctica, se destinaban diez minutos para que los alumnos reflexionaran sobre sus decisiones técnicas, identificaran posibles errores y propusieran mejoras. Durante este espacio, se generaban discusiones entre compañeros en las que se contrastaban perspectivas y se justificaban las acciones realizadas. El docente orientaba el diálogo sin intervenir de forma directa, promoviendo así la autonomía y el pensamiento crítico.

Esta secuencia fortaleció la competencia "Analizar de manera crítica el proceso laboral y tomar decisiones fundamentadas",

evidenciada en los portafolios reflexivos, las rúbricas de autoevaluación y los registros de revisión entre pares.

Las tres estrategias centrales se articularon de manera coherente con los resultados de aprendizaje, conforme a lo que Biggs y Tang (2011) denominan alineación constructiva. Cada acción pedagógica fue diseñada para activar habilidades específicas en contextos reales, generando evidencias tangibles del impacto formativo. En conjunto, la experiencia no solo respondió a los desafíos del entorno, sino que también consolidó una práctica docente transformadora, reflexiva y contextualizada, sustentada en una sólida ingeniería didáctica.

2.3. Conexión con resultados

d) Rotación de roles colaborativas en prácticas técnicas

Esta estrategia ayudó a lograr el resultado de aprendizaje "Realizar y coordinar proyectos en entornos con limitaciones físicas", como se observó en la organización independiente de los equipos, la asignación estratégica de tareas y la mejora del tiempo en el laboratorio. Los alumnos adquirieron capacidades de liderazgo, administración en equipo y comunicación al desempeñarse en roles rotativos, las cuales son esenciales para el perfil profesional del ingeniero industrial. Según Zabala (2003) afirma que el currículo basado en competencias debe ubicar al alumno en situaciones que requieran la combinación de conocimientos, actitudes y habilidades; esta estrategia fue capaz de conseguirlo.

e) Simulación secuencial de Procesos Industriales

El resultado "Interpretar diagramas lógicos en montajes que funcionen" se vio reforzado por esta estrategia, porque los alumnos pudieron experimentar el ciclo integral de automatización, desde el diseño lógico hasta la validación funcional. Las pruebas incluyeron registros técnicos, circuitos operativos y rúbricas de evaluación. Biggs y Tang (2011) sostienen que la consistencia entre lo que se enseña, lo que se evalúa y lo que se aplica se hizo realidad en esta secuencia, la cual combinó teoría y práctica en circunstancias reales.

f) Autoevaluación reflexiva y revisión entre pares

Esta estrategia tuvo un efecto directo en el resultado "Examinar críticamente el proceso laboral y tomar decisiones fundamentadas", lo cual se observó en las discusiones técnicas, los portafolios reflexivos y la habilidad de los alumnos para rectificar errores sin necesidad de la intervención del docente. Como sugiere Schön (1983), la práctica reflexiva posibilitó que los alumnos desarrollaran autonomía en la toma de decisiones técnicas, pensamiento metacognitivo y ética profesional.

2. Síntesis integradora

Las estrategias núcleo, en conjunto, organizan la secuencia de operaciones que posibilitó convertir una planificación curricular en una experiencia educativa situada, analítica y técnica. La rotación de roles, la simulación de procesos industriales y la autoevaluación crítica no solamente fueron respuestas a los retos logísticos del contexto, sino que también produjeron aprendizajes relevantes que se reflejan en productos

3. Identificación de soportes

3.1. Importancia de los soportes en la experiencia

A pesar de que las estrategias núcleo fueron fundamentales para el triunfo de la experiencia, su ejecución no habría sido factible sin una serie de apoyos logísticos, metodológicos e institucionales que aseguraron su viabilidad. Aunque estos componentes complementarios no reemplazan la innovación pedagógica, sí la hacen posible al ofrecer las condiciones básicas para que las actividades educativas se lleven a cabo de manera continua y eficaz.

En esta sección, se presentan los soportes más importantes que respaldaron la experiencia de Automatización Neumática, exponiendo su rol en la sustentabilidad del proceso educativo.

a) Infraestructura institucional adaptada

A pesar de las restricciones de espacio en el laboratorio, se logró la rotación de grupos mediante el manejo de horarios extendidos y la reorganización del equipamiento. Esta actividad institucional posibilitó que los alumnos accedieran a los recursos de manera equitativa, sin poner en riesgo la calidad de las prácticas.

El soporte físico fue fundamental para garantizar la fluidez de la estrategia de roles colaborativos, lo que demuestra que, a pesar de ser limitada, la infraestructura puede mejorarse con una gestión pedagógica intencionada.

b) Herramientas metodológicas (rúbricas y portafolios)

Se crearon rúbricas concretas para analizar la colaboración en grupo, el rendimiento técnico y la reflexión crítica. Asimismo, se puso en práctica el empleo de portafolios individuales como lugar para la metacognición y la autoevaluación.

Estas herramientas posibilitaron que la observación de los profesores se sistematizara y que se pudiera hacer un seguimiento al avance de cada alumno. El acompañamiento metodológico hizo más fuerte la trazabilidad de los aprendizajes y simplificó

el vínculo entre las estrategias fundamentales y los resultados de aprendizaje previstos.

c) Acompañamiento formativo y asesoría técnica

Durante el desarrollo del semestre, se brindaron sesiones adicionales de asesoramiento técnico para aclarar dudas sobre el montaje físico, la lógica de automatización y la simbología neumática. Estas sesiones fueron fundamentales para cerrar las lagunas conceptuales y fortalecer el traspaso de conocimiento entre la teoría y la práctica.

El acompañamiento formativo sirvió como apoyo directo para la estrategia de simulación de procesos industriales, garantizando que los alumnos tuviesen la capacidad de llevar a cabo sus proyectos con más precisión y autonomía.

d) Estrategias de comunicación interna

Se instauraron vías de comunicación entre los alumnos y los docentes a través de plataformas digitales, en las que se intercambiaban diagramas, instrucciones y retroalimentaciones. Esta táctica posibilitó que el aprendizaje continuara más allá del laboratorio y ayudó a coordinar tareas y roles. Para mantener la técnica de revisión entre pares y promover una cultura de diálogo técnico, el soporte comunicacional fue esencial.

3.2. Impacto y Sostenibilidad de los Soportes.

Los soportes aplicados no solo hicieron más fácil la implementación de las estrategias núcleo, sino que además reforzaron la experiencia como un sistema pedagógico en su totalidad. Se consiguió una aplicación coherente, contextualizada y replicable al combinar acciones formativas, herramientas metodológicas y recursos institucionales.

Para los alumnos más avanzados, estos soportes constituyen el fundamento para reflexionar acerca de la sostenibilidad de la innovación en educación, la cual se define como el poder de sostener prácticas que generan cambios en contextos reales, pese a las limitaciones. Las experiencias han demostrado que el soporte no es un complemento, sino que es un elemento fundamental para la creación de aprendizajes relevantes.

3.3. Desarrollo narrativo, descripción y función de los soportes utilizados

e) Infraestructura institucional adaptada

Esta asistencia se llevó a cabo mediante la reorganización del empleo del laboratorio, incluyendo horarios más amplios y la rotación de grupos, debido a que fue implementada como reacción

inmediata ante las limitaciones en el espacio físico. Con la ayuda de la coordinación académica, se administró para que cada equipo pudiera acceder a la estación de trabajo de manera equitativa.

Esta acción ha hecho posible que se aplique la estrategia de roles colaborativos de manera efectiva, lo cual ha reducido los tiempos de espera y ha incrementado la participación. Fullan (2007) sostiene que las condiciones institucionales tienen que favorecer la transformación educativa; en este sentido, la adaptación del espacio fue fundamental para mantener la innovación pedagógica.

f) Herramientas metodológicas (rúbricas y portafolios)

Esta ayuda se basó en la creación de rúbricas particulares para analizar el rendimiento técnico, la colaboración y la reflexión crítica, ya que se implementó como herramienta de seguimiento y retroalimentación constante. Se implementó a través de la entrega de portafolios individuales, en los que los alumnos anotaban sus aciertos, fallos y resoluciones técnicas.

Esta herramienta hizo posible que la observación de los docentes se sistematizara y que el progreso en competencias quedara evidenciado. Tuvo un efecto doble impulsó la metacognición y consolidó el rastreo del aprendizaje. Como argumenta Fullan (2007), la utilización de instrumentos claros y compartidos optimiza la congruencia entre lo que se enseña y lo que se evalúa.

g) Acompañamiento formativo y asesoría técnica

Se incorporaron sesiones adicionales de asesoría técnica acerca de simbología neumática y lógica de automatización, ya que se implementó para cerrar las brechas conceptuales identificadas en las prácticas iniciales. Se implementó a través de breves reuniones antes o después del laboratorio, en las cuales se aclaraban preguntas específicas y se fortalecían contenidos esenciales.

Esta acción posibilitó que los alumnos afrontaran las monturas con más exactitud y confianza, lo cual fortaleció la transferencia entre la teoría y la práctica. Fullan (2007) subraya que el acompañamiento a nivel profesional es fundamental para mantener la transformación en este caso, fue un pilar para fortalecer la independencia técnica del alumno.

h) Estrategias de comunicación interna

Esta asistencia incluyó el establecimiento de canales digitales de comunicación entre alumnos y docentes, ya que se utilizó como medio para coordinar tareas, intercambiar recursos y brindar retroalimentación. Se llevó a cabo a través de plataformas institucionales y agrupaciones formadas por equipos, en las cuales se hacían públicos diagramas, instrucciones y observaciones.

Esta táctica posibilitó sostener el aprendizaje más allá del laboratorio y fortalecer la cultura de diálogo técnico. Fullan (2007) sostiene que para una implementación sostenida de innovaciones educativas es necesario comunicarse de manera eficaz.

3.4. Conexión con núcleo

La estrategia fundamental de rotación de roles colaborativos se robusteció debido al apoyo de una infraestructura institucional adaptada, ya que posibilitó que los equipos tuvieran un acceso igualitario al laboratorio a través de una gestión del tiempo y del espacio que mejoró la utilización del recurso físico. Esta conexión entre soporte y estrategia aseguró que todos los alumnos experimentaran el proceso entero de automatización sin que las restricciones materiales impactaran negativamente la calidad de la experiencia. Bolívar (2012) sostiene que para generar una cultura de innovación se necesitan condiciones institucionales que permitan el cambio, y en este caso, la reestructuración del entorno fue fundamental para mantener una participación justa y eficaz.

El soporte de asesoría técnica complementaria contribuyó a fortalecer la estrategia núcleo de simulación secuencial de procesos industriales, al posibilitar el cierre de brechas conceptuales en lo que respecta a simbología neumática y lógica de automatización. Este seguimiento educativo proporcionó a los alumnos seguridad y exactitud, lo que hizo más fácil la realización independiente de los montajes. La vinculación entre la estrategia y el soporte aseguró que el aprendizaje fuera contextualizado y transferible, siguiendo con el concepto de que cuando se acompaña a la innovación educativa con recursos humanos especializados que fortalezcan la práctica, esta se sostiene.

La reflexión y revisión entre pares, así como la autoevaluación, se vieron reforzadas por el apoyo de herramientas metodológicas como las rúbricas y los portafolios, que facilitaron la observación docente y fomentaron la metacognición. Gracias a contar con criterios definidos y espacios para reflexionar, los alumnos pudieron examinar sus decisiones técnicas y rectificar errores con mayor autonomía. Esta articulación confirma lo que Bolívar (2012) sostiene que la cultura de innovación no solo depende de las ideas, sino también de los instrumentos que permiten convertirlas en prácticas sostenibles.

En términos generales, las estrategias de soporte favorecen la sostenibilidad del ecosistema pedagógico al permitir que la innovación educativa se concrete en condiciones reales. La comunicación interna, el apoyo técnico, las herramientas metodológicas

y la infraestructura adaptada no solo hicieron posible que las estrategias núcleo se implementaran, sino también que se mantuvieran y pudieran reproducirse.

Estos soportes funcionaron como columnas que mantienen la práctica reflexiva, colaborativa y contextualizada, posibilitando que el aprendizaje tenga lugar en situaciones auténticas. Según Wenger (1998), para que las comunidades de práctica funcionen, necesitan ambientes que promuevan la participación significativa y el intercambio de conocimientos en esta situación, los soportes fueron el andamiaje que permitió la creación de dicha comunidad de aprendizaje técnico.

4. Contingencia e Imprevistos

4.1. Identificación de imprevistos

Para garantizar la trazabilidad entre las acciones llevadas a cabo y los resultados obtenidos en toda experiencia educativa situada, es preciso reconocer no solo los éxitos, sino también las dificultades afrontadas. La innovación pedagógica no sigue un camino lineal se desarrolla en medio de contingencias que ponen a prueba la planificación inicial.

Reconocer los imprevistos facilita entender la manera en que las estrategias fueron reconfiguradas sin dejar de lado las competencias esperadas. Esta actividad consolida la confiabilidad del proceso y facilita el seguimiento de riesgos como una parte esencial del ecosistema estratégico. Entre los principales imprevistos que enfrentamos estuvieron:

a) Limitación de tiempo para practicas técnicas

Todos los grupos no lograron concluir sus montajes a fondo debido a que la duración de las sesiones de laboratorio fue insuficiente. Esta circunstancia se presentó en múltiples días, lo cual tuvo un impacto negativo en la continuidad de la instrucción práctica.

b) Resistencia inicial a la rotación de roles

Unos alumnos expresaron incomodidad al asumir roles ajenos a su zona de confort, sobre todo en actividades relacionadas con el análisis reflexivo o la verificación lógica. Esta resistencia se manifestó durante los primeros ciclos de colaboración.

c) Problemas técnicos con los equipos neumáticos

Se detectaron averías en compresores, válvulas y conexiones, lo que requirió la reconfiguración de los circuitos o el intercambio de elementos entre equipos. Esta eventualidad fue reiterada y requirió modificaciones instantáneas en la planificación.

d) Desigualdad en los ritmos de aprendizaje

Debido a la diversidad del grupo, hubo variaciones en la rapidez de ejecución y el entendimiento técnico, lo cual complicó la sincronización de tareas y el análisis justo en ciertos momentos del proceso.

Estos imprevistos, en vez de debilitar la experiencia, demuestran que es necesario incluir mecanismos de monitoreo y respuesta en el diseño pedagógico. Según lo que propone Fullan (2007), la transformación educativa demanda flexibilidad a nivel institucional y habilidad para adecuarse a situaciones inesperadas. Bolívar (2012) también afirma que la cultura de innovación se robustece a medida que se identifican las tensiones y se producen respuestas contextualizadas. La trazabilidad, en este contexto, no solo supone seguir el plan, sino también registrar la manera en que se adapta a los retos concretos del ambiente educativo.

4.2. Relato narrativo de contingencias y respuestas pedagógicas

a) Limitación de tiempo para prácticas técnicas

Se explicó la estrategia de contingencia, que se basó en reestructurar las tareas y los cronogramas antes mencionados, cuando se limitó el tiempo de las sesiones de laboratorio. Esta estrategia incluía la asignación de actividades preparatorias fuera del aula, como la organización de roles y el análisis de diagramas. Esta acción permitió que el tiempo en el laboratorio se utilizara solo para la puesta a punto y validación técnica.

La solución fue productiva porque mejoró la utilización del espacio y disminuyó los tiempos de espera, lo que hizo más fuerte la trazabilidad entre planificación y ejecución. La credibilidad de una experiencia educativa se fortalece cuando se registran las adaptaciones que se llevan a cabo frente a circunstancias reales, como indica Stake (1995).

b) Resistencia inicial a la rotación de roles

La estrategia de contingencia fue explicada a través de acuerdos internos y espacios para reflexionar en grupo, cuando algunos alumnos mostraron resistencia a desempeñar roles colaborativos. Estos últimos incluyeron reuniones cortas previas a cada práctica, las cuales tenían como objetivo debatir la relevancia de cada rol y acordar su reparto.

Esta medida facilitó que los alumnos comprendieran la importancia pedagógica de la rotación y se apropiaran del proceso. Se notó una reducción gradual de la resistencia y se vio un aumento en la participación equitativa. Esta respuesta corrobora que, para mantener el compromiso en contextos colaborativos, la flexibilidad de la metodología es crucial.

c) Problemas técnicos con los equipos neumáticos

Cuando hubo problemas en los componentes neumáticos, se explicó la estrategia de contingencia, que se basó en el uso compartido de recursos y la simulación digital adicional. Esta consistió en reestructurar los turnos para usar los equipos y emplear un programa informático de simulación para comprobar los circuitos antes del ensamblaje físico. Esta solución posibilitó la continuidad del ritmo de aprendizaje y eludir interrupciones largas.

Asimismo, al demostrar que la creatividad pedagógica frente a las limitaciones es lo que determina la innovación y no únicamente la infraestructura, se potenció la destreza técnica del equipo para adaptarse.

d) Desigualdad en los ritmos de aprendizaje

Se expuso la estrategia de contingencia a través de tutorías entre pares y ajustes en la evaluación formativa, que incluyó permitir que los alumnos con un dominio técnico más elevado asistieran a sus compañeros durante las prácticas y hacer más flexibles los criterios de evaluación para validar el avance individual, cuando se detectó la disparidad en los ritmos de aprendizaje entre los estudiantes.

Esta acción fomentó la inclusión y el aprendizaje en colaboración, lo que fortaleció el aspecto subjetivo de la experiencia. La validez de un estudio de caso se ve reforzada al presentar las respuestas contextualizadas que hacen posible llegar a los resultados previstos, como indica Stake (1995).

4.3. Conexión con logros

Fue factible conservar el resultado a lo largo del tiempo debido a estas contingencias, pues cada táctica empleada frente a lo inesperado hizo posible que se mantuviera la atención en las competencias curriculares sin apartarse de la meta formativa. El uso de recursos compartidos, la tutoría entre pares, el acompañamiento reflexivo y la reorganización de los tiempos no solo eliminaron las barreras inmediatas, sino que también produjeron aprendizajes emergentes que fortalecieron el ecosistema estratégico.

Los alumnos consiguieron llevar a cabo montajes funcionales, pensar sobre sus elecciones técnicas y trabajar juntos en contextos reales, alcanzando así los resultados previstos. Según Yin (2014), la validez de una experiencia educativa se robustece cuando los resultados permanecen a pesar de las contingencias, evidenciando que una planificación flexible y una respuesta situada son fundamentales para la sostenibilidad pedagógica.

5. Síntesis y aprendizajes

5.1. Síntesis de aprendizajes

Estos sucesos enseñaron que la innovación necesita flexibilidad, trazabilidad y capacidad de reacción frente a lo imprevisto. La experiencia mostró que los resultados del aprendizaje no se basan únicamente en la planificación inicial, sino también en la capacidad del docente para modificar las estrategias, mantener el enfoque formativo y crear evidencias significativas en situaciones reales.

Al incluir contingencias, la credibilidad del proceso se vio fortalecida y los alumnos pudieron adquirir competencias de colaboración, reflexión y técnicas. Según Fullan (2007), el cambio educativo sustentable se desarrolla a partir de la práctica contextualizada, en la que cada determinación pedagógica es una respuesta a una necesidad específica. Este caso demuestra que la coherencia curricular no se alcanza eludiendo las dificultades, sino abordándolas con una perspectiva estratégica.

5.2. Síntesis de la arquitectura del ecosistema estratégico

En términos generales, esta estructura estratégica muestra que el equipo es un sistema articulado con la habilidad de adaptarse, sostenerse y crecer en función de las circunstancias reales del entorno educativo. No solo se lograron los resultados de aprendizaje con la combinación de estrategias centrales, estratégicas y de contingencia, sino que también se logró desarrollar una experiencia educativa consistente, ubicada y reproducible. Cada elemento cumplió una función específica, sin embargo, su valor se derivó de la interacción con los demás, creando un ecosistema pedagógico que sigue el razonamiento de los sistemas vivos son flexibles, interrelacionados y tienen la capacidad de aprender.

Según González (2015), la innovación educativa se produce a partir de un vínculo estratégico entre el contexto, la intención y la respuesta. González interpreta el pensamiento complejo de Edgar Morin como una manera de entender el todo sin dejar de observar las partes. Esta vivencia lo corrobora.

6. Ecosistema estratégico

6.1. Vinculación de las estrategias núcleo, soporte y contingencia

Las estrategias núcleo se apoyaron en una estructura que incluía soporte institucional, metodológico y formativo esto posibilitó su aplicación en situaciones reales. Por otro lado, las de contingencia operaban como mecanismos adaptativos para asegurar la continuidad del proceso a pesar de los imprevistos.

Asimismo, las reflexiones críticas se sostuvieron a través de tutorías y una comunicación interna constante, lo que favoreció una dinámica de aprendizaje activa, autónoma y contextualizada. Las estrategias de contingencia, como la redistribución del tiempo o el uso conjunto de recursos, ayudaron a mantener los resultados sin perder la orientación formativa cuando aparecieron dificultades.

6.2. Relato de la arquitectura del ecosistema estratégico

El ecosistema estratégico se puede concebir como un conjunto de capas que dependen unas de otras y que conectan la experiencia educativa, desde su propósito pedagógico hasta su implementación en un contexto específico. El núcleo operativo del proceso está formado por estrategias como la reflexión crítica, la rotación de roles y la simulación técnica. No obstante, su viabilidad dependió de elementos institucionales como el acompañamiento técnico, las rúbricas metodológicas y una infraestructura adaptada.

Estos soportes desempeñaron el papel de pilares que sostuvieron la acción pedagógica, posibilitando que los alumnos vivieran la experiencia en condiciones reales. Las estrategias de contingencia, como la reprogramación de tiempos, el uso compartido de recursos y las tutorías entre pares, funcionaron como mecanismos de ajuste que previnieron que el flujo formativo se interrumpiera cuando surgieron situaciones imprevistas.

Esta arquitectura no se rige por una lógica lineal, sino por una dinámica sistémica en la que cada elemento tiene un papel concreto dentro de una red de relaciones. El docente, en su rol de actor articulador, une las capas a través de decisiones estratégicas que se ajustan al contexto y a las necesidades emergentes. La experiencia se mantuvo debido a la habilidad para adaptarse, al alineamiento entre los diferentes elementos y a la capacidad de rastrear las conexiones entre evidencias, actividades y resultados.

Los sistemas complejos, según lo expone Bryson (2018), necesitan una planificación adaptable, una visión compartida y estructuras que faciliten el aprendizaje a nivel organizacional. En este caso, el ecosistema pedagógico actuó como una red viva que puede mantener la innovación, incluso en circunstancias de emergencia.

6.3. Diseño de diagrama

Se creó un diagrama en forma de red de nodos interconectados para ilustrar la arquitectura del ecosistema pedagógico. Cada nodo simboliza una estrategia (soporte, contingencia o núcleo) y cada conexión señala una relación funcional entre los mismos.

Las estrategias de reflexión crítica, simulación técnica y rotación de roles son los motores del aprendizaje y se encuentran en el medio del diagrama. Estas están vinculadas a nodos de apoyo, como la infraestructura, las rúbricas y la asesoría técnica, que les permiten ser habilitadas y sostenidas. Los nodos de contingencia, que incluyen la reorganización de tiempos y las tutorías entre pares, así como el uso compartido de recursos, funcionan como reguladores del sistema en la periferia. Se ponen en marcha cuando se identifican tensiones o situaciones inesperadas.

Como Checkland (1999) sugiere, este diseño representa la lógica de un sistema blando, en el que los componentes no funcionan rígidamente, sino que se ajustan a las necesidades del contexto. La red facilita la visualización del flujo de la experiencia desde las estrategias núcleo, que constituyen la intención pedagógica, a través de los soportes, que son las condiciones habilitantes, hasta llegar a las contingencias, es decir, las respuestas adaptativas. La interacción con los demás es donde reside el valor de cada componente, aunque cada uno cumpla una función específica. De esta manera, el ecosistema actúa como un sistema vivo que puede autorregularse, aprender y mantener la innovación educativa en situaciones reales.

7. Integración de estrategias y competencias

7.1. Integración de estrategias como medios para alcanzar competencias

Las estrategias implementadas formaron una estructura que facilitó el logro de las competencias curriculares establecidas, combinando teoría, práctica y reflexión en contextos reales de automatización neumática. La alternancia de roles en colaboración, la simulación por etapas de procesos industriales y la autoevaluación reflexiva no funcionaron como estrategias aisladas, sino como elementos integrados de un diseño educativo que desarrolló habilidades organizativas, técnicas y éticas. Cada estrategia se relacionó con resultados específicos, produciendo pruebas tangibles que respaldan el efecto educativo. Esta consistencia demuestra que el aprendizaje no ocurrió simplemente por sumar actividades, sino por una serie estratégica que convirtió las dificultades del entorno en posibilidades de crecimiento profesional.

7.2. Justificación por competencias

a) Coordinar y ejecutar proyectos en entornos con limitaciones físicas

Esta habilidad se mejoró a través de la estrategia de cambio de roles en colaboración, en el marco de las prácticas técnicas

de automatización neumática. La asignación de roles específicos como montador, verificador lógico y analista de errores posibilitó que los alumnos asumieran responsabilidades definidas, favoreciendo el desarrollo de competencias organizativas y de liderazgo. La administración del tiempo y la reestructuración del espacio físico fueron fundamentales para que todos los equipos tuvieran igual acceso a los recursos.

De acuerdo con Zabala (2003), un currículo fundamentado en competencias debe colocar al estudiante en contextos que requieran la combinación de conocimientos, actitudes y destrezas; esta táctica logró transformar una limitación en una oportunidad de aprendizaje.

b) Interpretar diagramas lógicos en montajes funcionales

La habilidad se fortaleció mediante la técnica de simulación continua de procesos industriales, en la cual los estudiantes crearon, ensamblaron y comprobaron circuitos automatizados integrales. Esta serie de pasos posibilitó la combinación de saberes técnicos con destrezas prácticas, promoviendo una comprensión sólida de la lógica de funcionamiento.

El apoyo técnico y las guías de verificación funcional aumentaron la exactitud del trabajo. Según lo indicado por Zabala (2003), el aprendizaje basado en competencias exige que el estudiante utilice sus conocimientos en contextos reales; esta metodología proporcionó un ambiente genuino para fomentar tanto la habilidad interpretativa como la técnica.

c) Analizar críticamente el proceso laboral y tomar decisiones fundamentales

Esta habilidad se fomentó a través de la estrategia de autoevaluación reflexiva y revisión por pares, que se llevó a cabo al final de cada sesión práctica. Los estudiantes detectaban fallos, explicaban sus elecciones técnicas y sugerían mejoras, promoviendo así el pensamiento crítico y la independencia profesional. Las rúbricas y los portafolios personales actuaron como instrumentos metodológicos que organizaron la reflexión. Zabala (2003) afirma que el enfoque basado en competencias debe fomentar la metacognición y la toma de decisiones éticas; esta metodología fue efectiva al crear espacios para el diálogo técnico y la reflexión personal.

En conjunto, el ecosistema estratégico garantizó que las habilidades adquiridas estuvieran alineadas con los temas del módulo de manera consistente, relevante y aplicable. La conexión entre las estrategias fundamentales, los apoyos institucionales y las respuestas ante situaciones específicas permitió que la

experiencia educativa se ajustara a las condiciones reales sin afectar su enfoque pedagógico. Cada parte desempeñó un rol particular, pero su importancia surgió de la interacción dentro del sistema, produciendo aprendizajes contextualizados y duraderos.

Como sugiere González (2015), al analizar el pensamiento complejo de Morin, los sistemas educativos deben entender el todo sin dividir las partes esta experiencia demuestra que la innovación educativa se genera a partir de la integración estratégica entre la intención, el contexto y la respuesta.

Evaluación, validez y análisis integrador de aprendizajes en automatización neumática

Ya que hemos descrito la arquitectura estratégica que respalda la experiencia, es momento de presentar el elemento evaluativo como componente fundamental del ecosistema pedagógico. La sistematización de estrategias núcleo, soportes y contingencias posibilitó entender cómo se lograron las competencias curriculares en situaciones reales.

No obstante, para proporcionar validez y credibilidad a esta experiencia, es indispensable demostrar qué criterios, herramientas e indicadores se emplearon para confirmar que los resultados se alcanzaron de manera efectiva. Este cierre estratégico no solo termina la etapa de diseño y aplicación, sino que también da paso a una visión analítica sobre la evaluación como un proceso formativo, integrador y trazable.

1. Apertura de la evaluación de la experiencia formativa

En este segmento se muestran las herramientas y los requisitos que se han establecido para valorar la experiencia de formación en automatización neumática, con el objetivo de comprobar la congruencia entre las habilidades expresadas y las evidencias generadas. La evaluación se llevó a cabo mediante la utilización de rúbricas técnicas, portafolios reflexivos, registros de desempeño y análisis de roles colaborativos, todos ellos creados para capturar el verdadero impacto de las estrategias empleadas.

Estos instrumentos fueron elegidos debido a su habilidad para analizar aprendizajes situados, éticos y organizacionales, de acuerdo con los principios de trazabilidad y transferibilidad. La experiencia se basa en perspectivas como la evaluación formativa y el pensamiento complejo, que posibilitan entender la educación como un sistema dinámico en continua validación y ajuste.

2. Listado inicial de instrumentos

Estos instrumentos fueron elegidos porque pueden captar evidencias éticas, técnicas y situadas, en consonancia con las competencias curriculares que se abordaron en la materia de Automatización Neumática. Se usaron los siguientes instrumentos de evaluación:

- Rubricas de Desempeño Técnico.
- Portafolios Reflexivos Individuales.
- Registros de Roles Colaborativos.
- Bitácoras de Validación Funcional.

2.1. Rubricas de desempeño técnico

Esta herramienta consistió en una matriz de criterios que se creó para medir la calidad del trabajo en equipo, la exactitud de la lógica de automatización y el desempeño de los montajes neumáticos. Se utilizaron en las practicas técnicas, y posibilitó que se viera el nivel de dominio técnico, la organización a nivel operativo y la habilidad para resolver problemas. Las rúbricas posibilitan una evaluación formativa al proporcionar una retroalimentación clara y bien organizada, lo que refuerza la trazabilidad del aprendizaje (Casanova, 1999).

2.2. Portafolios reflexivos individuales

Este instrumento incluyó un compendio de pruebas escritas por cada estudiante, que abarcaban autoevaluaciones, análisis de errores y sugerencias de mejoramiento. Se utilizó al término de cada práctica y propició la observación del desarrollo de la metacognición, el pensamiento crítico y la ética profesional. Casanova (1999) señala que los portafolios son instrumentos esenciales para la valoración de procesos reflexivos y decisiones basadas en situaciones reales.

2.3. Registros de roles colaborativos

Este instrumento se basó en planillas de seguimiento que registraban el cambio de roles (montador, verificador, analista) y las actividades realizadas por cada estudiante. Fue implementado por los alumnos durante las sesiones, lo que posibilitó la observación de la equidad en la participación, la organización del grupo y la habilidad para adaptarse. Su utilidad se basa en demostrar el modo en que se cultivaron habilidades de colaboración y organización en contextos con limitaciones físicas.

2.4. Bitácoras de validación funcional

Este instrumento se basó en registros técnicos que reflejaban cómo los circuitos automatizados estaban funcionando, incluyendo ajustes, errores encontrados y soluciones aplicadas. Durante la simulación secuencial, los estudiantes lo utilizaron y tuvo como resultado que se pudiera apreciar su habilidad para validar sistemas reales e interpretar diagramas lógicos. La utilidad que brindó fue fundamental para conectar la práctica con la teoría, produciendo pruebas tangibles del aprendizaje técnico.

2.5. Justificación de pertinencia

Estos instrumentos fueron útiles porque hicieron posible que se analizaran, de manera contextualizada y situada, aspectos técnicos, organizativos y reflexivos. Los portafolios documentaron

el razonamiento ético y la toma de decisiones, mientras que las rúbricas proporcionaron criterios claros para evaluar el rendimiento en montajes reales.

Los registros de roles colaborativos demostraron la rotación estratégica y la igualdad, mientras que las bitácoras funcionales revelaron la habilidad de validar sistemas automatizados. La evaluación debe constituirse como un proceso de juicio fundamentado, según Scriven (1991), y estos instrumentos posibilitaron la emisión de juicios válidos acerca del desarrollo de competencias en situaciones reales.

La selección de instrumentos fortaleció la evaluación al posibilitar una triangulación de evidencias que incluyó lo organizativo, lo técnico y lo reflexivo. Para garantizar que los resultados no fueran el resultado de una sola medición, sino del proceso completo y rastreable, cada instrumento proporcionó un enfoque complementario.

La credibilidad de los estudios de evaluación se establece, según lo afirma Stake (1995), al exhibir la manera en que se interpretan las evidencias con base en los propósitos formativos. La combinación de portafolios, registros, rúbricas y bitácoras garantizó que la evaluación se alineara con el ecosistema pedagógico creado, lo cual mejoró su validez y transferibilidad.

3. Listado de indicadores

Se eligieron estos indicadores por su habilidad de analizar competencias técnicas, organizativas y éticas en escenarios reales de automatización neumática. Algunos de los indicadores utilizados son:

- Coherencia Técnica en el Montaje Funcional.
- Calidad Reflexiva en Portafolios Individuales.
- Equidad en la Rotación de Roles Colaborativos.
- Precisión en la Validación de Circuitos Automatizados.
- Autonomía en la Toma de Decisiones Técnicas.

3.1. Coherencia técnica en el montaje funcional

Este indicador posibilitó evaluar la coherencia entre la ejecución física y el diseño lógico de los circuitos neumáticos, especialmente en las prácticas de simulación secuencial. Se implementó a través de rúbricas de rendimiento técnico y se mostró en los registros de validación funcional. De acuerdo con Yin (2014), la validez en los estudios de caso aumenta cuando los indicadores permiten seguir la coherencia entre lo que se planificó y lo que se llevó a cabo.

3.2. Calidad reflexiva en portafolios individuales

Este indicador permitió valorar la profundidad del análisis crítico realizado por los alumnos, especialmente en la autoevaluación de fallos y decisiones técnicas. Se aplicó mediante rúbricas de reflexión y se evidenció en los portafolios entregados al final de cada práctica. Yin (2014) sostiene que los indicadores deben capturar dimensiones subjetivas del aprendizaje para garantizar una evaluación integral.

3.3. Equidad en la rotación de roles colaborativos

Este indicador posibilitó evaluar la participación equitativa de los estudiantes en las diferentes funciones técnicas, especialmente en las prácticas grupales. Se implementó a través de la observación directa y los registros de roles, y se demostró en las bitácoras grupales. La equidad operativa es esencial para validar las habilidades organizativas en contextos con limitaciones físicas.

3.4. Precisión en la validación de circuitos automatizados

Este indicador posibilitó evaluar la precisión en la implementación y regulación de los sistemas neumáticos, sobre todo durante el periodo de pruebas funcionales. Se implementó a través de rúbricas de validación y se reflejó en los informes técnicos y los diagramas corregidos. Su implementación posibilitó comprobar la capacidad de interpretación lógica en circunstancias reales.

3.5. Autonomía en la toma de decisiones técnicas

Esta medida posibilitó evaluar la aptitud de los estudiantes para justificar sus decisiones y rectificar errores sin intervención directa del profesor. Se implementó a través de la revisión por pares y las rúbricas de autoevaluación, y se hizo evidente en los comentarios técnicos y las sugerencias para mejorar. Según Yin (2014) la autonomía es un elemento clave para la validación de aprendizajes transferibles.

4. Criterios de validez

La evaluación se asegura su validez a través de la triangulación de herramientas, la concordancia entre los indicadores y la aplicabilidad contextual de los criterios utilizados. Se logró captar distintas dimensiones del aprendizaje técnica, organizativa y reflexiva mediante la combinación de portafolios, bitácoras, registros y rúbricas. La concordancia entre los indicadores y las habilidades que se trabajaron posibilitó una interpretación confiable de los resultados. Como propone Stake (1995), en la investigación cualitativa se establece la validez al demostrar cómo los datos

se relacionan con los objetivos formativos en este caso, cada evidencia fue contextualizada y trazable.

En resumen, los criterios de validación y los indicadores utilizados permiten determinar que la evaluación fue congruente con el ecosistema pedagógico diseñado. En el proceso de formación, la equidad operativa, la calidad reflexiva y la coherencia técnica se interpretaron utilizando instrumentos relevantes y se implementaron en instantes clave.

Esta articulación posibilitó que las competencias curriculares fueran verificadas en situaciones reales y, al mismo tiempo, fortaleció la veracidad de los resultados. Según Scriven (1991) la evaluación es un juicio fundamentado. En esta instancia, los indicadores actuaron como lentes que mostraron el impacto formativo de cada estrategia utilizada.

4.1. Descripción de evidencias

Las evidencias obtenidas se derivaron de herramientas técnicas y reflexivas, tales como rúbricas de desempeño, portafolios individuales, diarios de validación funcional y registros sobre roles colaborativos. Estas evidencias, de carácter cualitativo y cuantitativo, posibilitaron la interpretación del logro de competencias técnicas, éticas y organizativas en escenarios reales. Para garantizar una lectura variada del proceso educativo, siguiendo los principios de trazabilidad y triangulación, se utilizó una diversidad de fuentes.

4.2. Organización de evidencias

Con el fin de estructurar las pruebas, se establecieron categorías como la reflexión crítica, la participación colaborativa, el desempeño técnico y la autonomía operativa. Las evidencias se agruparon en matrices de análisis y se codificaron a mano, lo que posibilitó la detección de patrones repetidos.

El análisis cualitativo, de acuerdo con Miles, Huberman y Saldaña (2014), necesita una estructura categórica que posibilite la interpretación de los datos en base a las metas formativas. Esta institución permitió una lectura transversal de los aprendizajes y su conexión con las competencias del currículo.

4.3. Identificación de patrones

Los principios de validez, factibilidad y relevancia curricular sirvieron como base para el diseño metodológico de la evaluación. La triangulación de instrumentos, al contrastar evidencias desde diferentes ángulos, hizo más sólida la interpretación de los resultados. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), una investigación educativa de calidad necesita conectar los objetivos de

formación con métodos de recolección y análisis que se ajusten al contexto. Esta vivencia demuestra que la evaluación no se limita a medir, sino que también implica entender y proyectar lo aprendido.

4.4. Ejemplificación

Un equipo de trabajo ilustró este descubrimiento el estudiante que desempeñó la función de analista sugirió una mejora en el circuito, la cual fue aprobada por el grupo y consignada en el diario funcional. En su portafolio, escribió: "Noté que el sensor estaba mal posicionado y sugerí moverlo para prevenir interferencias, el equipo estuvo de acuerdo con la sugerencia y funcionó adecuadamente".

Este fragmento muestra que la reflexión técnica se convirtió en una acción específica, lo que reforzó la competencia para tomar decisiones fundamentadas. Según Stake (1995), los ejemplos ilustrativos facilitan la comprensión del impacto que tiene el aprendizaje en los estudios de caso.

En resumen, este análisis inicial posibilitó entender que las evidencias obtenidas no solo documentan el proceso, sino que también muestran la lógica interna del aprendizaje. Las capacidades curriculares se lograron a través de metodologías contextualizadas y articuladas, como la codificación reflexiva, la ejemplificación concreta y la organización categorial.

5. Aseguramiento de la validez en la evaluación aplicada

Se aseguró la validez de la evaluación a través de la articulación entre criterios de interpretación contextualizados, indicadores relevantes e instrumentos diversos. El proceso se volvió más confiable gracias a la triangulación entre portafolios reflexivos, rúbricas técnicas y registros operativos, que permitió comparar evidencias desde diferentes puntos de vista.

Asimismo, se implementaron normas de trazabilidad y coherencia interna para garantizar que los resultados mostraran el rendimiento real de los alumnos. De acuerdo con Yin (2014), la validez en investigaciones de caso se establece al conectar los datos con el contexto y las metas educativas, lo cual se logró en esta experiencia.

6. Reconocimiento y control de sesgos en el proceso evaluativo

Uno de los prejuicios detectados fue la sobrevaloración del involucramiento verbal en los portafolios, que se trató a través de la

incorporación de pruebas técnicas imparciales, como registros funcionales y diagramas corregidos. Se identificó, además, el peligro de sesgo de confirmación en la autoevaluación, el cual se aminoró a través de la revisión entre pares y las rúbricas compartidas.

La credibilidad en la investigación cualitativa, según Maxwell (2013), necesita que se reconozcan los sesgos inherentes y que se utilicen tácticas con el fin de disminuir su efecto en este caso, la diversidad de las fuentes y la transparencia metodológica jugaron un papel importante para conservar la integridad del análisis.

7. Factibilidad del proceso considerando tiempos, recursos y participación

En cuanto a la factibilidad, el proceso de evaluación se llevó a cabo en un ambiente con recursos técnicos escasos y plazos cortos, lo que requirió tomar decisiones estratégicas para asegurar la participación equitativa.

La utilización de equipos compartidos, la planificación por turnos y la rotación de roles posibilitaron que no se pusieran en riesgo las metas educativas y que la calidad pedagógica se mantuviera. Según Worthen, Sanders y Fitzpatrick (1997) afirman que una evaluación efectiva debe adecuarse a las circunstancias reales del entorno, incorporando criterios de naturaleza ética, pedagógica y práctica. Esta experiencia demuestra que la factibilidad no se basa en la abundancia de recursos, sino en el potencial de idear soluciones adecuadas y sostenibles.

8. Síntesis reflexiva

Esta crítica reflexiva lleva a concluir que la evaluación fue una construcción situada, con fortalezas en términos de metodología y limitaciones en el contexto, lo que enriqueció el proceso de aprendizaje. Se produjo una experiencia evaluativa auténtica, transferible y formativa a partir de la combinación de herramientas, el reconocimiento de sesgos y la adaptación a las circunstancias reales.

El proceso, además de verificar los resultados, hizo posible entender cómo se aprende en entornos técnicos reales y cómo es factible evaluar sin ignorar la complejidad del contexto. Según Scriven (1991), la evaluación tiene que ser un juicio basado en hechos. En este caso, ese juicio se creó con fundamento a partir de evidencia, reflexión y estrategia.

8.1. Síntesis de logros

La evaluación corroboró que la experiencia facilitó el desarrollo de habilidades curriculares esenciales, como la coordinación operativa en contextos restringidos, el análisis lógico de sistemas automatizados y la toma de decisiones basadas en fundamentos. Las herramientas utilizadas (registros colaborativos, bitácoras, portafolios y rúbricas) mostraron aprendizajes técnicos, éticos y situados.

El procedimiento evidenció, más allá de la validación de resultados, que la estrategia arquitectónica diseñada fue capaz de integrar teoría, práctica y reflexión en contextos reales, fortaleciendo así la relevancia del enfoque por competencias.

8.2. Reconocimientos de límites

La evaluación también mostró que algunos elementos del proceso se encontraron con restricciones metodológicas y logísticas. La disponibilidad de recursos técnicos no fue equitativa, lo que requirió la modificación de la planificación y el cambio en los roles.

Asimismo, la capacidad de redacción de los alumnos influenció en demasía algunos indicadores reflexivos, lo cual pudo haber sesgado la interpretación de la autonomía profesional. Si bien estas tensiones no invalidan el proceso, sí sugieren que se revisen los instrumentos para aplicaciones futuras con el objetivo de lograr una mayor equidad y exactitud en la interpretación de los aprendizajes.

Esta evaluación sienta las bases para pensar acerca de la manera en que se crean experiencias educativas que incorporan contexto, estrategia y evidencia. No solamente fue posible confirmar las competencias logradas, sino también detectar elementos cruciales que enriquecen el juicio pedagógico gracias a la sistematización llevada a cabo. Esta perspectiva integral propone reconsiderar la evaluación como un instrumento para el mejoramiento constante, que sea capaz de producir aprendizajes sostenibles y transferibles.

Con lo aprendido, se abre la oportunidad de crear nuevas secuencias didácticas más conscientes en ellas, la evaluación no es un final, sino una parte fundamental del diseño curricular. De este modo, el proceso experimentado se transforma en insumo para decisiones educativas futuras, ya sea a nivel de aula o en la planificación institucional.

9. Síntesis evaluativa y proyección formativa

La experiencia de evaluación corroboró que el proceso formativo logró combinar habilidades en términos estratégicos, éticos y técnicos en situaciones reales, mientras que mostró tensiones logísticas, sesgos interpretativos y retos metodológicos que mejoraron el análisis crítico del proceso.

Esta síntesis no solo valida los logros obtenidos, sino que, además considera las limitaciones con las que se ha topado como oportunidades para mejorar. De este modo, la evaluación, que se comprende como una práctica reflexiva y contextualizada, se transforma en un insumo para crear experiencias más pertinentes y conscientes en el futuro (Scriven, 1991; Worthen, Sanders & Fitzpatrick, 1997).

La sistematización se estableció como un espacio de reflexión colectiva, en el cual el docente no solo evalúa, sino que también aprende, reorganiza y transfiere. La validación técnica se convierte en la comprensión profunda del proceso educativo gracias a esta transición, que une teoría, práctica y análisis crítico en un contexto específico.

El valor de una experiencia educativa, según Casanova (1999) y Stake (1995), no está solamente en sus resultados, sino también en su potencial para fomentar la reflexión crítica y la proyección. El ejercicio reflexivo que se inicia en este momento tiene como objetivo determinar los aprendizajes fundamentales, el significado profesional de lo experimentado y las oportunidades de transferencia a otros ámbitos. En este sentido, evaluarlo no fue un procedimiento, sino una herramienta de construcción pedagógica que mostró tantos logros como limitaciones. Esta fase final invita a ver más allá del módulo, reconociendo que la enseñanza también conlleva un proceso de transformación. La reflexión, como señalan Miles, Huberman y Saldaña (2014), no es un epílogo, sino una manera de análisis que hace posible entender patrones, decisiones y significados.

La integración eficiente de conocimientos pedagógicos y técnicos, la consolidación de una práctica docente situada y el fortalecimiento del juicio evaluativo como instrumento de formación son algunas de las contribuciones más relevantes que se han logrado a partir de la experiencia. Esta vivencia facilitó la conexión entre teoría y práctica en situaciones reales, lo que produjo aprendizajes que se pueden transferir tanto a los alumnos como al equipo de docentes.

Asimismo, se fomentó una cultura de análisis crítico y cooperación que enriqueció la formación. La praxis educativa se transforma cuando establece vínculos con el compromiso ético

y la conciencia crítica, tal como plante Giroux (2011), para quien la enseñanza implica una acción reflexiva y compartida. Esta vivencia demuestra que la experiencia docente también es una construcción colectiva.

No obstante, el proceso estuvo marcado por tensiones, como la resistencia a modificar las metodologías, la escasa administración de recursos técnicos y la falta de certeza acerca de los criterios para evaluar. Estas dificultades mostraron lo complicado que es llevar a cabo propuestas innovadoras en entornos institucionales que todavía funcionan bajo lógicas tradicionales.

La adaptación permanente requirió diálogo, flexibilidad y la adopción de decisiones estratégicas. Según Morin (2001), la educación tiene que aceptar la incertidumbre como un elemento esencial del conocimiento complejo. En esta línea, las tensiones no fueron impedimentos, sino catalizadores para la reflexión y la mejora.

Este proceso me facilitó entender que la evaluación no solamente valida los resultados, sino que además crea significados en común. A nivel individual, mejoró mi habilidad para crear experiencias de aprendizaje con un significado ético y contextual. Se estableció una práctica reflexiva en el plano colectivo que promueve el aprendizaje colaborativo y la mejora constante.

Se observó, a nivel institucional, la necesidad de replantear los modelos educativos desde perspectivas más integradoras. La reflexión en la acción, cuando se conecta con el entendimiento crítico del entorno, cambia la práctica, tal como plantea Latorre (2003). Estos conocimientos crean nuevas vías para la enseñanza de la ingeniería.

10. Síntesis Final

En resumen, este análisis crítico evidencia que la experiencia evaluativa fue también una experiencia formativa, que tuvo la capacidad de enlazar contribuciones, tensiones y aprendizajes en un relato coherente. La sistematización hizo posible que no solo se viera lo que se realizó, sino también lo que fue comprendido y transformado.

Sistematizar es aprender a partir de la experiencia, identificando los triunfos y dificultades, como propone Jara (2018). Este cierre no significa un desenlace definitivo, sino la apertura a nuevas prácticas en educación que sean más éticas, conscientes y sostenibles, en las cuales el docente se ubica como agente transformador y reflexivo.

Referencias

Barnett, R. (2004). *The purposes of higher education and the changing face of academia*.

Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university: What the student does* (4th ed.). McGraw-Hill Education. Recuperado de https://n9.cl/qtwy7

Bolívar, A. (2012). La cultura de la innovación educativa. *Revista Iberoamericana de Educación, 59*(3), 1– 10. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/5257/525755342004.pdf

Bryson, J. M. (2018). *Strategic planning for public and nonprofit organizations: A guide to strengthening and sustaining organizational achievement* (5th ed.). Jossey-Bass.

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad: Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de Cultura Económica. https://n9.cl/pijsr

Casanova, M. A. (1999). *La evaluación educativa: Escuela y aula*. Madrid: Editorial La Muralla. Recuperado de https://n9.cl/35ean

Checkland, P. (1999). *Systems thinking, systems practice*. John Wiley & Sons. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (ed.). SAGE Publications.

Diaz Barriga, A. (2019). Evaluación de competencias en educación superior. *Revista Iberoamericana de Educación Superior* (RIES).

Fierro, C., Fortoul, B., & Rosas, L. (1999). *Transformando la práctica docente. Una propuesta basada en la investigación-acción*. México: Paidós. ISBN 968-853-414-5

Flick, U. (2014). *An introduction to qualitative research.* SAGE Publications.

Frechilla Molina, M. (2021). *Análisis de la práctica docente y educativa en formación profesional* (Trabajo de fin de máster). Universidad de Valladolid. https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/58409/TFM-L622.pdf?sequence=1

Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change* (4th ed.). Teachers College Press. https://archive.org/details/newmeaningofeduc0004edfull/page/n2/mode/1up

González, M. (2015). Fundamentos teóricos del pensamiento complejo de Edgar Morin. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos, 9*(3), 1–10. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114586009.pdf

Giroux, H. A. (2011). *On critical pedagogy. Bloomsbury Academic*.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Hyland, K. (2009). *Academic discourse: English in a global context*. London & New York: Continuum.

Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles.* Edición colombiana. Disponible en (PDF): https://n9.cl/0zjwu

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1998). *Cooperative Learning Returns to College: What Evidence Is There That It Works?* https://n9.cl/xcnbq

Latorre, A. (2003). *La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa.* Graó. https://archive.org/details/la-investigacion-accion

Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.* UNESCO. https://n9.cl/b1tnc

Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative research design: An interactive approach* (3rd ed.). SAGE Publications.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. Recuperado de https://n9.cl/nf8l8

Proyecto Tuning América Latina. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina.* Disponible en: https://rieoei.org/historico/documentos/rie35a08.pdf

Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action.*

Schön, D. (1982). *El profesional reflexivo: Cómo piensan los profesionales cuando actúan.*

Scriven, M. (1991). *Evaluation thesaurus* (4th ed.). Newbury Park, CA: SAGE Publications. Recuperado de https://archive.org/details/evaluationthesau0000scri

Stake, R. E. (1995). *The art of case study research.* Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. Recuperado de https://archive.org/details/artofcasestudyre0000stak

Tiana, A. (2011). Análisis de las competencias básicas como núcleo curricular en la educación obligatoria española. Bordón. *Revista de Pedagogía, 63*(1), 63–75. https://doi.org/10.13042/Bordon.2011.63105

Villa, A., & Poblete, M. (2011). SEBSCO: una experiencia alternativa para evaluar competencias. *Aula Abierta, 39*(3).

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity.* Cambridge University Press.

Worthen, B. R., Sanders, J. R., & Fitzpatrick, J. L. (1997). *Program evaluation: Alternative approaches and practical guidelines* (2nd ed.). Longman. Recuperado de https://archive.org/details/programevaluatio02edwort

Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th ed.). SAGE Publications.

Zabala, A. (2003). *Cómo aprender y enseñar competencias.* Editorial Graó.

Zabala, A. (2003). *La práctica educativa: cómo enseñar.*

Glosario

Alineación constructiva
Enfoque pedagógico que busca coherencia entre los resultados de aprendizaje, las actividades formativas y los procesos de evaluación. En el libro se utiliza para explicar la relación entre competencias, prácticas de laboratorio y evidencias de aprendizaje.

Aprendizaje colaborativo
Estrategia pedagógica basada en el trabajo conjunto de los estudiantes mediante la asignación de roles y responsabilidades compartidas, orientada a optimizar recursos, promover la participación equitativa y fortalecer competencias técnicas y organizativas.

Arquitectura del ecosistema estratégico
Estructura integrada que articula estrategias núcleo, soportes y contingencias dentro de la experiencia formativa, permitiendo comprender cómo se organizan y conectan las decisiones pedagógicas en contextos reales de enseñanza.

Automatización neumática
Área de la ingeniería que estudia y aplica sistemas automatizados basados en aire comprimido para el control y operación de procesos industriales. En el libro, constituye el eje disciplinar de la experiencia sistematizada.

Bitácora
Registro escrito utilizado para documentar el desarrollo de las prácticas, observaciones del docente, organización de los grupos y reflexiones sobre el proceso de aprendizaje.
Competencias profesionales
Conjunto integrado de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que permiten al estudiante desempeñarse eficazmente en contextos reales. En la obra se abordan competencias técnicas, organizativas, colaborativas y éticas.

Contingencias pedagógicas
Situaciones imprevistas que emergen durante el proceso formativo, como limitaciones de espacio o recursos, y que requieren respuestas didácticas adaptativas por parte del docente y los estudiantes.

Currículo por competencias
Modelo curricular orientado al desarrollo de capacidades aplicables al desempeño profesional, articulando saberes teóricos y prácticos. En el libro se analiza su implementación en la enseñanza de la automatización neumática.

Dimensión institucional
Eje de análisis que considera las condiciones organizativas, normativas y físicas de la institución educativa, especialmente el uso del laboratorio y la disponibilidad de recursos.

Dimensión pedagógica
Dimensión analítica centrada en la planificación, implementación y evaluación de las estrategias de enseñanza-aprendizaje empleadas durante la experiencia formativa.

Dimensión subjetiva
Dimensión que aborda los cambios en las percepciones, actitudes, motivaciones y procesos reflexivos de los estudiantes y del docente a lo largo de la experiencia educativa.

Ecosistema estratégico
Conjunto dinámico de estrategias, recursos y respuestas pedagógicas que interactúan para sostener el proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos con restricciones operativas.

Estrategias núcleo
Decisiones pedagógicas centrales que estructuran la experiencia formativa, tales como la rotación de roles colaborativos, la simulación de procesos industriales y la autoevaluación reflexiva.

Evaluación formativa
Proceso evaluativo continuo orientado a retroalimentar el aprendizaje, favorecer la reflexión y mejorar el desempeño, más allá de la calificación final.

ndicadores de desempeño
Parámetros observables que permiten analizar el impacto de la experiencia educativa, tales como la precisión técnica, la autonomía organizativa y la reflexión crítica sobre el error.

Laboratorio
Espacio formativo donde se desarrollan las prácticas de automatización neumática. En el libro se concibe como un entorno de construcción colectiva de conocimiento, más allá de su función técnica.

Portafolio reflexivo
Herramienta de evaluación que recopila evidencias del aprendizaje y reflexiones individuales de los estudiantes sobre sus decisiones técnicas, errores y aprendizajes.

Práctica profesional simulada
Actividad formativa que reproduce condiciones reales del entorno industrial, permitiendo al estudiante aplicar conocimientos teóricos en situaciones controladas de aprendizaje.

Resultados de aprendizaje
Declaraciones que describen lo que el estudiante es capaz de comprender, aplicar o demostrar al finalizar el proceso formativo, en coherencia con el currículo y las actividades desarrolladas.

Roles colaborativos
Funciones asignadas a los estudiantes dentro del trabajo en equipo (montador, verificador lógico, analista de errores), diseñadas para asegurar participación equitativa y aprendizaje integral.

Sistematización educativa
Proceso reflexivo y metodológico que organiza, analiza e interpreta una experiencia pedagógica con el fin de generar conocimiento transferible y mejorar la práctica docente.

Transferencia de conocimiento
Capacidad del estudiante para aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas reales, particularmente en el montaje físico de circuitos a partir de diagramas lógicos.

Triangulación metodológica
Procedimiento de validación que combina diversas fuentes, métodos y evidencias para fortalecer la credibilidad y consistencia del análisis educativo.