

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ECONOMÍA

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL
GRADO DE MÁSTER EN “ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
CON ÉNFASIS EN GERENCIA”**

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

**GESTIÓN DE UN MODELO DE GERENCIA POR PROYECTOS
EN LAS ÁREAS DE LOGÍSTICA, PLANEACIÓN Y
CURRÍCULO EDUCATIVO DE LA EMPRESA EDUCATIVA
LABORATORIOS STEAM MAGIC SMART**

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

JOSÉ ALBERTO SÁNCHEZ VILLALOBOS

TUTOR:

MARCO ANTONIO BETANCOURT QUESADA

SEDE SAN JOSÉ, AGOSTO, 2026

Índice de contenido

Capítulo I. Planteamiento del problema de la investigación	15
1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Pregunta de investigación.....	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general.	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Justificación.....	16
1.5. Antecedentes	17
1.5.1. Antecedentes internacionales.	17
1.5.2. Antecedentes nacionales.....	18
1.6. Proyecciones.....	19
1.7. Alcances y limitaciones.....	20
1.7.1. Alcances.	20
1.7.2. Limitaciones.	21
Capítulo II. Marco teórico.....	23
2.1. Gestión empírica de procesos organizacionales	23
2.1.1. Definición y características de la gestión empírica.	23
2.1.2. Causas y consecuencias en organizaciones de servicios.	24
2.1.3. Transición hacia la gestión formal estructurada.	25
2.2. Ineficiencia operacional	25
2.2.1. Conceptualización académica de la ineficiencia operacional.	26
2.2.2. Tipos de ineficiencia: recursos humanos, tiempo y costos.....	26
2.2.3. Indicadores para medir la ineficiencia en organizaciones.	27
2.2.4. Impacto de la ineficiencia en empresas de servicio educativo.	28
2.3. Educación Steam.....	28
2.3.1. Definición y principios del modelo educativo Steam.....	28
2.3.2. Modelos Steam en América Latina y Costa Rica.	29
2.3.3. Desafíos operacionales de los laboratorios Steam móviles.	29
2.4. Teorías organizacionales y de mejora de procesos	30
2.4.1. Lean Management y eliminación de desperdicios.....	30

2.4.2. Teoría de restricciones (TOC) de Goldratt.....	31
2.4.3. Gestión del cambio organizacional — modelo de Kotter.	31
2.4.4. Mejora continua (Kaizen) aplicada a organizaciones educativas.	32
2.5. Dirección de proyectos.....	32
2.5.1. Definiciones generales de la dirección de proyectos.	33
2.5.2. El estándar PMBOK: grupos de procesos y áreas de conocimiento.	33
2.5.3. Definición de proyectos en cascada y ágil	34
2.5.3.1. Modelo en cascada.....	34
2.5.3.2. Modelo ágil.	36
2.5.3.3. Enfoque híbrido: combinación cascada-ágil.....	37
2.5.3.4. Comparación y pertinencia.	37
2.5.4. Ciclo de vida del proyecto.....	38
2.5.5. Aplicación de metodologías de proyectos en instituciones educativas.	38
2.5.5.1. Casos documentados.....	39
2.5.5.2. Beneficios reportados.	39
2.5.5.3. Limitaciones y desafíos.	39
2.5.6. Tendencias actuales en la dirección de proyectos educativos.	40
2.5.6.1. Metodologías híbridas.	40
2.5.6.2. Transformación digital.....	40
2.5.6.3. Gestión del cambio.	40
2.5.6.4. Indicadores de éxito.....	40
2.6. Instrumentos.....	41
2.6.1. El Diagrama de Gantt.....	41
2.6.2. Tablero de Kanban.	42
2.6.3. Estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS).	42
2.7. Herramientas ofimáticas.....	43
2.7.1. Microsoft Word.	43
2.7.2. Microsoft Excel.	44
2.7.3. Microsoft Visio.....	44
2.7.4. Google Docs (Forms).	44
2.7.5. Microsoft Project.	44

2.7.6. Trello.	44
2.8. Relación entre el marco teórico y la investigación	45
Capítulo III. Marco metodológico	47
3.1. Enfoque de la investigación	47
3.1.1. Enfoque cualitativo.....	47
3.1.2. Enfoque cuantitativo.....	48
3.1.3. Enfoque mixto.	48
3.1.4. Enfoque adoptado: mixto con predominio cualitativo.	48
3.2. Diseño de la investigación.....	49
3.3. Alcance de la investigación	49
3.4. Método de investigación	50
3.4.1. Método científico.....	50
3.4.2. Método inductivo-deductivo.	51
3.4.3. Método de estudio de caso.	51
3.5. Fuentes de información	51
3.5.1. Fuentes primarias.....	51
3.5.2. Fuentes secundarias.	52
3.6. Población y muestra	52
3.6.1. Población.	52
3.6.2. Muestra.	53
3.7. Tabla de variables.....	53
3.8. Instrumentos de recolección de datos.....	55
3.8.1. Entrevista semiestructurada.	55
3.8.2. Análisis documental.	55
3.8.3. Observación directa.	56
3.8.4. Herramientas ofimáticas y de dirección de proyectos.	56
3.9. Procedimiento para la recolección y análisis de datos.....	56
3.9.1. Etapa 1: Revisión de literatura y construcción del marco teórico.	57
3.9.2. Etapa 2: Diagnóstico del estado actual.....	57
3.9.3. Etapa 3: Diseño del modelo de gerencia por proyectos.	57
3.9.4. Etapa 4: Estimación de beneficios y validación con la Gerencia.	57

Capítulo IV. Análisis de resultados	59
4.1. Caracterización del caso de estudio	59
4.2. Diagnóstico del estado actual de los procesos (objetivo n.º 1)	61
4.2.1. Área de Logística.....	61
4.2.2. Área de Planeación y Currículo Educativo.	62
4.3. Identificación de las causas de ineficiencia (objetivo n.º 2).....	63
4.4. Diseño del modelo de gerencia por proyectos para el Área de Logística: metodología en cascada (objetivo n.º 3)	66
4.5. Diseño del modelo de gerencia por proyectos para el Área de Planeación y Currículo Educativo: metodología ágil (objetivo n.º 4).....	67
4.6. Estimación de los beneficios esperados (objetivo n.º 5)	68
4.7. Síntesis del análisis.....	69
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.....	70
5.1. Conclusiones	70
5.1.1. Diagnóstico del estado actual de los procesos (objetivo n.º 1).	70
5.1.2. Causas de la ineficiencia operacional (objetivo n.º 2).	70
5.1.3. Modelo de gerencia por proyectos según la metodología en cascada para Logística (objetivo n.º 3).	71
5.1.4. Modelo de gerencia por proyectos en metodología ágil para Planeación y Currículo Educativo (objetivo n.º 4).	71
5.1.5. Estimación de los beneficios esperados (objetivo n.º 5).	72
5.1.6. Conclusión general.	72
5.2. Recomendaciones.....	72
5.3. Limitaciones del estudio.....	73
5.4. Líneas futuras de investigación	74
Capítulo VI. Propuesta.....	75
6.1. Objetivos de la propuesta	75
6.1.1. Objetivo general.	75
6.1.2. Objetivos específicos	75
6.2. Fundamentación metodológica de la propuesta	75
6.2.1. La metodología en cascada.....	76

6.2.2. Las metodologías ágiles.	76
6.2.3. El estándar PMBOK 7 y su relación con la propuesta.	77
6.2.4. Justificación técnica de la asignación metodológica por área.	78
6.3. Modelo en cascada para el Área de Logística	79
6.4. Modelo ágil para el Área de Planeación y Currículo Educativo	82
6.5. Hoja de ruta de implementación.....	83
6.6. Recursos y costo estimado	84
6.7. Cuadro de mando de indicadores	85
6.8. Gestión del cambio y de riesgos.....	86
6.9. Trazabilidad con los objetivos específicos.....	87
6.10. Coherencia entre el diagnóstico y la propuesta.....	88
6.11. Limitaciones de la propuesta.....	89
6.12. Consideraciones finales de la propuesta.....	90
Referencias bibliográficas.....	91

Índice de tablas

Tabla 1 Variables	55
Tabla 2 Caracterización general del caso	60
Tabla 3 Procesos del Área de Logística	62
Tabla 4 Procesos del Área de Planeación y Currículo Educativo.....	63
Tabla 5 Matriz de diagnóstico de la gestión empírica	64
Tabla 6 Línea base cuantitativa de la operación actual.....	65
Tabla 7 Estimación de beneficios esperados frente a la línea base	69
Tabla 8 Fases del modelo en cascada para Logística	80
Tabla 9 Roles del PMBOK y su equivalencia en la estructura de la empresa	80
Tabla 10 Matriz RACI del Área de Logística (R: responsable; A: aprueba; C: consultado; I: informado).....	81
Tabla 11 Adaptación de roles ágiles	82
Tabla 12 Hoja de ruta de implementación	83
Tabla 13 Hitos clave de la implementación	84
Tabla 14 Recursos y costo estimado de la implementación	85
Tabla 15 Cuadro de mando de indicadores propuesto	86
Tabla 16 Matriz de riesgos de la implementación	87
Tabla 17 Matriz de trazabilidad con los objetivos específicos	88
Tabla 18 Matriz de coherencia entre el diagnóstico (Capítulo IV) y la propuesta	89

Índice de figuras

Figura 1 Niveles típicos de costo y dotación de personal durante el ciclo de vida del proyecto..	38
Figura 2 Ejemplo de estructura de un diagrama de Gantt.....	41
Figura 3 Ejemplo de estructura de un tablero de Kanban.....	42

Dedicatoria y agradecimiento

A mi esposa e hijo, quienes me inspiran a ser mejor.

Nomenclaturas

El presente cuadro reúne las siglas y abreviaturas empleadas en el documento, con su significado.

Sigla	Significado
CPI	Cost Performance Index (índice de desempeño del costo)
EDT	Estructura de desglose del trabajo (equivalente a WBS)
IES	Instituciones de educación superior
IPMA	International Project Management Association
OE	Objetivo específico (OE1 a OE5 de la investigación)
PMBOK	Project Management Body of Knowledge (Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos)
PMI	Project Management Institute
Prince2	Projects in Controlled Environments (versión 2)
RACI	Responsable, Aprueba (Accountable), Consultado, Informado
SPI	Schedule Performance Index (índice de desempeño del cronograma)
Steam	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas)
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas)
TI	Tecnologías de información
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
TOC	Teoría de restricciones (Theory of Constraints)
TPS	Sistema de producción Toyota (Toyota Production System)
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
VSM	Mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping)
WBS	Work Breakdown Structure (estructura de desglose del trabajo, EDT)

Resumen

La presente investigación aborda la ineficiencia operacional derivada de la gestión empírica de procesos en laboratorios Steam Magic Smart, una empresa costarricense de servicios educativos que opera laboratorios Steam móviles. Su objetivo general es proponer un modelo de gerencia por proyectos para las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo como solución a dicha ineficiencia. El estudio se fundamenta teóricamente en la dirección de proyectos —en particular en el estándar PMBOK y en las metodologías cascada y ágil— y en los conceptos de gestión empírica e ineficiencia operacional. Se adopta un enfoque mixto con predominio cualitativo, mediante un diseño no experimental, transversal y de alcance descriptivo-explicativo, articulado como estudio de caso. La información se recolectó a través de una entrevista semiestructurada, análisis documental y observación directa; la participante principal fue la gerenta general de la compañía, que se seleccionó por medio de muestreo intencional. Como principal conclusión, se determina que es viable un modelo híbrido —metodología en cascada para la logística, por su carácter secuencial y predecible y metodología ágil para la planeación y el currículo, por su naturaleza iterativa— capaz de reducir la ineficiencia y generar beneficios conservadores, como el aumento de la puntualidad del 80 % a un rango del 90 %-95 % y ahorros en transporte y gastos no planificados. Se recomienda documentar los procedimientos en manuales, adoptar herramientas digitales de dirección de proyectos y dar seguimiento mediante un tablero de indicadores de revisión periódica.

Capítulo I. Planteamiento del problema de la investigación

1.1. Planteamiento del problema

Laboratorios Steam Magic Smart es una empresa de giro educativo que ofrece servicios de laboratorios Steam móviles a instituciones educativas del área metropolitana, en los niveles de preescolar y primaria. Su operación se articula en dos áreas funcionales: Logística y Planeación y Currículo Educativo, las cuales son responsables de garantizar la entrega del servicio de manera continua y alineada con los requerimientos del Ministerio de Educación Pública.

Sin embargo, la gestión de estas áreas se desarrolló históricamente desde una perspectiva empírica basada en la experiencia práctica de quienes las lideran, sin el respaldo de una metodología formal de administración. Este enfoque, si bien es funcional en etapas tempranas de la organización, no genera mecanismos sistemáticos para identificar oportunidades de mejora ni para optimizar el uso de los recursos disponibles. En consecuencia, la empresa enfrenta ineficiencias operacionales que se traducen en gastos innecesarios en recursos humanos, tiempo y recursos económicos.

Según el Project Management Institute (PMI, 2017), los ejecutivos de múltiples sectores han descubierto que adherirse a los métodos de gestión por proyectos reduce riesgos, disminuye costos y mejora las tasas de éxito. A pesar de que este modelo se ha expandido más allá de los sectores tecnológicos donde surgió, su aplicación en empresas de giro educativo —especialmente en las áreas de logística, planeación y currículo— continúa limitada en la literatura disponible, lo que representa una brecha de conocimiento que este trabajo busca atender.

1.2. Pregunta de investigación

Ante la situación expuesta en el apartado anterior, la Gerencia General de Laboratorios Steam Magic Smart requiere una solución estructurada que le permita superar la gestión empírica vigente y avanzar hacia un modelo que favorezca la eficiencia operacional. Por esto, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Puede la propuesta de un modelo de gerencia por proyectos en las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo ayudar a reducir la ineficiencia operacional causada por la gestión empírica de procesos en Laboratorios Steam Magic Smart?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general. Proponer un modelo de gerencia por proyectos en las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo de Laboratorios Steam Magic Smart, como solución a la ineficiencia operacional generada por la gestión empírica de los procesos.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Diagnosticar el estado actual de los procesos en las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo de Laboratorios Steam Magic Smart.
2. Identificar las causas de ineficiencia operacional derivadas de la gestión empírica en las áreas objeto de estudio.
3. Diseñar un modelo de gerencia por proyectos en la metodología cascada para el Área de Logística de Laboratorios Steam Magic Smart.
4. Diseñar un modelo de gerencia por proyectos en metodología ágil para el Área de Planeación y Currículo Educativo de Laboratorios Steam Magic Smart.
5. Estimar los beneficios esperados en la eficiencia de los recursos humanos, temporales y económicos, como resultado de la aplicación del modelo propuesto.

1.4. Justificación

La ineficiencia operacional identificada en las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo de Laboratorios Steam Magic Smart, originada por una gestión de procesos de carácter empírico, representa un problema que compromete el uso óptimo de los recursos humanos, temporales y económicos de la entidad. Ante esta situación, el presente estudio propone el diseño de un modelo de gerencia por proyectos diferenciado para cada área, que utiliza metodología en cascada para Logística y metodología ágil para el Área de Planeación y Currículo Educativo, con el propósito de ofrecer a la Gerencia General una alternativa estructurada que supere las limitaciones del modelo empírico vigente.

La pertinencia de esta propuesta está respaldada por el Project Management Institute (PMI, 2017), que establece que la adopción de metodologías formales de gestión por proyectos reduce riesgos, disminuye costos y mejora las tasas de éxito en los procesos organizacionales. La

aplicación del modelo en cascada en el Área de Logística responde a la naturaleza secuencial y predecible de sus procedimientos, lo que permite estructurar tareas, cronogramas y recursos de manera controlada. La metodología ágil, por otra parte, es idónea para el Área de Planeación y Currículo Educativo, debido a que favorece la adaptabilidad, la retroalimentación continua y la mejora iterativa, características esenciales en un entorno pedagógico dinámico (Schwaber y Sutherland, 2020).

Desde el punto de vista de la viabilidad, la propuesta es ejecutable en términos operativos, técnicos y económicos, ya que no requiere incorporar nuevos recursos por parte de la empresa, sino una reorganización en la forma en la que se gestionan los existentes. Esto la convierte en una solución accesible y de alto potencial de impacto para una empresa de giro educativo de tamaño mediano, como Laboratorios Steam Magic Smart.

En cuanto al aporte académico, la investigación genera evidencia sobre la aplicabilidad de modelos formales de gestión por proyectos en empresas educativas, un campo que cuenta con literatura limitada en comparación con el sector tecnológico e industrial (Beck *et al.*, 2001). Este aporte resulta relevante no solo para la empresa objeto de estudio, sino como referente para organizaciones similares que enfrentan el mismo desafío de transitar desde una gestión empírica hacia un modelo estructurado.

Finalmente, la propuesta se desarrolla en apego al marco legal vigente en Costa Rica. Respeta la Ley n.º 6683 sobre el Derecho de Autor y Derechos Conexos y la Ley n.º 8968 de Protección de la Persona frente al Tratamiento de sus Datos Personales, lo que garantiza su viabilidad jurídica.

1.5. Antecedentes

Los siguientes antecedentes recogen trabajos académicos en el ámbito nacional e internacional que han abordado problemas similares a la presente investigación: la ausencia de metodologías formales de gestión y la necesidad de proponer modelos de gerencia por proyectos como solución a ineficiencias operacionales en organizaciones de diverso giro, que incluyen el sector educativo.

1.5.1. Antecedentes internacionales. Pavón Anrango y Cajo Guallasamín (2024) publicaron en Ecuador el artículo *Modelo de Gestión para el Desarrollo de Proyectos enfocado a*

las Instituciones de Educación Superior (IES) del Ecuador, en la Revista Veritas de Difusão Científica. El estudio identifica que las personas docentes y estudiantes de educación superior enfrentan dificultades para completar sus proyectos en los tiempos establecidos debido a la ausencia de procesos formales. Con base en el PMBOK, los autores proponen un modelo de gestión orientado a optimizar las fases y tareas del desarrollo de proyectos académicos. Los resultados indican que el 79 % de las personas participantes respalda la propuesta como herramienta para mejorar los procedimientos educativos. La relevancia de este antecedente es directa, pues aborda la construcción de un modelo de gerencia por proyectos en un entorno educativo y comparte, tanto el problema de la gestión empírica como la solución metodológica propuesta en esta tesis.

Horna Melo (2024) presentó en la Universidad Nacional Federico Villarreal de Perú la tesis *Gestión de proyectos aplicando el PMBOK para la elaboración del expediente técnico del proyecto de inversión pública de la Institución Educativa Inicial Illanca, 2020*, en el marco de la Maestría en Gerencia de Proyectos Empresariales. El objetivo fue determinar si la gestión de proyectos basada en el PMBOK influye significativamente en la eficiencia de los procesos de una entidad educativa pública. Mediante una metodología cuantitativa descriptiva con alcance correlacional, el estudio concluyó que la aplicación del PMBOK tiene una influencia significativa (coeficiente Rho de Spearman = 1.000, $p < 0.05$) en la mejora de los procedimientos institucionales. Este antecedente aporta evidencia empírica sobre la efectividad de la gestión por proyectos basada en el PMBOK en organizaciones educativas y refuerza la pertinencia del modelo propuesto en el presente trabajo.

1.5.2. Antecedentes nacionales. Quesada-Montano (2024) desarrolló en el Instituto Tecnológico de Costa Rica su tesis de maestría titulada *Propuesta de modelo para formalizar la gestión de proyectos culturales en la Asociación de Compositores y Autores Musicales de Costa Rica (ACAM)*. El problema central identificado fue la ausencia de un proceso formal para gestionar los proyectos de la organización: no existían planes, cronogramas ni registros documentales que definieran objetivos o estrategias claras. Mediante un diagnóstico basado en entrevistas, observación no participante y análisis documental, se identificaron las brechas entre la gestión empírica existente y las buenas prácticas del PMI, de IPMA y de Prince2. La autora concluye que la formalización de la gestión por proyectos fortalece la planificación, reduce riesgos y mejora el

control y seguimiento de los procesos organizacionales. Este trabajo resulta relevante para el presente estudio, ya que comparte el mismo punto de partida: una organización que opera desde la informalidad y requiere un modelo estructurado como solución.

Chaves-Villavicencio (2025) presentó en el Instituto Tecnológico de Costa Rica la tesis *Propuesta de plan de gestión del proyecto: Creación del Laboratorio de Manufactura Avanzada de la Maestría en Ingeniería en Dispositivos Médicos del Tecnológico de Costa Rica*. El estudio responde a la necesidad de fortalecer la formación académica en una institución educativa que enfrenta limitaciones de infraestructura para el desarrollo de habilidades prácticas. La autora aplicó las buenas prácticas del PMI en su sexta y séptima edición y estructuró un plan de gestión integral que incluye alcance, cronograma, presupuesto, calidad, riesgos, adquisiciones y manejo de interesados. Sus conclusiones destacan que una gestión estructurada reduce riesgos, optimiza recursos y garantiza la operatividad del proyecto. La pertinencia de este antecedente radica en que demuestra la aplicabilidad de los marcos del PMI en contextos educativos costarricenses y valida el enfoque metodológico de esta investigación.

Segura Sánchez (2026) presentó en la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (UlaCit) el trabajo *Plan de Gestión del Proyecto para la Evaluación de Tecnologías y Plataformas Digitales orientadas a la Oferta de Formación Virtual e Híbrida de GC Academy mediante la Aplicación de Buenas Prácticas del PMI*. GC Academy, empresa educativa costarricense, enfrentaba ineficiencias operativas derivadas del uso de herramientas dispersas y la ausencia de criterios formales para la toma de decisiones, lo que generaba riesgos financieros y limitaciones en la experiencia de la persona estudiante. El autor aplicó el PMBOK séptima edición para estructurar un plan de gestión con enfoque mixto. Sus resultados evidencian que la formalización metodológica fortalece la transparencia, reduce la incertidumbre y aporta valor estratégico a la organización. Este caso guarda una estrecha similitud con la realidad de Laboratorios Steam Magic Smart, pues ambas son empresas educativas costarricenses que operan sin metodologías formales y buscan superar esa brecha por medio de la Gerencia por proyectos.

1.6. Proyecciones

La presente investigación tiene como alcance el diseño de una propuesta de modelo de gerencia por proyectos para las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo de Laboratorios Steam Magic Smart. Por tratarse de una propuesta, el estudio no contempla la

implementación del modelo ni la medición de resultados en condiciones reales de operación; su entrega corresponde a un documento metodológico estructurado, fundamentado en las buenas prácticas del PMI, que la Gerencia General puede adoptar en una fase posterior de ejecución.

En caso de que la organización decida implementar el modelo propuesto, se proyecta un impacto positivo en tres dimensiones de eficiencia. En cuanto a los recursos humanos, se espera una mejor distribución de responsabilidades, reducción de duplicidad de tareas y mayor claridad en los roles dentro de cada área. En términos de tiempo, la adopción de cronogramas formales y herramientas como el diagrama de Gantt para Logística y el tablero Kanban para Planeación y Currículo permite identificar cuellos de botella, optimizar los tiempos de ejecución y reducir retrasos operacionales. Desde el punto de vista económico, la reducción del desperdicio de recursos y la mejora en la planificación deberían traducirse en una disminución de gastos innecesarios, lo que alinearía la operación con los presupuestos establecidos.

Como limitación del estudio, se reconoce que las proyecciones de impacto tienen carácter teórico, debido a que no se realiza una validación empírica de los resultados. Asimismo, el modelo está diseñado específicamente para la realidad operativa de Laboratorios Steam Magic Smart, por lo tanto, su aplicación directa en otras organizaciones educativas requeriría un proceso de adaptación a sus condiciones particulares. Además, la información de diagnóstico se basa en la situación de la empresa en el momento del estudio, por ende, cambios organizacionales futuros pueden requerir ajustes al modelo propuesto.

Finalmente, esta investigación abre futuras líneas de trabajo. Una vez implementado el modelo, se recomienda realizar un estudio de seguimiento que permita medir el impacto real en la eficiencia de los recursos y compararlo con las proyecciones que se plantearon. Además, se proyecta la posibilidad de extender el modelo a otras áreas funcionales de la empresa no previstas en esta propuesta, así como explorar su aplicabilidad en organizaciones educativas de características similares en el contexto costarricense.

1.7. Alcances y limitaciones

1.7.1. Alcances. La presente investigación abarca el diagnóstico de los procesos operacionales y el diseño de un modelo de gerencia por proyectos para dos áreas específicas de Laboratorios Steam Magic Smart: Logística y Planeación y Currículo Educativo. El estudio se

desarrolla con un enfoque de propuesta, por lo tanto, el producto final es un documento metodológico estructurado que la Gerencia General puede utilizar como base para una futura implementación.

En el Área de Logística, el alcance incluye el análisis de sus procesos actuales y el diseño de un modelo de gestión basado en la metodología en cascada, con herramientas como el diagrama de Gantt para la planificación y control de tareas, cronogramas y recursos. Para el Área de Planeación y Currículo Educativo, el alcance comprende el diagnóstico de su dinámica operativa y el diseño de un modelo basado en metodología ágil e incorpora el tablero Kanban como instrumento de gestión iterativa y adaptable.

El estudio se circunscribe a la realidad organizacional de Laboratorios Steam Magic Smart en su estado actual y toma como marco de referencia las buenas prácticas del Project Management Institute descritas en el PMBOK (2017). Su aplicación se orienta exclusivamente a las áreas mencionadas, sin extenderse a otras funciones o departamentos de la empresa. La investigación corresponde a un estudio de caso único de naturaleza descriptiva y aplicada para la Gerencia General como cliente principal de la propuesta.

1.7.2. Limitaciones. La principal limitante de este proyecto es su naturaleza propositiva: al no contemplar la implementación del modelo, no es posible medir ni validar empíricamente los resultados en condiciones reales de operación. Los beneficios proyectados en eficiencia de recursos humanos, temporales y económicos tienen carácter teórico y deben verificarse en una etapa posterior de ejecución.

Debido a que se trata de un estudio de caso único, los hallazgos y el modelo diseñado responden a las condiciones específicas de Laboratorios Steam Magic Smart, lo cual limita su generalización directa a otras organizaciones educativas sin un proceso previo de adaptación. Cada entidad presenta dinámicas propias que pueden requerir ajustes al modelo aquí propuesto.

El diagnóstico de los procesos actuales depende de la información disponible y de la disposición de los miembros de la empresa para compartirla, lo que puede generar una visión parcial de la realidad operativa. Asimismo, debido a que la información se recopila en un momento determinado, cambios organizacionales, de personal o de contexto que ocurran durante o después del estudio no quedan reflejados en la propuesta.

Finalmente, la literatura académica disponible sobre la aplicación de modelos de gerencia por proyectos en empresas educativas de pequeña y mediana escala es limitada, lo cual restringe la posibilidad de comparar los resultados con estudios de características similares y refuerza el carácter exploratorio de esta investigación.

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Gestión empírica de procesos organizacionales

La relevancia de este tema para la presente investigación es central: Laboratorios Steam Magic Smart opera en la actualidad con un modelo empírico heredado de sus etapas iniciales de crecimiento. Al situar conceptualmente este modelo dentro de la literatura de gestión organizacional, se establece el punto de partida teórico desde el cual se justifica la necesidad de una transición hacia la Gerencia formal por proyectos, que constituye el aporte central de este trabajo.

En el estudio de las organizaciones, la forma en la que se gestionan los procesos internos determina en gran medida su capacidad para alcanzar los objetivos propuestos con eficiencia. La gestión empírica constituye uno de los modelos más frecuentes en entidades de pequeño y mediano tamaño, en especial en sectores como el educativo y el de servicios, donde la formalización de los procedimientos ha sido históricamente secundaria frente a la operación cotidiana. Comprender este fenómeno, sus causas y sus consecuencias es esencial para fundamentar la pertinencia de transitar hacia un modelo de gestión estructurado y basado en metodologías formales.

2.1.1. Definición y características de la gestión empírica.

La gestión empírica puede definirse como el conjunto de prácticas administrativas y operativas que se sustentan principalmente en la experiencia personal, la intuición y el conocimiento adquirido a través de la práctica cotidiana, sin el respaldo de marcos conceptuales, metodologías formales ni sistemas de medición estandarizados. Taylor (1911) fue uno de los primeros teóricos en identificar las limitaciones de este modelo y señaló que la gestión basada solo en la experiencia del trabajador produce resultados variables, difícilmente replicables y con escasa capacidad de mejora sistemática.

Drucker (1954) amplió este concepto al plantear que la gestión efectiva requiere principios, procesos documentados y mecanismos de evaluación que trasciendan el conocimiento individual. Según este autor, una organización que depende exclusivamente de la experiencia de sus miembros sin sistematizar ese conocimiento enfrenta riesgos operacionales significativos, debido a que el

saber queda concentrado en personas específicas y no se institucionaliza como capital organizacional.

Entre las características más comunes de la gestión empírica se identifican las siguientes: toma de decisiones basada en criterios subjetivos o en la experiencia individual de quien dirige; ausencia de documentación formal de procesos, procedimientos y resultados; inexistencia de indicadores de desempeño que permitan medir el avance hacia los objetivos; falta de planificación sistemática de recursos humanos, materiales y económicos y una estructura organizacional informal que dificulta la asignación clara de responsabilidades (Mintzberg, 1983). Estas particularidades, si bien pueden resultar funcionales en las etapas tempranas de una organización, se convierten en limitantes estructurales a medida que la entidad crece y sus operaciones se complejizan.

2.1.2. Causas y consecuencias en organizaciones de servicios. Las causas que originan y perpetúan la gestión empírica en organizaciones de servicios son múltiples y responden, tanto a factores internos como externos. Desde una perspectiva interna, la falta de formación gerencial formal de los líderes de la organización es una de las razones más frecuentes: cuando quienes dirigen no han sido expuestos a metodologías de gestión, reproducen los esquemas operativos aprendidos empíricamente (Hitt *et al.*, 2015). A esto se suma la percepción de que las metodologías formales implican costos adicionales y tiempo de implementación que la entidad no puede permitirse, lo que retrasa la adopción de buenas prácticas administrativas.

Desde una perspectiva externa, el contexto sectorial también influye. En el caso del sector educativo, la ausencia de marcos regulatorios específicos sobre gestión operativa genera un entorno en el que la informalidad es tolerada y en ocasiones, normalizada (Pavón Anrango y Cajo Guallasamín, 2024). Además, la demanda constante del servicio educativo puede generar la ilusión de que el modelo empírico funciona, al no verse sus efectos negativos de forma inmediata, sino como una acumulación gradual de ineficiencias.

Las consecuencias de la gestión empírica en organizaciones de servicios son igualmente relevantes. Slack *et al.* (2010) señalan que las entidades que operan sin metodologías formales enfrentan problemas recurrentes de sobreutilización o subutilización de recursos humanos, descoordinación entre áreas, incumplimiento de plazos y una capacidad de respuesta reducida ante cambios en el entorno. Estas consecuencias no solo afectan la eficiencia operacional interna, sino

que también impactan la calidad percibida del servicio por los usuarios finales, en este caso las personas estudiantes y las instituciones educativas que contratan los servicios de Laboratorios Steam Magic Smart.

2.1.3. Transición hacia la gestión formal estructurada. La transición desde un modelo empírico hacia una gestión formal estructurada es un proceso que involucra, tanto dimensiones técnicas como culturales y humanas. Técnicamente, implica adoptar metodologías estandarizadas de planificación, ejecución, control y cierre de procesos, como las promovidas por el Project Management Institute (PMI, 2021). Culturalmente, requiere un cambio en la forma en la que los integrantes de la entidad conciben y valoran la documentación, la medición y la estandarización de procedimientos.

Kotter (1996) señala que las organizaciones que emprenden procesos de transformación hacia modelos de gestión más estructurados deben construir primero una coalición de liderazgo que respalde el cambio, comunicar una visión clara de los beneficios esperados y generar victorias tempranas que demuestren el valor del nuevo modelo. En el contexto de esta investigación, la propuesta de un modelo de gerencia por proyectos para Laboratorios Steam Magic Smart constituye precisamente ese primer paso hacia la formalización y proporciona a la Gerencia General un instrumento metodológico que puede ser adoptado de forma progresiva.

2.2. Ineficiencia operacional

La relevancia de este marco conceptual para la investigación es directa: los objetivos específicos de esta tesis incluyen identificar las causas de ineficiencia operacional en las áreas que se estudian y estimar los beneficios esperados de la implementación del modelo propuesto. Para realizar ambas tareas con rigor académico, es indispensable contar con una definición precisa de ineficiencia, una taxonomía de sus tipos y un conjunto de indicadores que permitan cuantificar las mejoras proyectadas.

La ineficiencia operacional es el fenómeno central que motiva esta investigación, por ende, comprender su naturaleza, sus tipos y las formas de medirla es fundamental para diseñar una solución que atienda sus causas de manera estructurada. La literatura sobre gestión de operaciones provee un marco conceptual robusto que permite identificar dónde y por qué se generan las

ineficiencias en los procesos organizacionales y cómo las metodologías formales de administración pueden contribuir a reducirlas.

2.2.1. Conceptualización académica de la ineficiencia operacional. La eficiencia operacional puede definirse como la capacidad de una organización para maximizar sus resultados, al tiempo que utiliza el mínimo de recursos posible y mantiene los estándares de calidad establecidos (Slack *et al.*, 2010). En consecuencia, la ineficiencia operacional se produce cuando existe una brecha negativa entre los recursos empleados —humanos, materiales, temporales y económicos— y los resultados, lo que genera desperdicio medible en términos de costo, tiempo o calidad del producto o servicio entregado.

Womack y Jones (1996), en el marco del pensamiento Lean, conceptualizan la ineficiencia como el conjunto de actividades que consumen recursos sin agregar valor al cliente final. Estos autores identifican siete tipos clásicos de desperdicio—sobreproducción, tiempo de espera, transporte innecesario, sobreprocesamiento, inventario excesivo, movimiento innecesario y defectos—que pueden manifestarse, tanto en procesos productivos como en organizaciones de servicios. Esta perspectiva resulta especialmente pertinente para el análisis de las áreas de Logística y Planeación de Laboratorios Steam Magic Smart.

Goldratt y Cox (1984), desde la teoría de restricciones (TOC), complementan esta visión al señalar que la ineficiencia en un sistema tiene siempre un origen identificable: una o más limitaciones o cuellos de botella que limitan la capacidad del sistema de alcanzar su objetivo. A partir de este enfoque, la ineficiencia no es un problema difuso, sino una condición localizable y tratable mediante intervenciones sistemáticas orientadas a eliminar o gestionar las restricciones que se identificaron.

2.2.2. Tipos de ineficiencia: recursos humanos, tiempo y costos. La ineficiencia operacional puede manifestarse en tres dimensiones principales que corresponden directamente a los recursos críticos de cualquier organización. En cuanto a los recursos humanos, la ineficiencia se expresa mediante la duplicidad de tareas, la subutilización del talento disponible, la falta de claridad en los roles y responsabilidades y la ausencia de mecanismos de coordinación que permitan trabajar de forma articulada. Hitt *et al.* (2015) señalan que la inexistencia de descripciones formales de puestos y de flujos de trabajo documentados es una de las primordiales fuentes de ineficiencia en equipos de trabajo pequeños, situación especialmente común en

organizaciones que operan con un modelo empírico.

Respecto a la dimensión temporal, la ineficiencia se refleja en el incumplimiento de plazos, la ejecución de actividades en secuencias subóptimas, la dedicación de tiempo a tareas de bajo valor agregado y la gestión reactiva ante imprevistos que una planificación adecuada puede haber anticipado. El PMI (2017) establece que la gestión del cronograma —una de las diez áreas de conocimiento del PMBOK— es fundamental para evitar este tipo de ineficiencia, al prever dependencias entre tareas, estimar duraciones realistas y monitorear el avance con métricas objetivas.

Desde el punto de vista económico, la ineficiencia operacional se traduce en costos directos e indirectos que impactan la rentabilidad y la sostenibilidad de la organización. Los costos directos incluyen el gasto en recursos mal planificados, los reprocesos por errores no previstos y los materiales adquiridos sin criterios de optimización. Los costos indirectos abarcan la pérdida de oportunidades de negocio por incumplimiento de compromisos, el deterioro de la reputación organizacional y el costo de oportunidad derivado del tiempo gerencial dedicado a la resolución de crisis operacionales en lugar de la planificación estratégica (Slack *et al.*, 2010).

2.2.3. Indicadores para medir la ineficiencia en organizaciones. La medición de la ineficiencia operacional requiere el establecimiento de indicadores cuantitativos y cualitativos que permitan objetivar un problema que, de lo contrario, permanece en el terreno de la percepción subjetiva. Entre los indicadores que más se utilizan en la literatura de gestión de operaciones se encuentran: la desviación porcentual respecto al cronograma planificado (Schedule Performance Index, SPI), la desviación respecto al presupuesto aprobado (Cost Performance Index, CPI), el porcentaje de tareas completadas a tiempo, la tasa de reprocesos y el costo por unidad de servicio entregado (PMI, 2017).

Salykova *et al.* (2024) señalan que, en instituciones educativas, los indicadores de eficiencia operacional deben complementarse con métricas específicas del servicio, tales como el nivel de satisfacción del cliente, la regularidad y puntualidad en la entrega del servicio educativo y la capacidad de adaptación curricular ante cambios en los requerimientos pedagógicos. Estas métricas permiten evaluar la ineficiencia no solo desde la perspectiva interna de la organización, sino también desde el impacto que genera en los beneficiarios del servicio.

2.2.4. Impacto de la ineficiencia en empresas de servicio educativo. En el sector de servicios educativos, las consecuencias de la ineficiencia operacional adquieren una dimensión adicional relacionada con la calidad del aprendizaje. A diferencia de las organizaciones productivas, en las que la ineficiencia afecta principalmente la rentabilidad económica, en las entidades educativas el impacto se extiende a los resultados académicos de las personas estudiantes y a la percepción de valor del servicio por parte de las instituciones contratantes.

Pavón Anrango y Cajo Guallasamín (2024) documentaron que, en instituciones educativas de nivel superior del Ecuador, la gestión informal de proyectos académicos ocasionó tasas de incumplimiento de hasta un 40 % en los cronogramas establecidos, lo que afectó directamente la experiencia formativa de las personas estudiantes. Horna Melo (2024) en su estudio sobre dirección de proyectos en instituciones educativas públicas de Perú, encontró que la aplicación del PMBOK redujo significativamente las desviaciones en tiempo y costo, lo que evidencia que la formalización metodológica tiene un impacto medible y positivo en la eficiencia operacional del sector educativo.

2.3. Educación Steam

Para comprender el contexto operativo en el que se desarrolla este estudio es necesario revisar los fundamentos del modelo educativo Steam que constituye la razón de ser de Laboratorios Steam Magic Smart. Este modelo educativo presenta particularidades pedagógicas y operacionales que influyen directamente en los desafíos de gestión que enfrenta la entidad.

2.3.1. Definición y principios del modelo educativo Steam. El acrónimo Steam hace referencia a la integración de cinco campos del conocimiento: Ciencias (Science), Tecnología (Technology), Ingeniería (Engineering), Artes (Arts) y Matemáticas (Mathematics). Este enfoque educativo surgió como una evolución del modelo STEM, al que se incorporó el componente artístico con el objetivo de desarrollar no solo habilidades técnicas y analíticas, sino también la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad de comunicación (Yakman, 2008).

Henriksen *et al.* (2017) plantean que la educación Steam se caracteriza por su enfoque interdisciplinario, que integra contenidos de múltiples áreas en proyectos o experiencias de aprendizaje concretas, ya que supera la fragmentación curricular tradicional. Land (2013) señala que la incorporación de las artes al modelo STEM potencia la capacidad de las personas estudiantes

para visualizar problemas desde diferentes perspectivas, comunicar sus soluciones y desarrollar empatía con los usuarios de las tecnologías que diseñan. Estos principios fundamentan el enfoque pedagógico de los laboratorios móviles que opera Laboratorios Steam Magic Smart.

Entre los principios operativos que caracterizan al modelo Steam se destacan: el aprendizaje basado en proyectos (Project-Based Learning), donde las personas estudiantes desarrollan competencias mediante la resolución de problemas reales; la experimentación práctica con materiales y tecnologías tangibles; la evaluación formativa continua orientada al proceso más que al resultado y la colaboración entre pares como eje del aprendizaje (Yakman, 2008). Estos principios implican una alta demanda logística y de planificación curricular que debe ser gestionada de manera eficiente para garantizar la calidad del servicio educativo.

2.3.2. Modelos Steam en América Latina y Costa Rica. En el contexto latinoamericano, la educación Steam ha experimentado un crecimiento sostenido durante la última, década que impulsa políticas públicas orientadas a fortalecer las competencias en ciencia, tecnología e innovación como factores de desarrollo económico y social. Países como Chile, Colombia, México y Costa Rica han incorporado iniciativas STEM y Steam, tanto en sus sistemas de educación pública como en el ámbito privado, aunque con niveles variables de institucionalización y cobertura (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [Unesco], 2021).

En Costa Rica, el Ministerio de Educación Pública (MEP) ha impulsado diversas iniciativas para integrar contenidos Steam en los programas de estudio oficiales, al tiempo que reconoce la importancia de estas competencias para la inserción laboral en una economía orientada hacia la innovación tecnológica. La existencia de empresas como Laboratorios Steam Magic Smart, que ofrecen laboratorios móviles como extensión del currículo oficial, responde precisamente a esta demanda educativa y complementa la oferta de los centros educativos con experiencias prácticas de alto valor pedagógico.

2.3.3. Desafíos operacionales de los laboratorios Steam móviles. La modalidad de laboratorios Steam móviles implica desafíos operacionales particulares que distinguen a este tipo de organización de las instituciones educativas estáticas. A diferencia de un laboratorio permanente ubicado en un centro educativo, un laboratorio móvil debe ser planificado, trasladado, instalado, operado y recogido en diferentes ubicaciones geográficas de acuerdo con un cronograma que puede variar significativamente de una semana a otra. Esta dinámica impone requisitos

exigentes en términos de logística de materiales y equipos, coordinación de personal docente y técnico, adaptación curricular a los niveles y necesidades de cada institución visitada y gestión eficiente del tiempo disponible en cada visita (Salykova *et al.*, 2024).

La ausencia de metodologías formales de planificación en este contexto tiene consecuencias directas en la calidad del servicio: la falta de protocolos logísticos puede resultar en materiales faltantes o en mal estado; la inexistencia de guías curriculares estandarizadas puede producir experiencias educativas inconsistentes entre distintas visitas y la carencia de herramientas de seguimiento impide identificar oportunidades de mejora a partir de la experiencia acumulada. Estos son precisamente los problemas que la propuesta de gerencia por proyectos busca atender.

2.4. Teorías organizacionales y de mejora de procesos

El diseño de un modelo de gerencia por proyectos para Laboratorios Steam Magic Smart se fundamenta no solo en los estándares del PMI, sino también en un conjunto de teorías organizacionales y de mejora de procesos que proveen perspectivas complementarias sobre cómo optimizar el uso de recursos, identificar y eliminar ineficiencias y gestionar el cambio organizacional de manera efectiva. Esta sección revisa cuatro teorías especialmente relevantes para el contexto de este estudio.

2.4.1. Lean Management y eliminación de desperdicios. El Lean Management, también conocido como pensamiento Lean o manufactura esbelta, es una filosofía de gestión originada en el sistema de producción Toyota (TPS) durante la década de 1950 y sistematizada por Womack y Jones (1996) para su aplicación en organizaciones de cualquier sector. El principio fundamental del Lean es la eliminación sistemática del desperdicio —cualquier actividad que consuma recursos sin generar valor para el cliente— a través de cinco principios: definir el valor desde la perspectiva del cliente, mapear el flujo de valor, crear un flujo continuo de actividades, establecer un sistema de producción por demanda (*pull*) e implementar la mejora continua (Kaizen).

En el contexto de organizaciones de servicios educativos, el Lean Management aporta herramientas específicas para identificar y eliminar las actividades que no agregan valor en los procesos de logística y planeación curricular. El mapeo del flujo de valor (VSM, Value Stream Mapping) permite visualizar gráficamente todos los pasos de un proceso; reconocer los cuellos de botella y los tiempos de espera innecesarios y diseñar un estado futuro más eficiente. Esta

herramienta es especialmente útil para el análisis diagnóstico del Área de Logística de Laboratorios Steam Magic Smart, donde la coordinación de materiales, equipos y personal en múltiples ubicaciones puede generar desperdicios significativos si no se gestiona adecuadamente (Womack y Jones, 1996).

2.4.2. Teoría de restricciones (TOC) de Goldratt. La teoría de restricciones (Theory of Constraints, TOC), desarrollada por Goldratt y Cox (1984) en su obra seminal *The Goal*, postula que cualquier sistema orientado a un objetivo tiene al menos una restricción que limita su desempeño global. Esta restricción o cuello de botella es el factor determinante del rendimiento del sistema, por lo tanto, cualquier esfuerzo de mejora que no se dirija a la restricción principal tiene un impacto marginal en los resultados totales.

El proceso de mejora propuesto por la TOC consta de cinco pasos: identificar la restricción del sistema, decidir cómo explotarla al máximo, subordinar todos los demás elementos del sistema a esa decisión, elevar la capacidad de la restricción mediante inversiones o rediseño del procedimiento y repetir el ciclo al reconocer la nueva restricción que emerja. Esta lógica de mejora continua orientada a las restricciones es especialmente aplicable al caso de Laboratorios Steam Magic Smart, en el que las ineficiencias operacionales en logística o planeación actúan como limitaciones que limitan la habilidad de la organización para atender más instituciones educativas con los mismos recursos (Goldratt y Cox, 1984).

2.4.3. Gestión del cambio organizacional — modelo de Kotter. La implementación de un modelo de gerencia por proyectos en una organización que ha operado históricamente bajo una gestión empírica constituye, en esencia, un proceso de cambio organizacional. La gestión del cambio se refiere a los procesos, herramientas y técnicas para gestionar el lado humano del cambio, con el fin de lograr los resultados de negocio esperados. Uno de los modelos más reconocidos y aplicados en este campo es el modelo de ocho pasos propuesto por Kotter (1996) en su obra *Leading Change*.

El modelo de Kotter (1996) establece que los procesos de cambio organizacional exitosos deben seguir ocho etapas secuenciales: establecer un sentido de urgencia que motive a los involucrados a actuar; crear una coalición de liderazgo comprometida con el cambio; desarrollar una visión y estrategia claras; comunicar esa visión de manera efectiva; facultar a las personas colaboradoras para actuar, en consecuencia, generar victorias tempranas visibles que refuercen la

motivación; consolidar las mejoras y producir más cambios; e institucionalizar los nuevos enfoques en la cultura organizacional.

Para Laboratorios Steam Magic Smart, la propuesta de gerencia por proyectos no culmina con la entrega del documento metodológico; su valor real se hace efectivo únicamente si la Gerencia General lidera un proceso de cambio que incorpore gradualmente las prácticas propuestas en la operación cotidiana. El modelo de Kotter (1996) provee un marco orientador para planificar y ejecutar ese proceso de adopción, de manera que minimice la resistencia al cambio y maximice la probabilidad de éxito de la implementación.

2.4.4. Mejora continua (Kaizen) aplicada a organizaciones educativas. El concepto de Kaizen, término japonés que se traduce como mejora continua, fue sistematizado por Imai (1986) como una filosofía de gestión basada en la idea de que la mejora de los procesos no es un evento discreto, sino una práctica permanente que debe involucrar a todos los miembros de la organización, desde la Alta Gerencia hasta las personas colaboradoras operativas. A diferencia de las innovaciones disruptivas que buscan transformaciones radicales, el Kaizen propone mejoras pequeñas, incrementales y sostenibles que, acumuladas en el tiempo, producen transformaciones significativas en la eficiencia y la calidad.

En el contexto educativo, el Kaizen se ha aplicado con resultados positivos para optimizar procesos administrativos, reducir tiempos de respuesta en la atención a estudiantes y mejorar la consistencia en la entrega del servicio educativo (Vargas *et al.*, 2025). Su aplicabilidad al caso de Laboratorios Steam Magic Smart radica en que la propuesta de gerencia por proyectos debe concebirse no como una solución estática, sino como el punto de partida de un ciclo continuo de revisión, ajuste y optimización de los procedimientos. La incorporación de instancias de retroalimentación estructurada —como las retrospectivas de la metodología Scrum— permite operacionalizar el principio Kaizen dentro del modelo propuesto.

2.5. Dirección de proyectos

La dirección de proyectos es la disciplina que provee el marco metodológico central de este estudio. Su comprensión en profundidad, —desde sus definiciones fundamentales hasta sus metodologías, estándares y herramientas— es indispensable para fundamentar la propuesta de un modelo de gerencia por proyectos adaptado a la realidad de Laboratorios Steam Magic Smart.

2.5.1. Definiciones generales de la dirección de proyectos. Clements (1999) indica que: “Un proyecto es un intento por lograr un objetivo específico mediante un juego de tareas interrelacionadas y el uso efectivo de los recursos” (p. 4). Desde esta perspectiva, cualquier actividad humana organizada con un propósito definido puede manejarse como un proyecto, lo que amplía el ámbito de aplicación de la dirección de proyectos más allá de sus contextos originales en la ingeniería y la tecnología.

El Project Management Institute (PMI, 2021) define un proyecto como: “Un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (p. 4). La temporalidad del proyecto —su inicio y fin definidos— lo distingue de las operaciones continuas y repetitivas de una organización. La dirección de proyectos, por otra parte, consiste en aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer los requisitos de este, al tiempo que equilibra el alcance, el cronograma, el costo, la calidad, los recursos y los riesgos asociados.

Entre los atributos que caracterizan a todo proyecto, Clements (1999) identifica los siguientes: un objetivo claramente definido en términos de alcance, programa y costo; una serie de tareas interdependientes no repetitivas; el uso de recursos específicos para la ejecución de cada tarea; un marco temporal delimitado; un cliente o patrocinador que define los requisitos y recibe los entregables y un cierto grado de incertidumbre inherente a la naturaleza única de cada proyecto. Estos atributos son igualmente reconocibles en los proyectos de logística y planeación curricular de Laboratorios Steam Magic Smart.

2.5.2. El estándar PMBOK: grupos de procesos y áreas de conocimiento. La séptima edición del PMBOK (PMI, 2021) introduce, además, 12 principios de dirección de proyectos —como la mayordomía responsable, la orientación a los resultados y el fomento de un entorno colaborativo— que refuerzan los valores y comportamientos esperados del director de proyecto, con independencia del tipo de metodología adoptada. Esta convergencia entre el enfoque basado en principios de la séptima edición y el enfoque basado en procesos de la sexta edición refleja la madurez actual de la disciplina y respalda la adopción de un modelo híbrido como el propuesto en esta investigación.

La guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge), publicada por el PMI, es el estándar *de facto* que más se utiliza en la dirección de proyectos en el ámbito mundial,

especialmente en las Américas. En su séptima edición (PMI, 2021), el PMBOK introduce un enfoque basado en principios y dominios de desempeño, complementando el enfoque de procesos de ediciones anteriores. Sin embargo, el marco de grupos de procedimientos y áreas de conocimiento de la sexta edición (PMI, 2017) sigue siendo ampliamente utilizado como referencia operativa en la dirección de proyectos.

Los cinco grupos de procesos del PMBOK organizan las actividades de dirección de proyectos a lo largo de su ciclo de vida: el grupo de inicio, que establece el proyecto y autoriza su ejecución; el grupo de planificación, que define el alcance, cronograma, presupuesto y el plan de gestión; el grupo de ejecución, que coordina los recursos para llevar a cabo el trabajo del proyecto; el grupo de monitoreo y control, que realiza el seguimiento del avance e implementa acciones correctivas y el grupo de cierre, que formaliza la conclusión del proyecto y documenta las lecciones aprendidas (PMI, 2017).

Las diez áreas de conocimiento del PMBOK definen los campos especializados que el director de proyectos debe dominar: gestión de la integración, del alcance, del cronograma, de los costos, de la calidad, de los recursos, de las comunicaciones, de los riesgos, de las adquisiciones y de los interesados. Para el modelo propuesto en esta investigación, las áreas de mayor relevancia son la gestión del alcance —que define qué incluye y qué excluye cada proyecto—, la gestión del cronograma —fundamental para la logística de los laboratorios móviles—, la gestión de los recursos —para optimizar el uso del personal y los materiales— y la gestión de los riesgos —para anticipar y mitigar las contingencias operacionales (PMI, 2017).

2.5.3. Definición de proyectos en cascada y ágil

2.5.3.1. Modelo en cascada. El modelo en cascada (*waterfall*) es el enfoque predictivo o planificado (*plan-driven*) por excelencia en la administración de proyectos. Su formulación se atribuye a Royce (1970), quien, en el ámbito del desarrollo de grandes sistemas de *software*, describió un flujo de trabajo secuencial compuesto por etapas sucesivas en las que el resultado de cada una constituye el insumo de la siguiente. El rasgo distintivo del modelo es la linealidad: cada fase debe completarse, verificarse y aprobarse antes de iniciar la próxima, de manera que el proyecto avanza en una sola dirección, como una cascada que desciende por fases.

Para comprenderlo con un ejemplo cotidiano, el modelo en cascada funciona de manera similar a la construcción de una casa: primero se elaboran los planos, luego se levantan los cimientos, después las paredes y, por último, el techo y los acabados. No es razonable colocar el techo antes de terminar las paredes y rehacer los cimientos cuando la casa ya está construida, pues resulta muy costoso. Del mismo modo, en un proyecto gestionado en cascada cada etapa se completa por entero antes de pasar a la siguiente. En la práctica, su implementación se apoya en una planificación inicial detallada—habitualmente representada en un diagrama de Gantt—, en la definición anticipada de todos los entregables y en una reunión de revisión al cierre de cada fase para aprobar el avance antes de continuar.

En su propuesta original, Royce (1970) identificó una secuencia de fases que, con variantes terminológicas, se ha conservado en la literatura: el análisis de requisitos, en el que se define de forma exhaustiva el alcance y las especificaciones del producto; el diseño, que traduce esos requerimientos en una arquitectura y un plan detallado; la implementación o construcción, en la que se ejecuta el trabajo planificado; la verificación o prueba, que comprueba que los entregables cumplen las especificaciones y la operación y mantenimiento, que asegura la continuidad del producto una vez entregado. Cada transición entre etapas funciona como un punto de control (*gate*) en el que se validan los entregables antes de autorizar el avance, lo que confiere al modelo un carácter fuertemente documentado y trazable.

Las principales fortalezas del modelo en cascada son la predictibilidad, la claridad del alcance y la facilidad de control: al definirse la totalidad del trabajo por adelantado, es posible estimar con precisión plazos, costos y responsables y medir el avance frente a un plan de referencia. Estas características lo hacen idóneo para proyectos con requisitos estables, comprendidos y de baja probabilidad de cambio, así como para procesos repetitivos que requieren un control estricto de recursos y cronogramas. Su principal limitación es la rigidez frente al cambio: debido a que la retroalimentación del usuario se produce en fases avanzadas, incorporar modificaciones una vez iniciada la construcción resulta costoso y puede obligar a retroceder etapas completas. En la terminología del PMBOK, la cascada corresponde a un enfoque de desarrollo predictivo, apropiado cuando el alcance puede definirse por completo al inicio y el valor se entrega al final de una secuencia planificada de fases (PMI, 2021).

En el contexto de la logística educativa, este enfoque asegura que las operaciones — programación de rutas, abastecimiento de materiales y preparación de las maletas de material— se ejecuten de manera ordenada, con entregables definidos en cada fase y un control riguroso de los recursos, lo que reduce la incertidumbre y las desviaciones operativas.

2.5.3.2. Modelo ágil. Las metodologías ágiles constituyen un enfoque adaptativo que organiza el trabajo en ciclos iterativos e incrementales, orientados a entregar valor de forma continua y a incorporar la retroalimentación de manera temprana y frecuente. Su fundamento conceptual es el Manifiesto Ágil (Beck *et al.*, 2001), que postula cuatro valores: los individuos y sus interacciones sobre los procesos y las herramientas; el producto funcionando sobre la documentación exhaustiva; la colaboración con el cliente sobre la negociación contractual y la respuesta al cambio sobre el seguimiento de un plan. Estos valores se despliegan en 12 principios que enfatizan la entrega temprana y continua de valor, la aceptación del cambio incluso en etapas avanzadas, la colaboración cotidiana entre las partes, los equipos autoorganizados y la reflexión periódica para mejorar (Beck *et al.*, 2001).

Para ilustrarlo con un ejemplo sencillo, un equipo que desarrolla una aplicación móvil con un enfoque ágil no espera a tener el producto terminado para mostrarlo: cada dos semanas entrega una versión con algunas funciones listas, la prueba con usuarios reales y, a partir de sus comentarios, decide qué mejorar o incorporar en el siguiente ciclo. De esta forma, el producto evoluciona de manera gradual y los errores se corrigen de forma temprana, en lugar de descubrirse al final. En la práctica, su implementación se organiza mediante reuniones breves y periódicas — una planificación al inicio de cada ciclo, encuentros diarios de coordinación, una revisión del resultado con el cliente y una retrospectiva del equipo— y suele apoyarse en un tablero visual en el que las tareas avanzan de *por hacer* a *en proceso* y *terminado*.

A diferencia del enfoque predictivo, lo ágil no busca definir la totalidad del alcance al inicio, sino descubrirlo y refinarlo a lo largo de iteraciones sucesivas mediante un control empírico basado en la transparencia, la inspección y la adaptación. El trabajo se divide en incrementos pequeños y utilizables que se entregan en períodos breves, lo que permite validar supuestos con rapidez y ajustar el rumbo antes de comprometer grandes recursos.

Entre los marcos ágiles, Scrum es uno de los más difundidos. Schwaber y Sutherland (2020) lo describen como un marco ligero en el que un equipo pequeño y autoorganizado trabaja

en iteraciones de duración fija denominadas *sprints* —habitualmente de una a cuatro semanas—, al término de las cuales se obtiene un incremento de valor. Scrum define tres responsabilidades: la persona propietaria del producto (*product owner*), encargada de maximizar el valor y de priorizar el *backlog*; la persona facilitadora (*Scrum master*), responsable de habilitar el proceso y remover impedimentos y el equipo de desarrollo, que ejecuta el trabajo. Establece, además, un conjunto de eventos —la planificación del *sprint*, la reunión diaria (*daily Scrum*), la revisión del *sprint* y la retrospectiva— y tres artefactos: el *backlog* del producto (lista priorizada de requisitos), el *backlog* del *sprint* y el incremento (Schwaber y Sutherland, 2020).

De forma complementaria, el método Kanban aporta un sistema visual de gestión del flujo de trabajo que representa las tareas en un tablero de columnas y limita el trabajo en curso para evitar la sobrecarga y los cuellos de botella (kanbanize.com, 2021). En conjunto, las metodologías ágiles favorecen la adaptabilidad, la transparencia y la mejora continua. Por lo tanto, resultan especialmente pertinentes cuando los requisitos son cambiantes y la creatividad es un factor central. En el ámbito de la planeación y el currículo educativo, este enfoque facilita la innovación pedagógica y la adaptación iterativa a nuevas necesidades académicas y tecnológicas.

2.5.3.3. Enfoque híbrido: combinación cascada-ágil. El PMI (2021) reconoce que la dicotomía entre metodologías predictivas y adaptativas ha dado paso a enfoques híbridos que combinan elementos de ambos modelos para aprovechar sus respectivas fortalezas según las características de cada componente del proyecto. Un enfoque híbrido aplica una metodología predictiva —como la cascada— en las fases o áreas del proyecto donde los requisitos son estables y la secuenciación es predecible, mientras que utiliza un enfoque adaptativo —como Scrum o Kanban— en las etapas o áreas donde prevalecen la incertidumbre y la necesidad de iteración.

Esta investigación adopta precisamente un enfoque híbrido: el modelo en cascada para el Área de Logística —donde los procesos son secuenciales, repetitivos y controlables— y la metodología ágil para el Área de Planeación y Currículo Educativo —donde la naturaleza dinámica y adaptativa del trabajo pedagógico requiere flexibilidad y capacidad de respuesta iterativa. Esta combinación está respaldada por la literatura reciente, que documenta el crecimiento de los enfoques híbridos como la tendencia dominante en la gestión moderna de proyectos (PMI, 2021).

2.5.3.4. Comparación y pertinencia. Mientras que el modelo en cascada ofrece estabilidad y control en procesos logísticos, el modelo ágil aporta flexibilidad y dinamismo en la gestión

curricular. La combinación de ambos enfoques en una misma institución educativa permite aprovechar las fortalezas de cada metodología según el área de aplicación. Además, optimiza recursos y mejora la calidad del servicio (PMI, 2021).

2.5.4. Ciclo de vida del proyecto. El PMI (2017) indica que los proyectos, sin importar su tamaño o nivel de complejidad, siempre pueden configurarse dentro de la siguiente estructura de ciclo de vida: inicio, organización y preparación, ejecución del trabajo y cierre. El ciclo de vida de un proyecto (que utiliza las reglas del estándar PMBOK) siempre se caracterizará por los siguientes aspectos (PMI, 2017):

- Poseen un inicio y un fin definido.
- Se establecen los involucrados en cada fase.
- Los entregables deben aprobarse antes de que inicie el trabajo de la siguiente fase.
- El nivel de riesgo decrece a medida que avanza el proyecto.
- En proporción a lo anterior, los costos crecen a medida que avanza el proyecto.

Estos puntos se pueden apreciar mejor en el siguiente gráfico:



Figura 1

Niveles típicos de costo y dotación de personal durante el ciclo de vida del proyecto

Fuente: PMI (2017).

2.5.5. Aplicación de metodologías de proyectos en instituciones educativas. La

aplicación de metodologías de dirección de proyectos en instituciones educativas ha sido objeto de creciente interés en los últimos años, en especial en el marco de la transformación digital y la necesidad de optimizar recursos. Aunque tradicionalmente estas metodologías se han utilizado en sectores tecnológicos e industriales, diversos estudios han demostrado su pertinencia en el ámbito académico.

2.5.5.1. Casos documentados. El uso del estándar PMBOK en universidades ha permitido mejorar la planificación de programas académicos y la gestión de recursos, a la vez que proporciona un marco estructurado para coordinar actividades y reducir riesgos (Salykova *et al.*, 2024). Por otra parte, metodologías ágiles como Scrum han sido adaptadas al contexto educativo bajo enfoques como EduScrum, en los que equipos de estudiantes trabajan en ciclos iterativos para desarrollar proyectos de aprendizaje y fomentan la colaboración y la autonomía (Schwaber y Sutherland, 2020). Investigaciones recientes en educación superior han demostrado que la implementación de Scrum en programas de formación en TI incrementa la participación estudiantil y fortalece las habilidades de resolución de problemas (Bašić *et al.*, 2024). Asimismo, en entornos escolares se han aplicado metodologías ágiles combinadas con Design Thinking para transformar la enseñanza tradicional hacia un aprendizaje más activo y colaborativo (Vargas *et al.*, 2025).

2.5.5.2. Beneficios reportados. Entre los principales beneficios documentados se encuentran:

- Optimización de recursos mediante una mejor planificación y control de tiempos y materiales.
- Innovación pedagógica que promueve un aprendizaje activo, colaborativo y centrado en la persona estudiante.
- Flexibilidad curricular mediante iteraciones cortas que permiten ajustes rápidos en programas y contenidos.
- Incremento en la motivación y el compromiso estudiantil a través de ciclos de retroalimentación continua (Scrum Alliance, 2023).

2.5.5.3. Limitaciones y desafíos. No obstante, la implementación de estas metodologías en instituciones educativas enfrenta ciertos desafíos. Entre ellos destacan la resistencia al cambio por

parte de docentes y administradores, la necesidad de capacitación especializada para el personal académico y la adaptación cultural de prácticas de dirección de proyectos a contextos educativos (Epicflow, 2025). Asimismo, algunos estudios señalan que la falta de experiencia en dirección de proyectos puede derivar en una planeación deficiente y en dificultades para sostener la metodología en el tiempo (Vargas *et al.*, 2025).

2.5.6. Tendencias actuales en la dirección de proyectos educativos. En los últimos años, la dirección de proyectos en instituciones educativas ha evolucionado hacia enfoques más flexibles y adaptativos, lo que responde a la transformación digital y a la necesidad de resiliencia organizacional. Esta evolución se refleja en la adopción de metodologías híbridas, el uso intensivo de herramientas digitales, la aplicación de modelos de gestión del cambio y la incorporación de indicadores de éxito específicos para el ámbito educativo.

2.5.6.1. Metodologías híbridas. El Project Management Institute (PMI, 2021) señala que las organizaciones educativas tienden a combinar enfoques predictivos, como el modelo en cascada, con enfoques adaptativos, como las metodologías ágiles. Este modelo híbrido permite mantener un control riguroso en áreas operativas como la logística, mientras se aprovecha la flexibilidad y capacidad de respuesta de ágil en procesos pedagógicos y curriculares.

2.5.6.2. Transformación digital. La digitalización ha impulsado el uso de plataformas colaborativas y herramientas TIC para gestionar proyectos educativos, lo que mejora la comunicación, la planificación y el seguimiento de los resultados. Según Deloitte (2020), la integración de tecnologías digitales en la dirección de proyectos contribuye a optimizar recursos y a fortalecer la capacidad de adaptación de las instituciones frente a cambios en el entorno.

2.5.6.3. Gestión del cambio. La implementación de nuevas metodologías en instituciones educativas requiere superar resistencias culturales y capacitar al personal docente. Kotter (1996) propone un modelo de gestión del cambio que incluye etapas como la creación de una visión compartida, la generación de compromiso y la institucionalización de nuevas prácticas, elementos esenciales para garantizar la adopción exitosa de metodologías de proyectos en educación.

2.5.6.4. Indicadores de éxito. La literatura reciente sugiere que el impacto de los proyectos educativos debe evaluarse mediante indicadores específicos, como la eficiencia logística, la satisfacción estudiantil, la innovación curricular y la calidad del aprendizaje. Salykova *et al.* (2024)

destacan que la definición de métricas claras permite medir de manera objetiva la pertinencia y la efectividad de aplicar metodologías de proyectos en instituciones educativas.

2.6. Instrumentos

Esta sección expone múltiples instrumentos que se utilizan para el desarrollo correcto de las etapas establecidas en los proyectos.

2.6.1. El Diagrama de Gantt. El PMI (2017) indica que el diagrama de Gantt es un:

Diagrama de Barras con información del cronograma donde las actividades se enumeran en el eje vertical, las fechas se muestran en el eje horizontal y las duraciones de las actividades se muestran como barras horizontales colocadas según las fechas de inicio y finalización (p. 706).

Esta herramienta es muy utilizada en el mundo de la dirección de proyectos y se puede considerar como uno de los instrumentos básicos en los proyectos administrados en cascada.

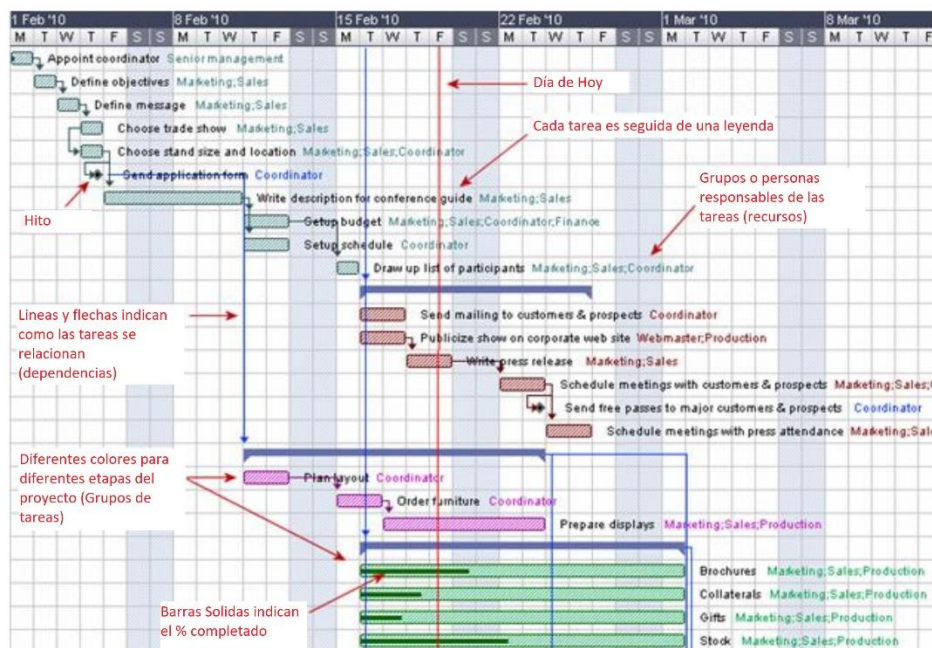


Figura 2
Ejemplo de estructura de un diagrama de Gantt

Fuente: Caso (2017).

En la Figura 2 se pueden ver ejemplificadas las partes mencionadas y cómo estas se aplican a lo largo del desarrollo de un proyecto, si bien hay diferentes herramientas de *software* que pueden variar en la estética de la presentación de un diagrama de Gantt, sus partes principales usualmente son las mismas.

2.6.2. Tablero de Kanban. Según kanbanize.com (2021), el tablero Kanban es una herramienta que se utiliza para mapear y visualizar flujos de trabajo. La herramienta contiene múltiples columnas, en cada una de las cuales se observa una fase de su proceso y las filas representan diferentes tipos de actividades específicas. Además, cada tarea que entra en su flujo de trabajo aparece en el tablero como una tarjeta Kanban. El punto de entrada de cada tarjeta es la columna *Por hacer*. Existen distintas herramientas digitales que se utilizan para representar un tablero Kanban, pero todas conservan un esquema en el que las columnas están divididas en tres grupos: *Por hacer*, *En proceso* y *Hecho*. Tres de los principales objetivos del tablero de Kanban son:

- Visualizar los cuellos de botella y las debilidades en el flujo de trabajo.
- Enfocarse en el trabajo en proceso.
- Eliminar la necesidad de reuniones para actualizar la información básica.

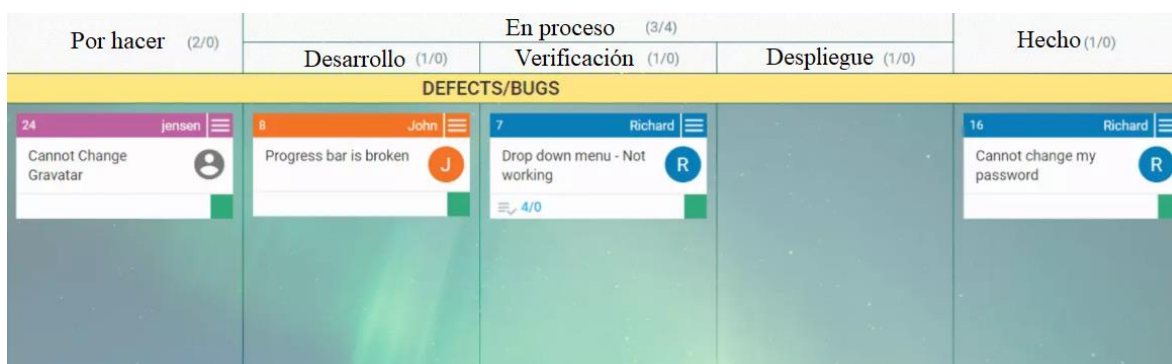


Figura 3

Ejemplo de estructura de un tablero de Kanban

Fuente: kanbanize.com (2021).

2.6.3. Estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS). La estructura de desglose del trabajo (EDT), conocida en inglés como Work Breakdown Structure (WBS) es un instrumento fundamental en la gestión del alcance de los proyectos. El PMI (2017) la define como: “Una

descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a ejecutar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos” (p. 157). La EDT organiza el trabajo del proyecto en componentes manejables y medibles y facilita la asignación de responsabilidades, la estimación de costos y la planificación del cronograma.

En el modelo propuesto para Laboratorios Steam Magic Smart, la EDT cumple una función estratégica en la fase de planificación de cada proyecto de logística o currículo: al descomponer el alcance total del trabajo en paquetes de trabajo concretos y asignables, permite a la Gerencia General visualizar con claridad qué debe hacerse, quién es responsable de cada entregable y cuáles son las interdependencias entre los componentes del proyecto. Esta claridad en la definición del alcance es la base sobre la cual se construyen el cronograma y el presupuesto del proyecto y reduce el riesgo de desviaciones por omisiones en la planificación inicial.

2.7. Herramientas ofimáticas

Estas permiten crear documentos de diversa índole, hojas de cálculo, presentaciones y diagramas vectoriales, los cuales son parte esencial para cumplir los objetivos de la propuesta. Entre las herramientas por utilizar están:

- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.
- Microsoft Visio.
- Google Docs (Forms).
- Microsoft Project.
- Trello.

2.7.1. Microsoft Word. Microsoft Word es un procesador de texto desarrollado por Microsoft, ampliamente utilizado para la creación y edición de documentos. Ofrece funciones de formato, estilos, plantillas, tablas de contenido y control de cambios que facilitan la elaboración de documentos estructurados y de apariencia profesional. En este trabajo se emplea Microsoft Word para documentar los procedimientos, las políticas y los manuales del modelo propuesto, así como para redactar el informe de la tesis.

2.7.2. Microsoft Excel. Microsoft Excel es una hoja de cálculo desarrollada por Microsoft que permite organizar, calcular y analizar datos mediante fórmulas, funciones, tablas dinámicas y gráficos. Además, admite la automatización de tareas repetitivas por medio de macros. En este estudio, Excel se utiliza para construir plantillas de bajo costo destinadas al control del inventario, el presupuesto y el seguimiento de los indicadores de cada proceso.

2.7.3. Microsoft Visio. Microsoft Visio es una aplicación de diagramación desarrollada por Microsoft que permite crear representaciones vectoriales como diagramas de flujo, mapas de procesos y organigramas. Su biblioteca de plantillas y símbolos estandarizados facilita la comunicación visual de procedimientos y estructuras organizativas. En este estudio, Visio se emplea para representar gráficamente los flujos de los procesos y la estructura de responsabilidades de las áreas analizadas.

2.7.4. Google Docs (Forms). Google Forms es una herramienta gratuita de Google, integrada en su *suite* de productividad, que permite diseñar y aplicar encuestas y formularios en línea, almacenar las respuestas en la nube y generar de forma automática resúmenes y gráficos a partir de los datos recopilados. En este trabajo, Google Forms se contempla para la recolección y sistematización de datos en línea, como encuestas de retroalimentación, de manera ágil y sin costo.

2.7.5. Microsoft Project. Microsoft Project es un *software* de gestión de proyectos desarrollado por Microsoft, orientado a la planificación y el control de cronogramas. A partir de las tareas, los hitos y sus relaciones de dependencia, genera automáticamente diagramas de Gantt y facilita la asignación de recursos y el seguimiento del avance (PMI, 2017). En este estudio, Project se contempla, de forma opcional, para elaborar el cronograma del modelo en cascada del Área de Logística.

2.7.6. Trello. Trello es una aplicación de gestión de tareas basada en la web que organiza el trabajo mediante tableros de tipo Kanban, en los que las tarjetas —que representan asignaciones— se desplazan por columnas que reflejan su estado (por hacer, en proceso y terminado). Este esquema visual, propio de las metodologías ágiles permite seguir el flujo de trabajo y limitar las tareas en curso para evitar la sobrecarga (kanbanize.com, 2021). En este estudio se propone Trello para gestionar el tablero Kanban del Área de Planeación y Currículo Educativo.

2.8. Relación entre el marco teórico y la investigación

El marco teórico desarrollado en este capítulo no constituye un ejercicio académico desvinculado del problema de investigación, por el contrario, cada uno de sus componentes guarda una relación directa y funcional con el problema identificado, los objetivos que se plantearon y la propuesta metodológica que se desarrolla en los capítulos siguientes. Esta sección desarrolla esas conexiones para mostrar la coherencia interna entre el sustento teórico y el trabajo investigativo.

En primer lugar, la conceptualización de la gestión empírica, desarrollada en la sección 2.1, provee el fundamento para diagnosticar el estado actual de Laboratorios Steam Magic Smart. Las características que se identificaron por parte de Taylor (1911), Drucker (1954) y Mintzberg (1983) —toma de decisiones subjetiva, ausencia de documentación de los procesos, inexistencia de indicadores y estructura informal— son reconocibles en la realidad operativa de las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo de la empresa, lo que valida el diagnóstico de partida de la investigación.

En segundo lugar, el marco de ineficiencia operacional presentado en la sección 2.2 proporciona los conceptos y los indicadores necesarios para objetivar el problema identificado. Los tipos de ineficiencia descritos por Womack y Jones (1996) y Slack *et al.* (2010) —en recursos humanos, tiempo y costos— corresponden directamente a las tres dimensiones de eficiencia que el objetivo general de la investigación propone mejorar mediante el modelo de gerencia por proyectos. Los indicadores de desempeño del PMI (2017) —SPI, CPI, tasa de cumplimiento del cronograma— servirán como base para diseñar los indicadores de seguimiento del modelo propuesto.

En tercer lugar, el marco de educación Steam de la sección 2.3 fundamenta la especificidad del contexto organizacional en el que se desarrolla el estudio. Comprender los principios pedagógicos del modelo Steam (Yakman, 2008; Land, 2013) y los desafíos operacionales particulares de los laboratorios móviles permite diseñar un modelo de gerencia por proyectos que responda a las necesidades concretas de Laboratorios Steam Magic Smart, en lugar de aplicar un modelo genérico sin considerar las particularidades del sector.

En cuarto lugar, las teorías organizacionales y de mejora de procesos revisadas en la sección 2.4 enriquecen la propuesta con perspectivas complementarias al PMBOK. El Lean

Management (Womack y Jones, 1996) orienta el análisis diagnóstico hacia la identificación de actividades que no agregan valor en los procedimientos actuales. La TOC (Goldratt y Cox, 1984) provee el marco para identificar las restricciones principales que limitan la eficiencia del sistema. El modelo de Kotter (1996) ofrece la hoja de ruta para gestionar el proceso de cambio que implica la adopción del nuevo modelo. Finalmente, el Kaizen (Imai, 1986) establece el principio de mejora continua que debe orientar la evolución del modelo propuesto una vez adoptado.

Finalmente, los estándares, metodologías e instrumentos del PMBOK descritos en las secciones 2.5, 2.6 y 2.7 constituyen el núcleo técnico de la propuesta. El modelo en cascada y el diagrama de Gantt fundamentan el diseño del modelo para el Área de Logística; la metodología ágil, el tablero Kanban y Trello fundamentan el diseño del modelo para el Área de Planeación y Currículo Educativo y la EDT/WBS, Microsoft Project y las demás herramientas ofimáticas proveen los instrumentos para la documentación, planificación y seguimiento de los proyectos en ambas áreas. De esta manera, el marco teórico construido en este capítulo no solo justifica la pertinencia de la propuesta, sino que provee directamente los instrumentos conceptuales y metodológicos con los que se diseña.

Capítulo III. Marco metodológico

Este capítulo presenta el marco metodológico que orienta el estudio, es decir, el conjunto de decisiones y procedimientos mediante los cuales se obtuvo y analizó la información. En primer lugar, se define el enfoque adoptado y se justifica su elección; luego se describe el diseño y el alcance del estudio, así como el método de investigación empleado. Enseguida, se detallan las fuentes de información, la población y la muestra y los instrumentos de recolección que se utilizan. Finalmente, se expone el procedimiento seguido para la recolección y el análisis de los datos organizado en etapas sucesivas.

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de una investigación determina la naturaleza del conocimiento que se busca generar, los métodos de recolección de datos que se emplean y la forma en la que se analizan e interpretan los hallazgos. Hernández Sampieri *et al.* (2014) identifican tres grandes enfoques que orientan la investigación científica: el cualitativo, el cuantitativo y el mixto; cada uno con características epistemológicas y metodológicas propias que determinan su pertinencia según el tipo de problema de investigación abordado.

3.1.1. Enfoque cualitativo. El enfoque cualitativo se orienta a comprender los fenómenos sociales y organizacionales desde la perspectiva de los actores involucrados y explora sus significados, experiencias y puntos de vista. Hernández Sampieri *et al.* (2014) indican que este enfoque: “Utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (p. 7). En las investigaciones cualitativas, los datos suelen ser de naturaleza textual —narrativas, observaciones, entrevistas— y su análisis se realiza de manera inductiva y se construyen categorías y patrones a partir de la evidencia empírica.

Este enfoque resulta pertinente cuando el objeto de estudio es complejo, contextualmente específico y no se presta a la cuantificación directa. Su fortaleza reside en la profundidad de comprensión que permite alcanzar sobre fenómenos organizacionales como la gestión empírica de procesos, donde las causas y consecuencias están íntimamente ligadas a la cultura, las prácticas cotidianas y las percepciones de los actores involucrados (Creswell y Poth, 2018).

3.1.2. Enfoque cuantitativo. El enfoque cuantitativo se fundamenta en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar hipótesis. Hernández Sampieri *et al.* (2014) lo describen como un proceso: “Secuencial y probatorio” (p. 4) en el que el investigador parte de una idea delimitada, formula hipótesis, recoge datos mediante instrumentos estandarizados y analiza los resultados con métodos estadísticos. Este enfoque favorece la generalización de resultados y la replicación del estudio, aunque puede resultar insuficiente para capturar la complejidad contextual de fenómenos organizacionales específicos.

3.1.3. Enfoque mixto. El enfoque mixto integra elementos del paradigma cualitativo y del cuantitativo en un mismo diseño de investigación, con el propósito de obtener una comprensión más completa del fenómeno que se estudia que la que ofrecería cualquiera de los dos enfoques de forma aislada. Creswell y Plano Clark (2018) señalan que los diseños mixtos permiten: “Compensar las debilidades inherentes a cada uno de los enfoques con las fortalezas del otro” (p. 5), lo que resulta especialmente valioso en investigaciones aplicadas donde coexisten datos descriptivos de naturaleza cualitativa con indicadores de desempeño de naturaleza cuantitativa.

En el contexto de investigaciones organizacionales aplicadas, el enfoque mixto demuestra su pertinencia al permitir que el investigador describa la realidad operativa de una organización de manera narrativa y contextualizada —a través de la observación y las entrevistas—, a la vez que incorpora indicadores cuantitativos que objetivan el diagnóstico y permiten proyectar los beneficios esperados de las intervenciones propuestas (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

3.1.4. Enfoque adoptado: mixto con predominio cualitativo. La presente investigación adopta un enfoque mixto con predominio cualitativo. Esto significa que la mayor parte del proceso investigativo —el diagnóstico de los procesos actuales, el análisis de las causas de ineficiencia y el diseño del modelo de gerencia por proyectos— se desarrolla desde un enfoque cualitativo basado en la observación directa, el análisis documental y la consulta con los actores clave de la entidad. El componente cuantitativo se incorpora de manera complementaria mediante la estimación de indicadores de eficiencia operacional —tiempos, costos y uso de recursos humanos— que permiten proyectar los beneficios esperados de la propuesta y objetivar el diagnóstico de la situación actual.

Esta elección metodológica responde a la naturaleza del problema investigativo: la ineficiencia operacional derivada de la gestión empírica en Laboratorios Steam Magic Smart es un

fenómeno que requiere comprenderse en su contexto organizacional específico antes de ser cuantificado, pues sus causas son multidimensionales y están profundamente arraigadas en las prácticas cotidianas de la organización. El predominio cualitativo permite capturar esa complejidad, mientras que el componente cuantitativo aporta la precisión necesaria para fundamentar la propuesta con estimaciones de impacto concretas (Creswell y Plano Clark, 2018).

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es el plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información requerida y responder a la pregunta investigativa. Hernández Sampieri *et al.* (2014) distinguen dos grandes tipos de diseño: experimental y no experimental. En los diseños experimentales, el investigador manipula deliberadamente variables para observar sus efectos; en los diseños no experimentales, en cambio, el investigador observa los fenómenos tal como se dan en su contexto natural sin intervenir en ellos.

Esta investigación adopta un diseño no experimental de tipo transversal, debido a que no se manipula ninguna variable y los datos se recogen en un momento único en el tiempo, correspondiente a la situación operativa actual de Laboratorios Steam Magic Smart. Específicamente, se trata de un estudio de caso único (Yin, 2018), en el que la unidad de análisis es la Gerencia General de la empresa y las dos áreas funcionales objeto de la propuesta: Logística y Planeación y Currículo Educativo.

El estudio de caso es el diseño más pertinente para esta investigación porque permite analizar en profundidad un fenómeno contemporáneo —la ineficiencia operacional por gestión empírica— en su contexto real, cuando los límites entre el fenómeno y el ámbito no son claramente evidentes (Yin, 2018). La naturaleza propositiva del estudio —cuyo producto final es un modelo de gerencia por proyectos— refuerza la pertinencia del diseño de caso único orientado a la acción, típico de las investigaciones aplicadas en administración de empresas.

3.3. Alcance de la investigación

El alcance de una investigación define hasta dónde llega el conocimiento que se busca generar y qué tipo de conclusiones puede producir el estudio. Hernández Sampieri *et al.* (2014) identifican cuatro alcances fundamentales en la investigación científica: exploratorio, descriptivo,

correlacional y explicativo. Cada alcance implica un nivel de profundidad distinto en el análisis del fenómeno que se estudia.

La presente investigación tiene un alcance descriptivo-explicativo. El alcance descriptivo se manifiesta en la caracterización detallada de los procesos actuales de las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo de Laboratorios Steam Magic Smart; describe sus componentes, secuencias, recursos involucrados y limitaciones operacionales. Según Hernández Sampieri *et al.* (2014), los estudios descriptivos: “Buscan especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice” (p. 92).

El alcance explicativo se integra al caracterizar las relaciones causales entre la gestión empírica de procesos y la ineficiencia operacional identificada en la organización y explica por qué se producen las ineficiencias y cómo la implementación de un modelo formal de gerencia por proyectos puede contribuir a reducirlas. Hernández Sampieri *et al.* (2014) señalan que los estudios explicativos: “Están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales” (p. 95) y aportan el nivel de comprensión necesario para sustentar la propuesta que es el producto central de este trabajo.

El estudio no contempla un alcance correlacional ni experimental, debido a que no se busca medir la relación estadística entre variables en una muestra amplia ni implementar y evaluar el modelo en condiciones reales de operación. El producto final es un documento metodológico propositivo que la Gerencia General puede adoptar en una fase posterior de implementación.

3.4. Método de investigación

El método de investigación es el camino ordenado y sistemático que sigue el investigador para alcanzar los objetivos que se plantearon. El presente trabajo combina tres métodos complementarios que, en su conjunto, permiten abordar el problema de estudio con la rigurosidad requerida.

3.4.1. Método científico. El método científico constituye el fundamento epistemológico de toda investigación académica. Hernández Sampieri *et al.* (2014) lo describen como: “Un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno; es dinámico, cambiante y evolutivo” (p. 27). En este estudio, el método científico se aplica al seguir un proceso ordenado de identificación del problema, revisión de la literatura, definición de

objetivos, recolección de datos, análisis de datos y formulación de la propuesta, lo que garantiza la coherencia interna y la validez de los hallazgos.

3.4.2. Método inductivo-deductivo. La investigación emplea, tanto el razonamiento inductivo como el deductivo de manera complementaria. El método inductivo, según Behar (2008): “Crea leyes a partir de la observación de los hechos, mediante la generalización del comportamiento observado” (p. 40). En este estudio, el componente inductivo se aplica con base en la observación de los procesos específicos de Laboratorios Steam Magic Smart para identificar patrones de ineficiencia que permitan fundamentar el diseño del modelo propuesto.

El método deductivo, a la vez, parte de principios generales —los estándares del PMBOK, las metodologías cascada y ágil y los marcos teóricos revisados en el Capítulo II— para derivar su aplicación al caso específico de la empresa objeto de estudio. Esta combinación inductivo-deductiva permite transitar entre la realidad particular de la organización y el conocimiento teórico acumulado en la disciplina de la dirección de proyectos y produce una propuesta que es, a la vez, contextualmente específica y metodológicamente fundamentada (Behar, 2008).

3.4.3. Método de estudio de caso. El estudio de caso es el método central de esta investigación. Yin (2018) lo define como: “Una investigación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo (el caso) en profundidad y en su contexto del mundo real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto pueden no ser claramente evidentes” (p. 15). El estudio de caso es el método más adecuado para este proyecto porque permite analizar en detalle la realidad operativa de Laboratorios Steam Magic Smart, identificar las causas de sus ineficiencias y proponer un modelo de gestión adaptado a sus condiciones particulares, sin pretender generalizar los resultados a otras organizaciones sin un proceso previo de adaptación.

3.5. Fuentes de información

Las fuentes de información son los medios a través de los cuales el investigador obtiene los datos necesarios para responder a la pregunta de investigación y alcanzar los objetivos que se plantearon. Para este estudio se utilizan dos tipos de fuentes: primarias y secundarias.

3.5.1. Fuentes primarias. Las fuentes primarias son aquellas que proveen información de primera mano, generada directamente en el contexto del fenómeno que se estudia. Hernández Sampieri *et al.* (2014) indican que en las investigaciones cualitativas, las fuentes primarias más

relevantes son las personas directamente vinculadas al fenómeno estudiado, los documentos internos de la organización y la observación directa de los procesos. En este trabajo, las fuentes primarias incluyen:

La Gerencia General de Laboratorios Steam Magic Smart, como informante clave y cliente principal de la propuesta provee información sobre el estado actual de los procesos, las decisiones operativas y las expectativas de mejora. Los documentos internos de la empresa, tales como hojas de cálculo de planificación, registros de horarios, listas de materiales y comunicaciones operativas, permiten reconstruir los procedimientos actuales de las áreas objeto de estudio. La observación directa de las operaciones de logística y planeación curricular permite identificar ineficiencias no documentadas y comprender el flujo real de trabajo de cada área.

3.5.2. Fuentes secundarias. Las fuentes secundarias son aquellas que procesan o reinterpretan información proveniente de fuentes primarias. Hernández Sampieri *et al.* (2014) las describen como: “Compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular” (p. 61). Para esta investigación, las fuentes secundarias incluyen la literatura académica revisada en el marco teórico —libros, artículos científicos, tesis de maestría—, los estándares y guías del Project Management Institute (PMBOK, Scrum Guide), bases de datos académicas y repositorios institucionales de universidades nacionales e internacionales.

La combinación de fuentes primarias y secundarias permite articular el conocimiento teórico acumulado en la disciplina de la dirección de proyectos con la realidad operativa específica de Laboratorios Steam Magic Smart y produce una propuesta que es, a la vez, académicamente fundamentada y operacionalmente viable para la organización.

3.6. Población y muestra

Definir la población y la muestra de una investigación determina a quiénes se estudia y cómo se seleccionan los informantes o unidades de análisis. Hernández Sampieri *et al.* (2014) definen la población como: “El conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 174) y la muestra como el subgrupo de la población del cual se recolectan los datos.

3.6.1. Población. La población de este trabajo es la Gerencia General de Laboratorios Steam Magic Smart, en su condición de responsable de la toma de decisiones operativas y

estratégicas de la entidad y cliente principal de la propuesta de modelo de gerencia por proyectos que se desarrolla en este estudio. Esta delimitación responde a la naturaleza del problema investigado: debido a que la ineficiencia operacional es una consecuencia directa de las decisiones de gestión adoptadas en el nivel gerencial es la Gerencia General la que tiene la visión integral de los procesos de las dos áreas funcionales que se estudian y la que toma la decisión de implementar el modelo propuesto.

3.6.2. Muestra. Debido a que la población es unitaria —comprende a una sola persona en su rol institucional, la gerenta general de la empresa—, no se aplica un proceso de muestreo estadístico. En su lugar, se utiliza una muestra no probabilística de tipo intencional o por conveniencia, en la que la selección del informante no responde a criterios de aleatoriedad, sino a criterios de pertinencia y conocimiento del fenómeno que se estudia (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

Hernández Sampieri *et al.* (2014) señalan que en los estudios cualitativos y en los estudios de caso la muestra intencional es la más adecuada, pues: “La finalidad no es la generalización estadística, sino la profundización en el caso” (p. 387). La gerente general de Laboratorios Steam Magic Smart cumple con los criterios de selección intencional establecidos para esta investigación: tiene conocimiento directo y completo de los procesos de las dos áreas funcionales que se estudian, participa activamente en las decisiones operativas de la empresa y es la destinataria principal del modelo propuesto, lo que la convierte en la informante clave idónea para los propósitos de este proyecto.

Cabe señalar que, si bien el muestreo no es probabilístico, la validez del estudio no se ve comprometida, debido a que el objetivo no es realizar inferencias estadísticas hacia una población mayor, sino comprender en profundidad la realidad operativa de una organización específica y proponer un modelo de mejora adaptado a sus condiciones particulares. Esta decisión metodológica es consistente con el enfoque mixto con predominio cualitativo adoptado y con el diseño de estudio de caso que caracteriza esta investigación (Yin, 2018).

3.7. Tabla de variables

Las variables son los elementos del fenómeno estudiado susceptibles de observarse, medirse o analizarse. Hernández Sampieri *et al.* (2014) definen una variable como: “Una propiedad

que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (p. 105). En este estudio se identifican tres variables centrales que articulan el problema, la causa y la solución propuesta, cada una definida en sus dimensiones conceptual, operacional e instrumental.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo de variable	Escala de medición
Ineficiencia operacional (variable dependiente/problema)	Brecha negativa entre los recursos empleados — humanos, temporales y económicos— y los resultados en los procesos organizacionales (Slack <i>et al.</i> , 2010).	Se manifiesta en duplicidad de tareas, incumplimiento de cronogramas, uso subóptimo del personal y gastos no planificados en las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo.	Porcentaje de tareas completadas a tiempo	Cuantitativa continua	De razón
			Desviación entre costo real y costo estimado	Cuantitativa continua	De razón
			Horas-persona dedicadas a reprocesos	Cuantitativa continua	De razón
			Número de imprevistos operacionales por período	Cuantitativa discreta	De razón
Gestión empírica de procesos (variable independiente/causa)	Conjunto de prácticas administrativas sustentadas en la experiencia personal y la intuición, sin el respaldo de metodologías formales ni sistemas de medición estandarizados (Taylor, 1911; Drucker, 1954).	Se demuestra en la ausencia de documentación formal de procesos, la inexistencia de indicadores de seguimiento, la toma de decisiones sin criterios estandarizados y la falta de planificación estructurada.	Existencia o ausencia de los manuales de procedimientos	Cualitativa	Nominal
			Nivel de documentación de los procesos (alto/medio/bajo/nulo)	Cualitativa	Ordinal
			Existencia o ausencia de indicadores de seguimiento	Cualitativa	Nominal
			Grado de planificación formal de actividades (alto/medio/bajo)	Cualitativa	Ordinal
modelo de gerencia por proyectos (variable propuesta/solución)	Propuesta metodológica basada en los estándares del PMI (2017, 2021) que estructura los procesos de las áreas de estudio mediante metodología cascada para Logística y metodología ágil para Planeación y	Se concreta en un modelo documentado con fases, herramientas e indicadores definidos por área; diagramas de Gantt para Logística; tableros Kanban para Planeación y Currículo y una EDT que detalla el	Complejidad del modelo según los grupos de procesos del PMBOK	Cualitativa	Ordinal
			Claridad en la asignación de roles y responsabilidades	Cualitativa	Ordinal
			Viabilidad operativa evaluada por la Gerencia General	Cualitativa	Ordinal

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo de variable	Escala de medición
	Currículo Educativo.	alcance de cada proyecto.	Estimación de mejoras proyectadas en los tres tipos de recursos	Cuantitativa continua	De razón

Tabla 1
Variables

Fuente: elaborado con base en Hernández Sampieri *et al.* (2014), Slack *et al.* (2010), Taylor (1911), Drucker (1954) y PMI (2017).

3.8. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos son los medios concretos a través de los cuales el investigador obtiene los datos necesarios para desarrollar el estudio. Barrantes (2002) señala que los instrumentos deben seleccionarse en función de las variables de análisis, el tipo de informantes disponibles y la naturaleza del fenómeno que se estudia. Para este trabajo se utilizan tres instrumentos de recolección de datos primarios —la entrevista semiestructurada, el análisis documental y la observación directa— complementados por las herramientas ofimáticas y de dirección de proyectos empleadas en el diseño del modelo.

3.8.1. Entrevista semiestructurada. La entrevista semiestructurada es el instrumento principal de recolección de datos primarios en esta investigación. Se aplicó a la gerenta general de Laboratorios Steam Magic Smart con el propósito de obtener información directa sobre el estado actual de los procesos en las áreas de Logística, Planeación y Currículo Educativo, las principales ineficiencias percibidas y las expectativas de mejora que fundamentan la propuesta.

Creswell y Poth (2018) señalan que la entrevista semiestructurada combina preguntas predefinidas con la posibilidad de explorar temas emergentes durante la conversación, lo que la convierte en el instrumento más adecuado para estudios cualitativos en los que el investigador busca profundidad de comprensión y flexibilidad para adaptarse a las respuestas del informante. La guía de entrevista se diseña a partir de las variables de análisis definidas en la sección 3.7 y cubre los tres aspectos centrales: diagnóstico de la gestión empírica actual, identificación de ineficiencias y validación de la propuesta.

3.8.2. Análisis documental. El análisis documental es un instrumento de recolección de datos que consiste en la revisión sistemática de documentos internos y externos relevantes para el

fenómeno que se estudia. En este proyecto se analizaron los documentos operativos actuales de la empresa —hojas de cálculo de planificación, registros de horarios, listas de materiales, comunicaciones internas— con el propósito de reconstruir los procesos actuales de cada área y documentar el nivel de formalización existente.

Complementariamente, el análisis documental se aplica a las fuentes secundarias revisadas en el marco teórico: estándares del PMI, artículos académicos y tesis de maestría que proveen el fundamento metodológico para el diseño del modelo propuesto. Yin (2018) destaca que el análisis documental es un instrumento fundamental en los estudios de caso, pues permite triangular la información obtenida a través de otros instrumentos y fortalecer la validez de los hallazgos.

3.8.3. Observación directa. La observación directa consiste en el registro sistemático del comportamiento de los procesos operativos en su contexto natural, sin intervenir en ellos. Hernández Sampieri *et al.* (2014) señalan que la observación directa permite al investigador capturar aspectos de la realidad que no siempre emergen en las entrevistas o en los documentos, como los tiempos reales de ejecución de tareas, las secuencias informales de trabajo y las dinámicas de coordinación entre los miembros del equipo.

En este trabajo, la observación directa se aplica en los procesos de preparación de materiales, coordinación de transporte y planificación curricular de Laboratorios Steam Magic Smart, con el propósito de complementar la información obtenida mediante la entrevista y el análisis documental con evidencia empírica sobre el funcionamiento real de las áreas de estudio.

3.8.4. Herramientas ofimáticas y de dirección de proyectos. A lo largo del proceso de diseño del modelo propuesto, se utilizaron las herramientas ofimáticas y de dirección de proyectos descritas en la sección 2.7 del marco teórico: Microsoft Word para la documentación del modelo; Microsoft Excel para el análisis de datos e indicadores; Microsoft Visio para la diagramación de flujos de proceso; Microsoft Project para los diagramas de Gantt del modelo cascada; Trello para los tableros Kanban del modelo ágil y Google Forms para la recolección de retroalimentación de la Gerencia General sobre la propuesta desarrollada.

3.9. Procedimiento para la recolección y análisis de datos

El procedimiento para la recolección y el análisis de datos define el proceso ordenado mediante el cual se obtiene, organiza e interpreta la información necesaria para desarrollar la

propuesta. Este proceso se organiza en cuatro etapas secuenciales, consistentes con el modelo en cascada adoptado para la gestión metodológica del propio proceso investigativo.

3.9.1. Etapa 1: Revisión de literatura y construcción del marco teórico. En la primera etapa, se realiza la revisión sistemática de la literatura académica relevante —estándares del PMI, literatura sobre gestión empírica, ineficiencia operacional, educación Steam y teorías organizacionales— con el propósito de construir el marco teórico que fundamenta la propuesta (Capítulo II) y orienta el diseño del instrumento de diagnóstico. La información se organiza mediante fichas de lectura y matrices de análisis comparativo que facilitan identificar los conceptos, teorías y modelos más pertinentes para el problema de investigación.

3.9.2. Etapa 2: Diagnóstico del estado actual. En la segunda etapa se aplican los instrumentos de recolección de datos primarios: la entrevista semiestructurada con la gerenta general, el análisis documental de los registros operativos de la empresa y la observación directa de los procesos de cada área. La información recolectada se sistematiza mediante matrices de diagnóstico que permiten identificar las brechas entre la situación actual —caracterizada por la gestión empírica— y el estado deseado que plantea la propuesta de gerencia por proyectos.

Para garantizar la confidencialidad de la información de la empresa y de los actores involucrados, no se divulgarán los nombres de las instituciones educativas atendidas ni los nombres de los miembros del personal operativo. Se utilizan alias como *institución 1*, *tutora 1* y *conductor 1* en los documentos de diagnóstico.

3.9.3. Etapa 3: Diseño del modelo de gerencia por proyectos. En la tercera etapa, con base en el diagnóstico realizado y el marco teórico construido, se diseña el modelo de gerencia por proyectos para cada área funcional. Para el Área de Logística, se desarrolla el modelo basado en metodología cascada, con sus fases, entregables, cronograma tipo y diagramas de Gantt correspondientes. Para el Área de Planeación y Currículo Educativo, se desarrolla el modelo basado en metodología ágil, con su estructura de *sprints*, tableros Kanban y mecanismos de retroalimentación iterativa. En ambos casos, se define la EDT, los roles y responsabilidades y los indicadores de seguimiento del modelo propuesto.

3.9.4. Etapa 4: Estimación de beneficios y validación con la Gerencia. En la cuarta y última etapa se estiman los beneficios esperados de la implementación del modelo propuesto en

las tres dimensiones de eficiencia que se identificaron: recursos humanos, tiempo y recursos económicos. Esta estimación se realiza a partir de la comparación entre la línea base de indicadores de la situación actual —documentada en la etapa de diagnóstico— y las mejoras proyectadas que el modelo permite alcanzar, sustentadas en supuestos explícitos y en la literatura revisada. Finalmente, la propuesta se presenta a la gerenta general de Laboratorios Steam Magic Smart para su revisión y retroalimentación y se incorporan los ajustes necesarios para garantizar su viabilidad operativa y su alineación con las necesidades reales de la empresa.

Capítulo IV. Análisis de resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología definida en el Capítulo III, con un enfoque mixto con predominio cualitativo y un diseño de estudio de caso único. La información se recolectó mediante los tres instrumentos establecidos: una entrevista semiestructurada a la Gerencia General de Laboratorios Steam Magic Smart (realizada de forma presencial el 8 de junio de 2026, con una duración aproximada de cuatro horas y con el consentimiento informado de la informante clave), el análisis documental de registros internos de la empresa y la observación directa de los procesos en su contexto natural. El detalle completo del instrumento aplicado y de las respuestas obtenidas se incluye en el Apéndice A.

Los resultados se organizan según los cinco objetivos específicos del trabajo: la caracterización y el diagnóstico del estado actual de los procesos (objetivo n.º 1), la identificación de las causas de ineficiencia operacional derivadas de la gestión empírica (objetivo n.º 2), el diseño del modelo de gerencia por proyectos en metodología en cascada para el Área de Logística (objetivo n.º 3), el diseño del modelo en metodología ágil para el Área de Planeación y Currículo Educativo (objetivo n.º 4) y la estimación de los beneficios esperados con la implementación del modelo propuesto (objetivo n.º 5).

Es importante precisar que el estudio se concentra en dos áreas funcionales de la organización: el Área de Logística y el Área de Planeación y Currículo Educativo. Esta última integra, como una sola área, las funciones de planeación y de diseño curricular, por lo tanto, a lo largo del análisis se tratan de manera conjunta y no como áreas independientes.

4.1. Caracterización del caso de estudio

Laboratorios Steam Magic Smart es una empresa educativa con 15 años de operación, dedicada a impartir clases con el enfoque pedagógico Steam en instituciones del área metropolitana de Costa Rica. La compañía ha atravesado varios procesos de reinvención: inició como laboratorios de cómputo y, alrededor de su décimo año, se transformó en Laboratorios Steam. Si bien en sus orígenes priorizó el volumen de trabajo, la evolución del mercado la llevó a privilegiar la calidad del servicio, lo que implicó reducir el número de tutoras e instituciones atendidas para

asegurar una mejor supervisión y una entrega personalizada. El personal docente ha oscilado entre dos y cinco tutoras a lo largo del tiempo.

En la actualidad, la empresa atiende 15 instituciones, imparte alrededor de 30 clases por semana y da servicio a aproximadamente 365 estudiantes. Su estructura organizativa es reducida: una Gerencia General responsable de la dirección y la coordinación de todas las áreas y dos tutoras que se encargan de impartir las clases. Las decisiones operativas se toman por la Gerencia General, que considera la perspectiva de los distintos involucrados —tutoras, personal de las instituciones, padres de familia y estudiantes—. La oferta académica se organiza por edades: el nivel de preescolar comprende cuatro niveles (First Steps A, First Steps B, Tech Explorers y Genius Pro) y el nivel de primaria abarca de primero a sexto grado. La planeación se sustenta en el enfoque Steam y en los indicadores de las tres áreas de desarrollo de los niños: socioafectiva, cognitiva-lingüística y psicomotriz.

Aspecto	Detalle
Años de operación	15 años (inició como laboratorios de cómputo; transición a Steam hacia el año 10)
Cobertura geográfica	Instituciones del área metropolitana
Instituciones atendidas	15
Clases por semana	30
Estudiantes	365
Personal	Gerencia General + 2 tutoras (histórico: entre 2 y 5 tutoras)
Áreas en estudio	Logística; Planeación y Currículo Educativo
Niveles educativos	Preescolar (cuatro niveles) y primaria (1.º a 6.º grado)
Enfoque pedagógico	Steam, con indicadores socioafectivos, cognitivo-lingüísticos y psicomotrices

Tabla 2
Caracterización general del caso

Fuente: elaboración propia con base en la entrevista a la Gerencia General (Bloque A).

4.2. Diagnóstico del estado actual de los procesos (objetivo n.º 1)

El diagnóstico reconstruye los procesos vigentes en las dos áreas de estudio a partir de la entrevista (Bloque C), las fichas de proceso sistematizadas, el análisis documental y las sesiones de observación directa. El propósito es describir cómo se ejecutan hoy las operaciones, con sus responsables, herramientas, tiempos y puntos críticos, de manera que constituyan la base para el rediseño posterior.

4.2.1. Área de Logística. El Área de Logística concentra las funciones de coordinación de horarios, movilización de las tutoras, preparación de los materiales y equipos, elaboración del calendario educativo y administración de las listas de estudiantes y certificados. A partir de los datos recolectados, se identificaron cinco procesos principales, que se sintetizan enseguida.

El proceso de solicitud y abastecimiento de materiales se inicia cuando la tutora solicita el material por medios electrónicos; la Gerencia valida el estado y la disponibilidad, adquiere material nuevo si es necesario y lo hace llegar a la institución mediante el transporte, en un ciclo programado de forma mensual. La preparación de las *maletas de material* con material didáctico y equipos de cómputo la realiza la Gerencia con base en el planeamiento de las tutoras; toma alrededor de una hora por maleta de material e incluye cargar y limpiar los dispositivos y ajustar los elementos según la clase.

La coordinación de transporte se define anualmente al generar los horarios y, en la operación diaria, se ejecuta por medio de la plataforma Uber —tras eliminarse la figura de los choferes propios—, con un monitoreo de posibles retrasos. La coordinación de horarios y el calendario educativo se elaboran al inicio del año lectivo y la administración de listas de estudiantes y emisión de certificados acompaña todo el ciclo, desde la matrícula hasta la entrega de los certificados de finalización.

La observación directa permitió constatar estos procesos en su contexto real. En la preparación de una maleta de material (17/6/2026) se invirtieron 1 hora y 45 minutos y se detectó que faltaba uno de los materiales solicitados, que quedó pendiente de incorporar antes de la lección del día siguiente. En la coordinación de transporte de ese mismo día, un aumento del tránsito provocó que la tutora llegara 10 minutos tarde a la institución, lo que confirma que los retrasos del transporte son el punto crítico del área.

Proceso	Disparador	Responsable	Herramientas	Principales puntos de dolor
Solicitud y abastecimiento de materiales	Solicitud electrónica de las tutoras (mensual)	Tutoras (solicitud); Gerencia (validación y entrega)	Correo, WhatsApp, Google Drive, Excel, transporte	Material faltante (poco frecuente); gastos no presupuestados ≈ ₡5.000/mes
Armado de “maletas de material”	Programación diaria de clases y planeamiento	Gerencia General	Inventario en Microsoft Excel, dispositivos, material	Maleta de material equivocada o material faltante; supervisión y mantenimiento constante (≈ 1 h por maleta)
Coordinación de transporte	Horarios anuales y necesidad diaria de movilizar tutoras	Gerencia (rutas); Uber (ejecución)	Excel de horarios y transporte, Uber	Retrasos (más frecuente); encarecimiento por tránsito; ≈ ₡400.000/mes; ₡5.000/viaje en instituciones nuevas
Coordinación de horarios y calendario	Inicio del año lectivo	Gerencia General	Excel, reuniones con tutoras	Imprevistos resueltos sobre la marcha; ausencia de tutora sin reemplazo obliga a cancelar y reponer
Administración de listas y certificados	Matrícula y finalización de cursos	Gerencia General	Excel, Google Drive	Bajas imprevistas de estudiantes que reducen la rentabilidad

Tabla 3
Procesos del Área de Logística

Fuente: elaboración propia con base en las fichas de proceso, la entrevista (Bloque C) y la observación directa.

4.2.2. Área de Planeación y Currículo Educativo. El Área de Planeación y Currículo Educativo agrupa el diseño y la actualización del currículo, la planeación mensual de las clases y el seguimiento y la evaluación del aprendizaje de las personas estudiantes. La construcción del currículo del año lectivo se realiza al inicio del año, con la participación de la Gerencia General y las tutoras y, de manera indirecta, de estudiantes e instituciones; consiste en revisar y actualizar el plan anual preexistente para cada nivel, incorporar las actualizaciones académicas y considerar los matices solicitados por las instituciones. A partir de ese plan se elabora una dosificación mensual de aprendizajes: las tutoras preparan el planeamiento y lo envían a la Gerencia, que lo revisa y aprueba en un ciclo que, con el equipo actual suele resolverse en menos de dos días y con una sola ida y vuelta. Finalmente, el seguimiento y la evaluación del aprendizaje se efectúan a lo largo del curso, con una evaluación cualitativa o formativa en preescolar y cuantitativa en primaria, que culmina en un informe al hogar por estudiante.

La observación de una sesión de planeación de clases (13/6/2026) mostró un ciclo de cuatro horas en total: tres horas dedicadas por la tutora a adaptar la dosificación mensual y una hora de revisión y corrección por parte de la Gerencia. No se detectaron ineficiencias, debido a que se trataba de una de las tutoras con mayor experiencia. Sin embargo, la Gerencia señaló que, con tutoras menos experimentadas, el ciclo puede extenderse con varios intercambios a lo largo del mes y consumir hasta 11 horas de trabajo. En el seguimiento de estudiantes (17/6/2026) se observó que las anotaciones de desempeño se registran manualmente en Microsoft Word y varían en su formato de una tutora a otra y de una institución a otra; la ausencia de un formato estandarizado se traduce en más tiempo al ponderar las evaluaciones al final del período.

Proceso	Disparador	Responsable	Herramientas	Principales puntos de dolor
Construcción y actualización del currículo	Inicio del año lectivo	Gerencia y tutoras; instituciones (indirecto)	Plan anual, Word, Excel, enfoque Steam	Reprocesos con tutoras nuevas; ajustes por adaptaciones de las instituciones
Ciclo de planeación de clases (dosificación mensual)	Ciclo mensual a partir del plan anual	Tutoras (elaboración); Gerencia (aprobación)	Word, Google Drive, correo	Mayor retrabajo con tutoras nuevas (hasta 11 h); el ciclo se alarga con personal nuevo
Seguimiento y evaluación del aprendizaje	Cada período de evaluación (trimestral o semestral)	Tutoras y Gerencia General	Excel, formatos de evaluación, indicadores	Informes con múltiples revisiones; seguimiento manual sin estandarización

Tabla 4
Procesos del Área de Planeación y Currículo Educativo

Fuente: elaboración propia con base en las fichas de proceso, la entrevista (Bloque C) y la observación directa.

4.3. Identificación de las causas de ineficiencia (objetivo n.º 2)

El segundo objetivo busca identificar las causas de la ineficiencia operacional que se derivan de la gestión empírica. Para esto, se sistematizó el grado de formalización de cada área, las ineficiencias percibidas por la Gerencia y una línea base cuantitativa que sirve de referencia para la posterior estimación de beneficios.

La matriz de diagnóstico de la gestión empírica evidencia un patrón común en las dos áreas: no existen manuales de procedimientos actualizados —aunque la Gerencia indicó que en el pasado sí existieron manuales detallados—, el nivel de documentación de los procesos es bajo y el

conocimiento queda disperso en correo electrónico, WhatsApp y Google Drive. La transmisión del conocimiento al personal nuevo se realiza mediante un acompañamiento en tres etapas (explicación, observación con participación limitada y supervisión en el trabajo), lo que demuestra una fuerte dependencia de las personas con experiencia. Si bien existen indicadores —una evaluación de desempeño docente que las instituciones completan—, estos se revisan solo una vez al año. La planificación es formal en su diseño, pero en la práctica numerosas situaciones se resuelven sobre la marcha.

Aspecto	Logística	Planeación y Currículo
¿Existe manual de procedimientos?	No	No
Nivel de documentación de los procesos	Bajo	Bajo
¿Existen indicadores de seguimiento?	Sí (revisión anual)	Sí (revisión anual)
Grado de planificación formal	Alto	Alto
Herramientas que se utilizan actualmente	Excel	Excel y Microsoft Word

Tabla 5
Matriz de diagnóstico de la gestión empírica

Fuente: elaboración propia con base en la entrevista (Bloque B).

En cuanto a las ineficiencias percibidas, la Gerencia identificó como principales problemas operativos los retrasos del transporte —que pueden ocasionar la suspensión de lecciones—, el encarecimiento del servicio de Uber ante aumentos del tránsito y las bajas imprevistas de estudiantes, que afectan la rentabilidad del servicio. Los reprocesos se concentran en los planeamientos elaborados con tutoras nuevas y en los informes de desempeño, que requieren múltiples revisiones. Se reportaron gastos no planificados asociados al transporte en instituciones nuevas (alrededor de ₡5.000 por viaje durante el período de aprendizaje de los tiempos de viaje) y al material o a los dispositivos por falta de supervisión o mantenimiento (cerca de ₡5.000 mensuales). La Gerencia no identificó duplicidad de tareas entre personas o áreas. Un dato relevante es la concentración de los incidentes: nueve de cada diez corresponden a temas de logística, proporción que se equilibra a un 50-50 cuando se incorporan tutoras nuevas, lo que traslada parte de la ineficiencia hacia el Área de Planeación y Currículo.

La línea base cuantitativa sistematiza los valores actuales de los principales indicadores y constituye el punto de partida para estimar las mejoras del modelo propuesto. Estos valores corresponden a las estimaciones proporcionadas por la Gerencia General y a los registros documentales disponibles.

Indicador	Unidad	Valor actual
Clases/entregas a tiempo	%	80
Horas-persona en coordinación de logística	h/semana	10
Horas-persona en preparación de maletas de material	h/semana	10
Horas-persona en planeación curricular	h/ciclo	20
Horas-persona en seguimiento de estudiantes	h/semana	10
Reprocesos	% del tiempo	2
Imprevistos operativos	n.º/mes	6
Ciclo de aprobación de planeación	n.º de revisiones	2
Costo mensual de transporte	₡/mes	400.000
Costo mensual de materiales	₡/mes	100.000
Gastos no planificados	₡/mes	50.000
Desviación costo presupuestado vs. real (mensual)	%/₡	5 %/15.000

Tabla 6

Línea base cuantitativa de la operación actual

Fuente: elaboración propia con base en la entrevista (Bloque E) y los registros de costos.

La síntesis de los hallazgos vincula cada situación observada con su causa asociada y con la oportunidad de mejora que abre el modelo propuesto. En el Área de Logística, los retrasos del transporte y los gastos no presupuestados se explican por la ausencia de manuales, la dispersión del conocimiento y la definición anual de rutas sin ajuste dinámico y representan una oportunidad para estructurar las operaciones en fases secuenciales con control riguroso de recursos. En el Área de Planeación y Currículo, el bajo nivel de retrabajo actual depende de la experiencia del equipo y resulta frágil ante la incorporación de personal nuevo, lo que abre la oportunidad de trabajar por

ciclos iterativos, con tableros de seguimiento y herramientas digitales que reduzcan la dependencia de personas clave. Estas oportunidades fundamentan el diseño de los modelos que se presentan en los apartados siguientes.

4.4. Diseño del modelo de gerencia por proyectos para el Área de Logística: metodología en cascada (objetivo n.º 3)

El Área de Logística se caracteriza por procesos secuenciales, predecibles y con entregables definidos —coordinación de horarios, definición de rutas, abastecimiento de materiales, preparación de las maletas de material y movilización—, lo que la hace idónea para una gestión a partir del modelo en cascada. Este enfoque, derivado de los estándares del PMBOK (PMI, 2017, 2021), organiza el trabajo en fases consecutivas en las que cada etapa debe completarse antes de iniciar la siguiente, lo que favorece la planificación anticipada y el control de los recursos. El modelo se estructura en cinco etapas.

La fase de diagnóstico e inicio define el alcance del proyecto logístico, los recursos disponibles y una estructura de desglose del trabajo (EDT) que desglosa las operaciones del año lectivo. La fase de planificación estructurada traduce ese alcance en un cronograma anual mediante un diagrama de Gantt que integra los horarios de clases, las rutas de transporte, el calendario educativo y la programación del abastecimiento de materiales, así como el presupuesto de transporte y de materiales.

La fase de ejecución desarrolla las actividades programadas —alistado de maletas de material, coordinación diaria del transporte mediante Uber y entrega en las instituciones— y sigue el orden establecido. La fase de monitoreo y control aplica indicadores de desempeño (porcentaje de clases a tiempo, costo real frente al presupuestado, número de imprevistos) y un protocolo de contingencia para los retrasos del transporte, que es el punto crítico del área. Por último, la fase de cierre y evaluación documenta los resultados y las lecciones aprendidas y alimenta un repositorio institucional y un manual de procedimientos que reduce la dependencia del conocimiento tácito.

En este modelo, la Gerencia General asume el rol de dirección del proyecto, las tutoras participan en la ejecución y en la solicitud de materiales y el servicio de transporte se gestiona como un recurso planificado y monitoreado. Las herramientas de apoyo son los diagramas de Gantt, Microsoft Project, la EDT y las hojas de control en Microsoft Excel. El diseño responde

directamente a las prioridades expresadas por la Gerencia, que identificó la logística de transporte como el proceso que mejoraría primero y manifestó disposición por adoptar nuevas herramientas de planificación y control.

4.5. Diseño del modelo de gerencia por proyectos para el Área de Planeación y Currículo Educativo: metodología ágil (objetivo n.º 4)

El Área de Planeación y Currículo Educativo realiza un trabajo de naturaleza creativa, iterativa y sujeta a adaptación continua —diseño curricular, dosificación mensual y seguimiento del aprendizaje—, por lo tanto, se ajusta mejor a un modelo ágil. Inspirado en los principios del Manifiesto Ágil (Beck *et al.*, 2001) y en la Guía Scrum (Schwaber y Sutherland, 2020), este enfoque organiza el trabajo en ciclos cortos e iterativos que incorporan retroalimentación frecuente y favorecen la colaboración del equipo.

La propuesta adapta los roles ágiles a la estructura reducida de la empresa: la Gerencia General actúa como dueña del producto (*product owner*), responsable de priorizar y aprobar los entregables; las tutoras conforman el equipo de trabajo que elabora la planeación y ejecuta las clases y la coordinación del proceso —facilitación y remoción de obstáculos— recae en la propia Gerencia o en una tutora designada (Schwaber y Sutherland, 2020).

El ciclo mensual de planeación se gestiona como un *sprint*, con una reunión de planificación al inicio, sincronizaciones breves durante el período, una revisión en la que la Gerencia aprueba la dosificación y una retrospectiva que captura mejoras para el siguiente ciclo.

El seguimiento del trabajo se apoya en tableros de tipo Kanban (kanbanize.com, 2021) en formato digital, como Trello, que visualizan el estado de cada planeamiento —por hacer, en revisión, aprobado y archivado— y el avance del seguimiento de las personas estudiantes. La incorporación de plantillas estandarizadas para la dosificación y para las anotaciones de desempeño busca reducir el retrabajo que hoy se dispara con las nuevas tutoras y disminuir el tiempo de ponderación de las evaluaciones. La integración de herramientas digitales y la retroalimentación continua de tutoras e instituciones aportan flexibilidad, transparencia y una evaluación del impacto por ciclos y mantienen el enfoque Steam como eje de la planeación.

La Gerencia consideró viable esta combinación de metodologías y reconoció disponer ya de herramientas digitales (correo, Google Drive, Excel, Word y PowerPoint) sobre las que se puede construir la transición.

4.6. Estimación de los beneficios esperados (objetivo n.º 5)

El quinto objetivo consiste en estimar los beneficios esperados de la implementación del modelo en términos de eficiencia de los recursos humanos, temporales y económicos. Las estimaciones se basan en la línea base presentada en la Tabla 4.5 y se expresan como metas proyectadas, acompañadas de los supuestos que las sustentan. Por tratarse de una propuesta aún no implementada, las cifras constituyen proyecciones conservadoras que deben validarse durante la ejecución; su finalidad es dimensionar el orden de magnitud de la mejora y orientar la toma de decisiones de la Gerencia.

El supuesto central es que la estructuración de la logística en fases y el monitoreo de indicadores atacan la causa que concentra la mayor parte de los incidentes (nueve de cada diez son de logística, principalmente retrasos de transporte), mientras que la estandarización de la planeación mediante ciclos ágiles y tableros reduce el retrabajo que hoy se eleva con personal nuevo. Sobre esa base, se proyectan las siguientes metas.

Indicador	Fórmula de cálculo	Frecuencia	Fuente de datos	Línea base	Meta esperada
Clases/entregas a tiempo	$(\text{Clases o entregas realizadas a tiempo} \div \text{total programadas}) \times 100$	Mensual	Bitácora de servicios y control de asistencia de tutoras	80 %	90 %-95 %
Imprevistos operativos	Conteo de incidencias operativas registradas en el mes (retrasos, fallas y faltantes)	Mensual	Bitácora de incidencias/tablero Kanban	6 /mes	3-4 /mes
Costo mensual de transporte	Suma de los gastos de transporte del mes (combustible, pago a proveedor y peajes)	Mensual	Hoja de control de costos (Microsoft Excel)/facturas del proveedor	€400.000	-5 % a -10 % ($\approx$ €20.000-40.000/mes)
Gastos no planificados	Suma de los gastos del mes no previstos en el presupuesto	Mensual	Hoja de control presupuestario (Microsoft Excel)	€50.000/mes	$\approx$ -50 % ($\approx$ €25.000/mes)
Desviación presupuestado vs. real	$ \text{Gasto real} - \text{gasto presupuestado} \div \text{gasto presupuestado} \times 100$	Mensual y por fase	Presupuesto por proyecto y hoja de control de costos	5 %	$\geq$ 2 %-3 %

Indicador	Fórmula de cálculo	Frecuencia	Fuente de datos	Línea base	Meta esperada
Retrabajo con tutoras nuevas	Suma de horas dedicadas a corregir o rehacer trabajo de tutoras nuevas por ciclo	Por ciclo (mensual)	Registro de horas/retrospectiva del <i>sprint</i>	Hasta 11 h/ciclo	≈ 4-5 h/ciclo
Horas-persona (coordinación y seguimiento)	Suma de horas semanales dedicadas a coordinación y seguimiento en ambas áreas	Semanal	Registro de tiempos/tableros digitales (Trello, Gantt)	30 h/semana	−10 % a −20 % recuperables

Tabla 7

Estimación de beneficios esperados frente a la línea base

Fuente: elaboración propia; metas proyectadas sujetas a validación en la implementación.

En términos económicos, los ahorros estimados en transporte (entre €240.000 y €480.000 anuales) y en gastos no planificados (alrededor de €300.000 anuales) ilustran un beneficio tangible y conservador, sin contar la recuperación de horas-persona que pueden reorientarse hacia la supervisión y la mejora del servicio. A estos beneficios cuantitativos se suman beneficios cualitativos de igual relevancia: mayor trazabilidad de los procesos, continuidad operativa ante la ausencia de personal clave —que hoy obliga a cancelar y reponer clases—, menor dependencia del conocimiento tácito y una mayor capacidad de la empresa para incorporar nuevas tutoras sin sacrificar la calidad del servicio.

4.7. Síntesis del análisis

El análisis confirma que la ineficiencia operacional de Laboratorios Steam Magic Smart se deriva de una gestión empírica caracterizada por la ausencia de manuales actualizados, la documentación dispersa y la alta dependencia de personas clave. Esta ineficiencia se concentra en el Área de Logística —en particular en el transporte— y se traslada parcialmente al Área de Planeación y Currículo cuando se incorpora personal nuevo. El modelo de gerencia por proyectos propuesto responde a este diagnóstico con un enfoque diferenciado por área: metodología en cascada para la logística, de procesos secuenciales y predecibles y metodología ágil para la planeación y el currículo, de naturaleza iterativa y adaptativa. La estimación de beneficios, anclada en la línea base real de la empresa, muestra mejoras plausibles, tanto económicas como operativas, lo que sienta las bases para las conclusiones y la propuesta que se desarrollaron en los capítulos siguientes.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

Este capítulo presenta las conclusiones derivadas del análisis de resultados y las recomendaciones dirigidas a Laboratorios Steam Magic Smart. Las conclusiones se organizan en torno a los cinco objetivos específicos y al objetivo general, lo que asegura la trazabilidad entre el problema que se planteó, el marco teórico, la metodología y los hallazgos. Posteriormente, se exponen las recomendaciones prácticas, las limitaciones del estudio y las líneas futuras de investigación.

5.1. Conclusiones

5.1.1. Diagnóstico del estado actual de los procesos (objetivo n.º 1). El diagnóstico permitió reconstruir y documentar los procesos vigentes en las dos áreas de estudio. En el Área de Logística se identificaron cinco procedimientos principales—solicitud y abastecimiento de materiales, preparación de las maletas de material, coordinación de transporte, coordinación de horarios y calendario y administración de listas y certificados—, mientras que el Área de Planeación y Currículo Educativo concentra tres procesos—construcción del currículo, ciclo de planeación mensual y seguimiento y evaluación del aprendizaje—. Se concluye que la empresa opera con procesos funcionales, pero documentados de manera informal, sostenidos por una estructura reducida (la Gerencia General y dos tutoras) y por un conjunto de herramientas digitales que se utilizan de forma dispersa. La planificación es formal en su diseño, aunque gran parte de las situaciones cotidianas se resuelve sobre la marcha.

5.1.2. Causas de la ineficiencia operacional (objetivo n.º 2). Se concluye que la ineficiencia operacional de la empresa se origina principalmente en una gestión empírica: la ausencia de los manuales de procedimientos actualizados, el bajo nivel de documentación, la concentración del conocimiento en el personal con experiencia y la revisión únicamente anual de los indicadores. Esta relación causal confirma el vínculo entre las variables que se plantearon en el estudio, en la que la gestión empírica actúa como causa de la ineficiencia operacional. Los hallazgos muestran que la ineficiencia se concentra en el Área de Logística —en especial en el transporte, que explica cerca de nueve de cada diez incidentes y mantiene la puntualidad en torno al 80 %— y que el retrabajo se traslada al Área de Planeación y Currículo cuando se incorpora personal nuevo, con informes que requieren múltiples revisiones y con gastos no planificados

cercanos a los ¢50.000 mensuales.

5.1.3. Modelo de gerencia por proyectos según la metodología en cascada para Logística (objetivo n.º 3). Se concluye que la naturaleza secuencial y predecible de los procesos logísticos —solicitud y abastecimiento de materiales, preparación de las maletas de material, coordinación de transporte, coordinación de horarios y calendario y administración de listas— hace pertinente un modelo en cascada, estructurado en cinco fases: diagnóstico e inicio, planificación estructurada, ejecución, monitoreo y control y cierre y evaluación. Más allá de su pertinencia general, cada componente del modelo responde a un hallazgo concreto del diagnóstico. El protocolo de contingencia y las holguras del cronograma atacan el punto crítico del área —los retrasos del transporte contratado mediante Uber que en la observación provocaron una llegada tardía de la tutora y que pueden derivar en la suspensión de lecciones—.

La formalización del proceso de abastecimiento y la matriz RACI, que precisa quién prepara y verifica las maletas de material, atienden los faltantes de material detectados en la observación, donde una maleta llegó a tomar una hora y cuarenta y cinco minutos y se constató la ausencia de un material solicitado. El diagrama de Gantt y la estructura de desglose del trabajo ordenan la definición de rutas y el abastecimiento, hoy fijados de forma anual sin ajuste dinámico, mientras que las hojas de control de costos y los indicadores de desempeño abordan los gastos no presupuestados —del orden de ¢50.000 mensuales— y el costo del transporte —cercano a ¢400.000 mensuales—. Finalmente, la fase de cierre documenta procedimientos y lecciones aprendidas, con lo que subsana la falta de manuales que caracteriza la gestión actual.

5.1.4. Modelo de gerencia por proyectos en metodología ágil para Planeación y Currículo Educativo (objetivo n.º 4). Se concluye que el trabajo creativo, iterativo y adaptable del Área de Planeación y Currículo Educativo —diseño y actualización del currículo, dosificación mensual y seguimiento del aprendizaje— se ajusta a un modelo ágil. La propuesta adapta los roles a la estructura reducida de la empresa, con la Gerencia como dueña del producto y las tutoras como equipo de trabajo y gestiona el ciclo mensual de planeación como un *sprint*, con planificación, revisión y retrospectiva. Además, aquí cada elemento atiende un hallazgo específico. Las plantillas estandarizadas de dosificación y de anotaciones de desempeño buscan reducir el retrabajo que hoy se dispara con las tutoras nuevas —que puede alcanzar hasta 11 horas por ciclo, frente a las cerca de cuatro horas que requiere una tutora con experiencia— y acortar el tiempo de ponderación de

las evaluaciones. El tablero Kanban aporta visibilidad al estado de cada planeamiento y ayuda a contener los reprocesos derivados de las múltiples revisiones de planeamientos e informes de desempeño que se identificaron en el diagnóstico, mientras que la revisión y la retrospectiva del *sprint* incorporan retroalimentación temprana y mejora continua y mantienen el enfoque Steam como eje de la planeación.

5.1.5. Estimación de los beneficios esperados (objetivo n.º 5). A partir de la línea base real de la empresa, se concluye que el modelo propuesto ofrece beneficios plausibles y conservadores: el incremento de la puntualidad del 80 % a un rango entre el 90 % y el 95 %, la reducción de los imprevistos operativos, una disminución estimada del 5 % al 10 % en el costo de transporte y de cerca del 50 % en los gastos no planificados, junto con una baja del retrabajo asociado al personal nuevo. A estos beneficios económicos —ilustrados con ahorros anuales del orden de ¢240.000 a ¢480.000 en transporte y de unos ¢300.000 en gastos no planificados— se suman beneficios cualitativos de gran valor: mayor trazabilidad, continuidad operativa ante ausencias de personal y menor dependencia del conocimiento tácito.

5.1.6. Conclusión general. En relación con el objetivo general, se concluye que es viable proponer un modelo de gerencia por proyectos como solución a la ineficiencia operacional derivada de la gestión empírica en Laboratorios Steam Magic Smart. El modelo diferenciado —metodología en cascada para la Logística y metodología ágil para la Planeación y el Currículo Educativo— atiende directamente las causas diagnosticadas, fue considerado viable por la Gerencia General y proyecta mejoras en la eficiencia de los tres tipos de recursos: humanos, temporales y económicos. La investigación cumple así su propósito de aportar a la empresa una hoja de ruta para transitar de una gestión empírica a una gestión formal basada en proyectos.

5.2. Recomendaciones

Con base en las conclusiones anteriores, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a la Gerencia General de la empresa:

- Documentar los procesos y elaborar manuales de procedimientos. La formalización por escrito de las secuencias de trabajo de cada área permite reducir la dependencia del conocimiento tácito y facilitar la incorporación de nuevo personal.

- Priorizar la mejora de la logística de transporte. Por ser el proceso más incierto y costoso, conviene iniciar la implementación con un protocolo de contingencia, la previsión de los tiempos de viaje en instituciones nuevas y el monitoreo del costo real frente al presupuestado.
- Adoptar herramientas digitales de dirección de proyectos. Debido a que la empresa ya utiliza Google Drive, Excel y correo, se recomienda incorporar diagramas de Gantt y Microsoft Project para la Logística y tableros Kanban (por ejemplo, Trello) para la Planeación y el Currículo.
- Estandarizar plantillas de dosificación y seguimiento de la persona estudiante. Contar con formatos comunes reducirá el retrabajo con tutoras nuevas y el tiempo dedicado a ponderar las evaluaciones al final de cada período.
- Establecer un tablero de indicadores con revisión periódica. Más allá de la evaluación docente anual, conviene medir de forma frecuente la puntualidad, los costos, los imprevistos y los reprocesos, de manera que las decisiones se sustenten en datos actualizados.
- Definir un plan de continuidad e incorporación de personal. Un esquema de respaldo ante ausencias y un proceso estructurado de inducción evitarán cancelaciones de clases y atenuarán el aumento del retrabajo cuando ingresan tutoras nuevas.
- Capacitar al personal en dirección de proyectos. La formación en metodologías cascada y ágil y en las herramientas de apoyo facilita la adopción del modelo y reduce la resistencia al cambio.
- Implementar el modelo de forma piloto y medir los resultados. Se recomienda aplicarlo durante un ciclo, comparar los resultados con la línea base establecida en esta investigación y ajustar la propuesta antes de escalarla a toda la operación.

5.3. Limitaciones del estudio

La investigación presenta algunas limitaciones que conviene reconocer. En primer lugar, la recolección de datos primarios se sustentó en una informante clave única (la Gerencia General); si bien esta decisión es coherente con la estructura reducida de la empresa y con el diseño de

estudio de caso, restringe la diversidad de perspectivas. En segundo lugar, varios de los datos de la línea base corresponden a estimaciones proporcionadas por la Gerencia y no a registros exactos, por lo que las cifras deben interpretarse como aproximaciones. En tercer lugar, la propuesta no se implementó durante el desarrollo del estudio, de manera que los beneficios presentados son proyecciones sujetas a validación. Finalmente, al tratarse de un estudio de caso único circunscrito a una compañía del área metropolitana, sus resultados no son directamente generalizables a otras organizaciones, aunque sí ofrecen aprendizajes transferibles a contextos similares.

5.4. Líneas futuras de investigación

A partir de los resultados, se identifican varias líneas de investigación futura. La más inmediata es implementar el modelo propuesto y medir sus resultados reales frente a la línea base, lo que permite contrastar empíricamente las estimaciones de beneficios. Asimismo, es valioso extender el estudio a otras empresas de educación Steam mediante diseños comparativos o de casos múltiples, con el fin de robustecer las conclusiones. Otras posibles líneas incluyen profundizar en métricas pedagógicas que vinculen la gestión por proyectos con el impacto en el aprendizaje de las personas estudiantes, explorar la integración de herramientas tecnológicas más avanzadas para la planeación y el seguimiento y analizar la gestión del cambio organizacional en pequeñas y medianas compañías educativas que transitan de una gestión empírica a una gestión formal.

Capítulo VI. Propuesta

Este capítulo presenta la propuesta operativa para la implementación del modelo de gerencia por proyectos en Laboratorios Steam Magic Smart. Mientras el Capítulo IV diagnosticó la situación actual y diseñó los modelos para cada área, este concreta la propuesta como un plan de acción: define sus objetivos, detalla los componentes de cada modelo —roles, herramientas y plantillas— establece una hoja de ruta de puesta en funcionamiento con su cronograma, estima los recursos y el costo, propone un cuadro de mando de indicadores y plantea la gestión del cambio y de los riesgos. El propósito es ofrecer a la Gerencia una guía práctica para transitar de la gestión empírica a una gestión formal basada en proyectos. En este documento, *gerencia por proyectos* designa el modelo propuesto, mientras que *dirección de proyectos* —terminología del estándar del PMBOK— se emplea para referirse a la disciplina en general.

6.1. Objetivos de la propuesta

6.1.1. Objetivo general. Implementar un modelo de gerencia por proyectos —metodología en cascada para el Área de Logística y metodología ágil para el Área de Planeación y Currículo Educativo— que reduzca la ineficiencia operacional derivada de la gestión empírica y mejore el uso de los recursos humanos, temporales y económicos de la empresa.

6.1.2. Objetivos específicos

1. Estandarizar los procesos de ambas áreas.
2. Dotar a la empresa de herramientas digitales de planificación y seguimiento.
3. Establecer un sistema de indicadores de control de uso periódico.
4. Validar el modelo mediante un pilotaje que permita comparar los resultados con la línea base de la investigación.

6.2. Fundamentación metodológica de la propuesta

Antes de detallar los componentes operativos del modelo, esta sección define las tres referencias metodológicas sobre las que se construye la propuesta: la metodología en cascada, las metodologías ágiles y la séptima edición de la Guía del PMBOK. El propósito es que la lógica de la propuesta resulte comprensible por sí misma, precisando qué es cada enfoque y qué papel

cumple en el diseño. Aunque estas metodologías se abordan con mayor amplitud en el marco teórico (Capítulo II), aquí se sintetizan sus rasgos esenciales y, sobre todo, se justifica por qué se asigna un enfoque distinto a cada área de la empresa y cómo el estándar del PMBOK articula ambos en un modelo híbrido coherente.

6.2.1. La metodología en cascada. La metodología en cascada es un enfoque predictivo o planificado que organiza el proyecto en fases secuenciales, de manera que cada fase debe completarse y aprobarse antes de iniciar la siguiente. Su formulación original se atribuye a Royce (1970), quien describió un flujo lineal de etapas —análisis, diseño, implementación, verificación y mantenimiento— en el que la salida de cada etapa constituye el insumo de la próxima. Cada fase produce entregables definidos y se cierra mediante un punto de control que verifica su cumplimiento antes de avanzar, lo que reduce la incertidumbre y facilita el control de recursos y cronogramas.

Sus principales fortalezas son la predictibilidad, la claridad del alcance y la facilidad de seguimiento: cuando se planifica la totalidad del trabajo por adelantado, resulta sencillo estimar plazos, costos y responsables. Por esto, la cascada es especialmente adecuada para procesos estables, repetitivos y de requisitos conocidos, en los que los cambios son poco frecuentes (PMI, 2021). Su principal limitación es la rigidez frente al cambio, debido a que retroceder a una fase anterior es costoso una vez que el proyecto ha avanzado. En esta propuesta, la cascada se aplica al Área de Logística, cuyas operaciones del año lectivo son secuenciales, previsibles y controlables, por lo tanto, se benefician de una planificación detallada y de un control estricto por fases.

6.2.2. Las metodologías ágiles. Las metodologías ágiles constituyen un enfoque adaptativo que organiza el trabajo en ciclos iterativos e incrementales, entrega valor de forma continua y ajusta el rumbo a partir de la retroalimentación. Su fundamento es el Manifiesto Ágil (Beck *et al.*, 2001), que privilegia a los individuos y sus interacciones sobre los procesos, el producto que funciona sobre la documentación exhaustiva, la colaboración con el cliente sobre la negociación contractual y la respuesta al cambio sobre el seguimiento de un plan. A diferencia de la cascada, lo ágil no busca definir todo el alcance por adelantado, sino descubrirlo y refinarlo a lo largo de iteraciones sucesivas.

Entre los marcos ágiles, Scrum es uno de los más difundidos. Schwaber y Sutherland (2020) lo describen como un marco en el que equipos pequeños y autoorganizados trabajan en

iteraciones cortas de duración fija, denominadas *sprints*, al término de las cuales se obtiene un incremento de valor utilizable. Scrum define roles —una persona responsable de priorizar el trabajo, una facilitadora del proceso y el equipo que ejecuta—, un conjunto de eventos de planificación y revisión y un *backlog* o lista priorizada de tareas pendientes. De forma complementaria, el tablero Kanban permite visualizar el flujo de trabajo y limitar las asignaciones en curso. Este enfoque es idóneo cuando los requisitos son cambiantes y la creatividad y la adaptación son necesarias, por esto, en esta propuesta se aplica al Área de Planeación y Currículo Educativo, cuya labor pedagógica es dinámica, iterativa y sensible a nuevas necesidades académicas y tecnológicas.

6.2.3. El estándar PMBOK 7 y su relación con la propuesta. La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK), publicada por el Project Management Institute, es el estándar de referencia que más se utiliza en la dirección de proyectos. Su séptima edición (PMI, 2021) marca un cambio conceptual respecto de ediciones anteriores: mientras la sexta edición (PMI, 2017) se estructuraba en torno a grupos de procesos y áreas de conocimiento, la séptima edición adopta un enfoque basado en principios y dominios de desempeño. Esta edición introduce 12 principios de dirección de proyectos —entre ellos la mayordomía responsable, la orientación a los resultados, el fomento de un entorno colaborativo y la adaptación (*tailoring*) del enfoque a cada contexto— y ocho dominios de desempeño que orientan el comportamiento del director de proyecto con independencia de la metodología empleada.

La relación del PMBOK 7 con esta propuesta es central y opera en tres niveles. En primer lugar, la séptima edición reconoce explícitamente que los proyectos pueden gestionarse mediante enfoques predictivos, adaptativos o híbridos y promueve la selección del enfoque más pertinente según las características de cada componente del trabajo (PMI, 2021). Esto legitima y da respaldo formal a la decisión de combinar cascada y ágil en una misma entidad. En segundo lugar, su principio de adaptación (*tailoring*) fundamenta precisamente la asignación diferenciada de metodologías por área: cascada para Logística y ágil para Planeación y Currículo. En tercer lugar, sus principios de gestión orientan los comportamientos esperados en la implementación —colaboración, orientación al valor y responsabilidad—, mientras que las áreas de conocimiento heredadas de la sexta edición (PMI, 2017), en especial la gestión del alcance, del cronograma, de los recursos y de los riesgos sustentan las herramientas concretas del modelo (matriz RACI,

diagrama de Gantt, tableros Kanban y matriz de riesgos). En síntesis, el PMBOK 7 constituye el marco integrador que da coherencia al modelo híbrido propuesto y articula bajo un mismo estándar los dos enfoques metodológicos aplicados a las áreas de la empresa.

Nota de alineación. La fundamentación metodológica sustenta los objetivos específicos 3 y 4 de la investigación, pues define y justifica los enfoques —cascada y ágil— sobre los que se construye el diseño de ambos modelos.

6.2.4. Justificación técnica de la asignación metodológica por área. La elección de un enfoque distinto para cada área no es arbitraria, sino que responde a las características técnicas de sus procesos y a los criterios de selección de enfoque que establece el propio estándar del PMBOK. La séptima edición señala que el enfoque de desarrollo —predictivo, adaptativo o híbrido— debe elegirse en función de variables como la estabilidad de los requisitos, la frecuencia de los cambios, el grado de incertidumbre y la naturaleza de los entregables (PMI, 2021). Enseguida, a la luz de esos criterios, se justifica por qué la Logística se gestiona en cascada y la Planeación y el Currículo se gestionan en un enfoque ágil.

El Área de Logística administra las operaciones del año lectivo —programación de rutas, coordinación de transporte, preparación de materiales y equipos y calendarización de visitas a los centros educativos— mediante procesos estables, repetitivos y de secuencia predecible, en los que los requisitos se conocen con antelación y los cambios son poco frecuentes. Para esta clase de trabajo, el PMBOK recomienda un enfoque predictivo, apropiado cuando el alcance puede definirse por completo al inicio y el valor se entrega al final de una secuencia planificada de fases (PMI, 2021).

La metodología en cascada, en tanto enfoque predictivo por excelencia (Royce, 1970), permite planificar la totalidad del ciclo por adelantado, establecer entregables y puntos de control por fase y ejercer un control estricto sobre el cronograma y los recursos físicos, que son precisamente las capacidades que la operación logística requiere para evitar retrasos, sobrecostos de transporte y faltantes de material. En términos de las áreas de conocimiento del estándar, este enfoque potencia la gestión del cronograma, del alcance y de los recursos (PMI, 2017), dimensiones críticas de la logística de un laboratorio Steam móvil. La rigidez frente al cambio, principal limitación de la cascada, no representa un obstáculo en este contexto, debido a que los procedimientos logísticos rara vez exigen replanteos durante su ejecución.

El Área de Planeación y Currículo Educativo, en contraste, desarrolla un trabajo de naturaleza dinámica: el diseño y la dosificación de contenidos pedagógicos, la adaptación de las actividades a distintos grupos y niveles y la incorporación continua de nuevas tecnologías y enfoques didácticos. Aquí los requisitos evolucionan, la retroalimentación de docentes y estudiantes es constante y la incertidumbre es alta, condiciones bajo las cuales el PMBOK recomienda un enfoque adaptativo, con base en iteraciones que permiten refinar el producto de forma progresiva (PMI, 2021).

Este es precisamente el terreno de las metodologías ágiles, cuyo Manifiesto valora la respuesta al cambio por encima del seguimiento de un plan, la colaboración con el cliente por encima de la negociación contractual y el producto que funciona por encima de la documentación exhaustiva (Beck *et al.*, 2001). Estos valores se ajustan a la labor curricular, en la que la capacidad de iterar y ajustar los contenidos ciclo a ciclo aporta más valor que un plan cerrado e inmutable. El marco Scrum operacionaliza estos principios mediante *sprints* cortos, roles definidos y revisiones periódicas que incorporan la retroalimentación al final de cada iteración (Schwaber y Sutherland, 2020), lo que habilita la mejora continua del currículo y una adaptación oportuna a las necesidades académicas emergentes. En síntesis, aplicar un enfoque adaptativo a un área de requerimientos cambiantes maximiza la generación de valor, del mismo modo que aplicar un enfoque predictivo a la logística maximiza el control.

6.3. Modelo en cascada para el Área de Logística

La propuesta para Logística estructura las operaciones del año lectivo como un proyecto gestionado en cinco fases secuenciales. Cada fase produce entregables definidos que sirven de insumo a la siguiente, lo que ordena el trabajo y facilita el control de recursos. Estas etapas responden directamente a los hallazgos del diagnóstico en el Área de Logística (véanse las secciones 4.2.1 y 4.3): los retrasos del transporte —punto crítico del área— y los gastos no presupuestados, cuya causa se asoció a la ausencia de manuales actualizados y a la definición anual de rutas sin ajuste dinámico. Para efectos de esta propuesta, se denomina *maletas de material* al conjunto de materiales y equipos didácticos que cada tutora traslada a la institución para impartir la lección.

Fase	Actividades clave	Entregables
1. Diagnóstico e inicio	Definir alcance, recursos y restricciones; elaborar la EDT (estructura de desglose del trabajo) del proyecto logístico anual	Acta de inicio; EDT
2. Planificación estructurada	Construir el cronograma anual (horarios, rutas, calendario y abastecimiento); definir el presupuesto	Diagrama de Gantt; presupuesto de transporte y materiales
3. Ejecución	Preparar las maletas de material, coordinar el transporte diario (Uber) y entregar en las instituciones	Maletas de material listas; bitácora de entregas
4. Monitoreo y control	Medir indicadores; aplicar el protocolo de contingencia ante retrasos	Tablero de control; reportes de desviación
5. Cierre y evaluación	Documentar resultados y lecciones aprendidas; actualizar manuales	Manual de procedimientos; informe de cierre

Tabla 8
Fases del modelo en cascada para Logística

Antes de asignar las responsabilidades operativas conviene precisar los roles de dirección de proyectos que intervienen en el modelo, por lo tanto, se toma como referencia el estándar del PMBOK (PMI, 2021). En una organización pequeña como Laboratorios Steam Magic Smart, varios de estos roles recaen en la misma persona o unidad, por esto, su explicitación busca aclarar funciones y no multiplicar cargos. La Tabla 10 relaciona cada rol del PMBOK con el responsable que lo asume en la empresa.

Rol del PMBOK	Función principal	Responsable en la empresa
Patrocinador	Autoriza el proyecto, asigna los recursos y aprueba los entregables clave.	Gerencia General
Director de proyecto (Project Manager)	Planifica, coordina y controla la ejecución; gestiona el cronograma, los recursos y los riesgos.	Gerencia General
Equipo de proyecto	Ejecuta las actividades operativas del Área de Logística.	Tutoras, con apoyo de la Gerencia General
Interesados clave	Actores que influyen en el proyecto o se ven afectados por él y deben mantenerse consultados o informados.	Proveedor de transporte y centros educativos (clientes)

Tabla 9
Roles del PMBOK y su equivalencia en la estructura de la empresa

Fuente: elaboración propia con base en PMI (2021).

La asignación de responsabilidades se formaliza mediante una matriz RACI, que aclara quién ejecuta (R), quién aprueba y rinde cuentas (A), quién se consulta (C) y quién se informa (I) en cada actividad del área. Las columnas de la matriz identifican, junto con cada actor, el rol del PMBOK que desempeña; la rendición de cuentas (A) recae en la Gerencia General en su condición de patrocinador y director de proyecto.

Actividad	Gerencia General (patrocinador/director de proyecto)	Tutoras (equipo de proyecto)	Proveedor de transporte (interesado clave)
Planificación anual (horarios, rutas y calendario)	A/R	C	I
Solicitud y abastecimiento de materiales	A	R	C
Preparación de las maletas de material	A/R	C	-
Coordinación diaria del transporte	A	I	R
Monitoreo de indicadores y costos	A/R	I	I
Documentación y manuales	A/R	C	-

Tabla 10

Matriz RACI del Área de Logística (R: responsable; A: aprueba; C: consultado; I: informado)

Las herramientas de apoyo son un diagrama de Gantt y, opcionalmente, Microsoft Project para el cronograma; la estructura de desglose del trabajo (EDT) para el alcance y hojas de control en Microsoft Excel para el inventario, el presupuesto y el seguimiento de costos. Como plantillas mínimas, se propone una ficha de proceso, una hoja de presupuesto de transporte y materiales, una bitácora de entregas y un protocolo de contingencia de transporte. El control del área se apoya en cuatro indicadores: porcentaje de clases a tiempo, costo real frente al presupuestado, número de imprevistos y desviación presupuestaria.

Nota de alineación. Los componentes de esta sección —las cinco fases secuenciales, la matriz RACI y las herramientas de cronograma y de desglose del trabajo— materializan directamente el objetivo específico n.º 3: diseñar un modelo de gerencia por proyectos en metodología cascada para el Área de Logística.

6.4. Modelo ágil para el Área de Planeación y Currículo Educativo

La propuesta para Planeación y Currículo organiza el trabajo en ciclos iterativos. El ciclo mensual de dosificación se gestiona como un *sprint*, con cuatro momentos: una planificación al inicio del ciclo, sincronizaciones breves durante el período, una revisión en la que la Gerencia aprueba el entregable y una retrospectiva que captura mejoras para el ciclo siguiente. Los roles se adaptan a la estructura reducida de la empresa. Este diseño responde a los hallazgos del diagnóstico en el área de Planeación y Currículo (véanse las secciones 4.2.2 y 4.3): el retrabajo que se dispara con las tutoras nuevas —hasta 11 horas por ciclo— y los reprocesos en la planeación y en los informes de desempeño, atribuidos a la falta de plantillas estandarizadas y a la dispersión del conocimiento.

Rol ágil	Responsable en la empresa	Función
Dueña del producto (<i>product owner</i>)	Gerencia General	Prioriza, revisa y aprueba los entregables curriculares
Equipo de trabajo	Tutoras	Elabora la dosificación y ejecuta las clases
Facilitador (<i>Scrum master</i>)	Gerencia o tutora designada	Facilita las ceremonias y remueve obstáculos

Tabla 11
Adaptación de roles ágiles

Fuente: elaboración propia con base en Schwaber y Sutherland (2020).

El seguimiento del trabajo se gestiona en un tablero de tipo Kanban (kanbanize.com, 2021) en formato digital, como Trello, con un flujo de cuatro columnas —por hacer, en elaboración, en revisión y aprobado/archivado—, que visualiza el estado de cada planeamiento y del seguimiento de las personas estudiantes. Para reducir el retrabajo que hoy se incrementa con las tutoras nuevas, se proponen plantillas estandarizadas de dosificación mensual y de anotaciones de desempeño de la persona estudiante, de manera que las observaciones sean homogéneas entre tutoras e instituciones y se acorte el tiempo de ponderación de las evaluaciones. Los indicadores de control del área son el tiempo del ciclo de aprobación, el número de revisiones por planeamiento y el porcentaje de entregas a tiempo de la planeación.

Nota de alineación. La organización del trabajo en sprints, la adaptación de los roles ágiles y el tablero Kanban responden directamente al objetivo específico n.º 4: diseñar un modelo de gerencia por proyectos en metodología ágil para el Área de Planeación y Currículo Educativo.

6.5. Hoja de ruta de implementación

La implementación se plantea de forma gradual a lo largo de aproximadamente 6 meses, alineada con el calendario lectivo; comienza por la logística de transporte —el proceso priorizado por la Gerencia— y avanza hacia el área pedagógica antes de escalar a toda la operación. Para constituir un verdadero plan de puesta en funcionamiento y no un simple calendario, la hoja de ruta específica, para cada etapa, su predecesor —la etapa que debe concluir antes de iniciarla—, su duración estimada y su entregable, además, el plan se articula en torno a un conjunto de hitos clave que funcionan como puntos de control del avance.

Etapas	Predecesor	Duración estimada	Actividades principales	Entregable
0. Preparación	— (inicio)	2 semanas (mes 1)	Sensibilización del equipo, selección de herramientas y capacitación inicial	Plan de trabajo y equipo capacitado
1. Documentación y diseño	Etapas 0	4 semanas (meses 1-2)	Elaborar manuales, plantillas, EDT y configurar los tableros	Manuales y plantillas listos
2. Piloto cascada (Logística)	Etapas 1	6 semanas (meses 2-3)	Aplicar el modelo en transporte y abastecimiento; activar indicadores	Tablero de control en uso
3. Piloto ágil (Planeación y currículo)	Etapas 2	6 semanas (meses 3-4)	Gestionar el ciclo mensual como <i>sprint</i> ; usar Kanban y plantillas	Primer <i>sprint</i> completado
4. Monitoreo y ajuste	Etapas 2 y 3	4 semanas (meses 4-5)	Revisar indicadores, recoger retroalimentación y ajustar el modelo	Informe de ajustes
5. Escalamiento y evaluación	Etapas 4	6 semanas (meses 5-6)	Extender a toda la operación y comparar con la línea base	Informe de resultados vs. línea base

Tabla 12
Hoja de ruta de implementación

El siguiente cuadro sintetiza los hitos clave del plan y el momento previsto para su cumplimiento; cada hito coincide con el cierre de una etapa y sirve de punto de control para verificar el avance antes de continuar.

Hito	Momento previsto	Descripción
H1	Fin del mes 1	Equipo capacitado y herramientas que se seleccionaron (cierre de la etapa 0).
H2	Fin del mes 2	Manuales, plantillas y EDT aprobados (cierre de la etapa 1).
H3	Fin del mes 3	Piloto de Logística en cascada operando con indicadores activos (cierre de la etapa 2).
H4	Fin del mes 4	Primer <i>sprint</i> de Planeación y Currículo completado (cierre de la etapa 3).
H5	Fin del mes 5	Informe de ajustes del modelo aprobado (cierre de la etapa 4).
H6	Fin del mes 6	Evaluación de resultados frente a la línea base y decisión de escalamiento (cierre de la etapa 5).

Tabla 13
Hitos clave de la implementación

Nota de alineación. La hoja de ruta traduce en términos operativos los modelos diseñados en los objetivos específicos 3 y 4 y los convierte en un plan de puesta en marcha escalonado. Además, habilita la estimación prevista en el objetivo específico n.º 5, pues el pilotaje que contempla permite contrastar los resultados con la línea base del diagnóstico.

6.6. Recursos y costo estimado

La propuesta se apoya, en buena medida, en herramientas que la empresa ya utiliza (Google Drive, Excel, Word y correo), por lo que su costo es moderado. Los principales rubros son la adquisición opcional de licencias de *software* de gestión y la inversión de horas-persona en capacitación y documentación, que constituye un costo de oportunidad más que un desembolso directo.

Recurso	Descripción	Costo estimado
Tablero Kanban (Trello)	Plan gratuito suficiente para el equipo; plan estándar opcional	€0-€3.000/usuario al mes
Software de cronograma	Excel (incluido) o Microsoft Project (opcional)	€0-€6.000/mes
Capacitación inicial	Formación en gestión de proyectos y herramientas (horas-persona)	Costo de oportunidad (≈ 16-24 h)
Documentación y plantillas	Elaboración de manuales y formatos (horas-persona)	Costo de oportunidad (≈ 20-30 h)

Recurso	Descripción	Costo estimado
Total recurrente en herramientas	Suma mensual aproximada de licencias	Menor a ¢15.000/mes

Tabla 14*Recursos y costo estimado de la implementación*

Fuente: elaboración propia; valores aproximados sujetos a cotización.

Frente a este costo moderado, los beneficios estimados en el Capítulo IV —ahorros del orden de ¢240.000 a ¢480.000 anuales en transporte y de cerca de ¢300.000 en gastos no planificados, además de la recuperación de horas-persona— sustentan la conveniencia económica de la propuesta.

Nota de alineación. La estimación de recursos y costos, contrastada con los beneficios esperados, contribuye al objetivo específico n.º 5: estimar los beneficios en la eficiencia de los recursos humanos, temporales y económicos derivados de la aplicación del modelo propuesto.

6.7. Cuadro de mando de indicadores

Para dar seguimiento al desempeño del modelo, se propone un cuadro de mando que reúne los indicadores de ambas áreas, con su meta, su frecuencia de revisión y su responsable. A diferencia de la práctica actual —de revisión anual—, este tablero promueve una medición frecuente que sustenta la toma de decisiones. La definición técnica de cada indicador —su fórmula de cálculo, su fuente de datos y su línea base— se detalla en la sección 4.6 del Capítulo IV. Este cuadro de mando retoma esos indicadores y fija, para cada uno, su meta, su frecuencia de revisión y su responsable, de manera que el seguimiento sea replicable y verificable.

Indicador	Meta	Frecuencia	Responsable
Clases/entregas a tiempo	90 %-95 %	Semanal	Gerencia General
Costo de transporte vs. presupuesto	Desviación ≥ 3 %	Mensual	Gerencia General
Imprevistos operativos	3-4 /mes	Mensual	Gerencia General
Gastos no planificados	$\leq$ €25.000/mes	Mensual	Gerencia General
Ciclo de aprobación de planeación	≥ 2 revisiones	Mensual	Gerencia General
Retrabajo con personal nuevo	≥ 5 h por ciclo	Por <i>sprint</i>	Gerencia/facilitador

Tabla 15

Cuadro de mando de indicadores propuesto

Fuente: elaboración propia con base en la línea base del Capítulo IV.

El cumplimiento de las metas descansa en supuestos operativos: la optimización de rutas y la previsión de tiempos en instituciones nuevas (costo de transporte); la planificación con holguras y la respuesta estandarizada a incidencias (imprevistos); el presupuesto por proyecto y el control de costos por fase (desviación presupuestaria); las plantillas estandarizadas y los tableros Kanban que guían al personal nuevo (retrabajo) y la digitalización del seguimiento (horas-persona).

Nota de alineación. El cuadro de mando aporta al objetivo específico n.º 5, al proveer los indicadores y metas con los que se mide la mejora en la eficiencia de los recursos humanos, temporales y económicos frente a la línea base establecida en el diagnóstico (objetivos específicos 1 y 2).

6.8. Gestión del cambio y de riesgos

La adopción del modelo implica un cambio en la forma de trabajo. Por lo tanto, se acompaña de acciones de gestión del cambio — comunicación temprana, involucramiento de las tutoras, capacitación y una implementación por etapas que evita la sobrecarga — inspiradas en los enfoques de manejo del cambio organizacional. Los principales riesgos y sus medidas de mitigación se resumen a continuación.

Riesgo	Nivel	Medida de mitigación
Resistencia al cambio del personal	Medio	Comunicación, involucramiento temprano y capacitación
Dependencia del conocimiento de pocas personas	Alto	Documentación de procesos y manuales actualizados
Sobrecarga durante la transición	Medio	Implementación gradual por etapas y pilotaje
Retrasos de transporte por tránsito (Uber)	Alto	Protocolo de contingencia y holguras en la programación
Baja adopción de las herramientas digitales	Medio	Iniciar con herramientas gratuitas y ya conocidas por el equipo

Tabla 16*Matriz de riesgos de la implementación*

Nota de alineación. Este componente resguarda la viabilidad de la implementación de los modelos diseñados en los objetivos específicos 3 y 4, al anticipar las barreras de adopción y los riesgos que pueden comprometer los beneficios estimados en el objetivo específico n.º 5.

6.9. Trazabilidad con los objetivos específicos

Para facilitar la trazabilidad metodológica, la siguiente matriz vincula cada componente de la propuesta con los objetivos específicos de la investigación definidos en el Capítulo I: (OE1) diagnosticar el estado actual de los procesos; (OE2) identificar las causas de la ineficiencia operacional; (OE3) diseñar el modelo en cascada para el Área de Logística; (OE4) diseñar el modelo ágil para el Área de Planeación y Currículo Educativo y (OE5) estimar los beneficios esperados en la eficiencia de los recursos humanos, temporales y económicos. Los objetivos 1 y 2 se atendieron en el diagnóstico (Capítulo IV) y constituyen la línea base de comparación. Este Capítulo VI concreta los objetivos 3, 4 y 5.

Componente de la propuesta	Objetivo(s) específico(s)	Aporte a la trazabilidad
6.2 Fundamentación metodológica	OE3 y OE4	Define y justifica los enfoques cascada y ágil que sustentan el diseño de ambos modelos.
6.3 Modelo en cascada (Logística)	OE3	Concreta el diseño del modelo en cascada: fases secuenciales, matriz RACI, Gantt y EDT.
6.4 Modelo ágil (Planeación y currículo)	OE4	Concreta el diseño del modelo ágil: <i>sprints</i> , roles adaptados y tablero Kanban.

Componente de la propuesta	Objetivo(s) específico(s)	Aporte a la trazabilidad
6.5 Hoja de ruta de implementación	OE3, OE4 y OE5	Operativiza ambos modelos y establece el pilotaje que habilita la estimación de beneficios.
6.6 Recursos y costo estimado	OE5	Aporta la base costo-beneficio para estimar la eficiencia económica del modelo.
6.7 Cuadro de mando de indicadores	OE5 (línea base: OE1 y OE2)	Provee indicadores y metas para medir la mejora en eficiencia frente a la línea base.
6.8 Gestión del cambio y de riesgos	OE3, OE4 y OE5	Protege la viabilidad de la implementación y los beneficios estimados del modelo.

Tabla 17

Matriz de trazabilidad con los objetivos específicos

6.10. Coherencia entre el diagnóstico y la propuesta

Un principio rector de esta propuesta es que cada uno de sus componentes responde a un hallazgo concreto del diagnóstico realizado en el Capítulo IV. Para hacer explícita esa correspondencia y reforzar la coherencia metodológica entre el diagnóstico y la solución, la siguiente matriz vincula cada hallazgo con su causa asociada y con el componente de la propuesta que lo atiende.

Hallazgo del diagnóstico (Cap IV)	Causa asociada	Componente de la propuesta que lo atiende
Retrasos del transporte (Uber) por tránsito, que pueden suspender lecciones (4.2.1, 4.3)	Rutas definidas de forma anual sin ajuste dinámico; dependencia de un factor externo	Fases de planificación y de monitoreo del modelo en cascada (Gantt de rutas y holguras) y protocolo de contingencia (6.3, 6.8); indicador de clases/entregas a tiempo (6.7)
Encarecimiento del transporte y gastos no presupuestados (4.3)	Ausencia de presupuesto y de control de costos	Presupuesto por proyecto y hojas de control de costos en Microsoft Excel (6.3); indicadores de costo de transporte, gastos no planificados y desviación presupuestaria (6.7)
Faltantes de material y demoras en el armado de maletas de material (4.2.1)	Alistamiento no estandarizado	Estandarización del alistamiento en la fase de ejecución y su registro en la bitácora de entregas (6.3)
Retrabajo elevado con tutoras nuevas: hasta 11 h por ciclo (4.2.2, 4.3)	Conocimiento no documentado y dependencia de personas clave	Plantillas estandarizadas de dosificación y tablero Kanban del modelo ágil (6.4); indicador de retrabajo con tutoras nuevas (6.7)
Reprocesos en la planeación y en los informes de desempeño (4.3)	Falta de plantillas y de un flujo de revisión	Plantillas de anotaciones de desempeño y flujo Kanban por hacer/en revisión/aprobado (6.4)

Hallazgo del diagnóstico (Cap IV)	Causa asociada	Componente de la propuesta que lo atiende
Ausencia de manuales actualizados y documentación dispersa en correo, WhatsApp y Drive (4.3)	Gestión empírica e informal	Documentación y manuales (fase de cierre del modelo en cascada) y estandarización de procesos en ambos modelos (6.3, 6.4)
Baja frecuencia de control, con revisión anual (4.3, 6.7)	Ausencia de indicadores de seguimiento periódico	Cuadro de mando con medición mensual y semanal (6.7)

Tabla 18

Matriz de coherencia entre el diagnóstico (Capítulo IV) y la propuesta

6.11. Limitaciones de la propuesta

Como todo plan de mejora, la propuesta presenta limitaciones que conviene reconocer de forma explícita, tanto para dimensionar sus alcances como para anticipar las condiciones de las que depende su éxito. Estas restricciones complementan la matriz de riesgos de la sección 6.8 y se agrupan en cuatro ámbitos: los riesgos de implementación, las barreras culturales, la dependencia del compromiso gerencial y las medidas de contingencia previstas.

En primer lugar, la puesta en marcha enfrenta riesgos de implementación propios de toda transición. La coincidencia del período de inicio con el calendario lectivo puede generar sobrecarga si las tareas de documentación y capacitación se suman a la operación diaria. Asimismo, una baja adopción de las herramientas digitales o la subestimación de los tiempos de aprendizaje pueden retrasar el cronograma de 6 meses. La dependencia del proveedor de transporte —un factor externo no controlable— constituye otro riesgo relevante para las metas de puntualidad y costo. Estos riesgos sistematizados en la matriz de la sección 6.8, se mitigan mediante la puesta en funcionamiento gradual por etapas, el pilotaje y el uso inicial de herramientas gratuitas y conocidas por el equipo.

En segundo lugar, la entidad ha operado durante años bajo una gestión empírica e informal, por lo tanto, la transición a un modelo formal por proyectos puede entrar en conflicto con hábitos arraigados. La resistencia al cambio, la percepción de la documentación como una carga burocrática y la preferencia por la comunicación verbal sobre el registro escrito son barreras culturales que pueden ralentizar la adopción. Superarlas exige un esfuerzo sostenido de comunicación, la generación de resultados tempranos de valor y el involucramiento de las tutoras en el diseño de las plantillas, de manera que perciban el modelo como una ayuda y no como un mecanismo de control.

En tercer lugar y de manera crítica, la viabilidad de la propuesta depende del compromiso sostenido de la Gerencia General. Esto se debe a que en esta estructura reducida la Gerencia concentra los roles de patrocinador y director de proyecto (véase la sección 6.3), su liderazgo es el principal factor de éxito: es quien debe asignar el tiempo, autorizar los recursos y modelar el uso de las nuevas prácticas. Si ese compromiso decae ante las urgencias operativas, el modelo corre el riesgo de quedar como un ejercicio documental sin aplicación real. Esta dependencia es, a la vez, una fortaleza —la toma de decisiones es ágil— y una vulnerabilidad —recae en una sola figura.

En cuarto lugar, los cálculos de ahorro se basan en la empresa en estudio y no incluyen el costo de implementación del modelo. Al aplicarse en otra compañía, debe considerarse este costo, que incluye los honorarios de un administrador de proyectos para orientar la puesta en funcionamiento inicial.

Por último, se prevé un plan de contingencia básico para los escenarios más probables. Si la carga operativa impide cumplir los plazos, se prioriza la implementación en el Área de Logística —el proceso de mayor impacto— y se pospondrá el escalamiento. Si la adopción de las herramientas digitales resulta baja, se retrocederá temporalmente a formatos más simples —plantillas en papel o en Microsoft Excel— hasta consolidar el hábito. Si el compromiso gerencial se ve limitado por la operación diaria, se designará a una tutora como referente de seguimiento que sostenga las rutinas mínimas de control y ante fallas del proveedor de transporte, se activará el protocolo de contingencia con holguras y proveedores alternativos, previsto en la matriz de riesgos. Estas medidas buscan que, aun en condiciones adversas, la propuesta conserve un núcleo funcional que preserve sus beneficios esenciales.

6.12. Consideraciones finales de la propuesta

La propuesta presentada es viable, de bajo costo y está construida sobre las capacidades y herramientas que la empresa ya posee. Su implementación gradual, iniciando por el proceso de mayor impacto —la logística de transporte— y avanzando hacia el área pedagógica, permite gestionar el cambio de manera ordenada y medir los resultados frente a la línea base establecida en esta investigación. De ejecutarse según la hoja de ruta y el cuadro de mando propuestos, el modelo de gerencia por proyectos ofrece a Laboratorios Steam Magic Smart un camino concreto para reducir su ineficiencia operacional y consolidar una gestión formal, documentada y sostenible.

Referencias bibliográficas

- Barrantes, R. (2002). *Investigación: Un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo y cuantitativo*. EUNED.
- Bašić, A.; Viduka, D. y Balaban, P. (2024). Application of the agile method of project management in education of IT students. *Sinteza Conference Proceedings*, 251-257. <https://doi.org/10.15308/Sinteza-2024-251-257>
- Beck, K.; Beedle, M., van Bennekum, A.; Cockburn, A.; Cunningham, W.; Fowler, M.; Grenning, J.; Highsmith, J.; Hunt, A.; Jeffries, R.; Kern, J.; Marick, B.; Martin, R. C.; Mellor, S.; Schwaber, K.; Sutherland, J. y Thomas, D. (2001). *Manifesto for agile software development*. Agile Alliance. <https://agilemanifesto.org>
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom.
- Chaves-Villavicencio, M. F. (2025). *Propuesta de plan de gestión del proyecto: Creación del Laboratorio de Manufactura Avanzada de la Maestría en Ingeniería en Dispositivos Médicos del Tecnológico de Costa Rica* [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Institucional TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/16488>
- Clements, J. P. (1999). *Administración exitosa de proyectos*. Thomson.
- Creswell, J. W. y Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3.^a ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W. y Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4.^a ed.). SAGE Publications.
- Deloitte. (2020). 10 medidas que deben adoptar las empresas para afrontar una pandemia. *Deloitte Insights*. <https://www2.deloitte.com/insights>
- Drucker, P. F. (1954). *The practice of management*. Harper & Row.
- Epicflow. (2025). Project management in education: Specific challenges and ways of addressing them. *Epicflow Blog*. <https://epicflow.com>

- Goldratt, E. M. y Cox, J. (1984). *The goal: A process of ongoing improvement*. North River Press.
- Henriksen, D.; Richardson, C. y Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 140-153.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.10.001>
- Hernández-Sampieri, R.; Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Hitt, M. A.; Ireland, R. D. y Hoskisson, R. E. (2015). *Strategic management: Competitiveness and globalization* (11.^a ed.). Cengage Learning.
- Horna Melo, C. J. (2024). *Gestión de proyectos aplicando el PMBOK para la elaboración del expediente técnico del proyecto de inversión pública de la institución educativa inicial Illanca, 2020* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/9462>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill.
- Kanbanize. (2021). *What is a kanban board?* <https://kanbanize.com/kanban-resources/getting-started/what-is-kanban-board>
- Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Harvard Business School Press.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>
- Mintzberg, H. (1983). *Structure in fives: Designing effective organizations*. Prentice-Hall.
- Pavón Anrango, J. C. y Cajo Guallasamín, V. E. (2024). Modelo de gestión para el desarrollo de proyectos enfocado a las IES del Ecuador. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 5(3), 1345-1365. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i3.284>
- Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (6.^a ed.).
- Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (7.^a ed.).

- Quesada-Montano, A. (2024). *Propuesta de modelo para formalizar la gestión de proyectos culturales en la Asociación de Compositores y Autores Musicales de Costa Rica (ACAM)* [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Institucional TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/16364>
- Royce, W. W. (1970). Managing the development of large software systems. *Proceedings of IEEE WESCON*, 26(8), 1-9.
- Salykova, L.; Sembinova, M. y Ibadildin, N. (2024). Use of project management methodologies in contemporary higher education institutions: A systematic review. *Memleketтік Audit*, 62(1), 21-31. <https://doi.org/10.55871/2072-9847-2024-62-1-21-31>
- Schwaber, K. y Sutherland, J. (2020). *The Scrum guide: The definitive guide to Scrum*. Scrum.org. <https://www.scrumguides.org>
- Scrum Alliance. (2023). *Agile in education: How to empower students and educators*. <https://www.scrumalliance.org>
- Segura Sánchez, A. (2026). *Plan de gestión del proyecto para la evaluación de tecnologías y plataformas digitales orientadas a la oferta de formación virtual e híbrida de GC Academy mediante la aplicación de buenas prácticas del PMI* [Tesis de maestría, Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología]. Repositorio Institucional Ulacit. <https://hdl.handle.net/20.500.14230/11841>
- Slack, N.; Chambers, S. y Johnston, R. (2010). *Operations management* (6th ed.). Pearson Education.
- Taylor, F. W. (1911). *The principles of scientific management*. Harper & Brothers.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*.
- Vargas, C.; Guairacaja, M.; Olivo, E. y Valdiviezo, B. (2025). Scrum y Design Thinking en el aula: estrategias ágiles para transformar la enseñanza tradicional. *Esprint Investigación*, 4(2), 248-257. <https://doi.org/10.61347/ei.v4i2.160>

Womack, J. P. y Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.

Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. *PATT-17 & PATT-19 Conferences Proceedings*, 335-358.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6.^a ed.). SAGE Publications