

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA APLICADA”

TEMA:

**ANÁLISIS MULTIVARIANTE SOBRE EL IMPACTO Y PERCEPCIÓN DE LA
METODOLOGÍA LEAN WASTE EN EL AMBITO ACADÉMICO EN
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR:

PEDRO JAVIER FAJARDO AGUILAR

Guayaquil - Ecuador

2024

RESUMEN

El presente estudio explora la aplicación de la metodología Lean en la educación superior, específicamente en la carrera de ingeniería industrial. Lean, originaria del sector manufacturero, se ha extendido a diversos sectores, incluyendo la educación, para mejorar la eficiencia y eliminar desperdicios. La investigación analiza cómo los principios de Lean pueden adaptarse al entorno educativo para optimizar procesos de enseñanza y aprendizaje, incrementando así la satisfacción de los estudiantes. Se implementó un cuestionario basado en la escala Likert para medir la percepción estudiantil sobre la efectividad de estas prácticas. Los resultados muestran que la implementación de Lean mejora significativamente la gestión del tiempo y la reducción de tareas redundantes, lo que contribuye a una experiencia educativa más eficiente. Además, se encontraron diferencias en la percepción de estos principios entre estudiantes de distintos niveles académicos, destacando la necesidad de adaptar la metodología a las necesidades específicas de cada grupo. La investigación sugiere que extender el uso de Lean a otras facultades podría ser beneficioso, así como la capacitación continua del personal docente. También se recomienda futuras investigaciones para cuantificar el impacto económico de Lean y explorar su aplicación en otras áreas educativas. Este estudio aporta un marco teórico y empírico valioso para la implementación de Lean en la educación, promoviendo una cultura de mejora continua y eficiencia en instituciones de educación superior.

Palabras claves: Metodología Lean, Educación superior, Percepción estudiantil, Eficiencia.

ABSTRACT

This study explores the application of Lean methodology in higher education, specifically in the industrial engineering field. Originally from the manufacturing sector, Lean has expanded into various areas, including education, to improve efficiency and eliminate waste. The study examines how Lean principles can be adapted to the educational environment to optimize teaching and learning processes, thereby increasing student satisfaction. A Likert-scale questionnaire was implemented to measure student perceptions of the effectiveness of these practices. The results indicate that the implementation of Lean significantly enhances time management and reduces redundant tasks, contributing to a more efficient educational experience. Additionally, differences were found in the perception of these principles among students at different academic levels, highlighting the need to tailor the methodology to the specific needs of each group. The research suggests that extending the use of Lean to other faculties could be beneficial, as well as continuous training for faculty and staff. Future research is recommended to quantify the economic impact of Lean and explore its application in other educational areas. This study provides a valuable theoretical and empirical framework for implementing Lean in education, promoting a culture of continuous improvement and efficiency in higher education institutions.

Keywords: Lean Methodology, Higher Education, Student Perception, Efficiency.

DEDICATORIA

A mi familia, por ser mi pilar fundamental y por su amor incondicional. Gracias por apoyarme en cada paso de este camino. A mi novia Gabriela Vélez por las palabras de aliento en los momentos difíciles y por celebrar cada logro como si fuera propio. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido una guía constante para alcanzar este sueño.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este trabajo.

En primer lugar, agradezco a la PhD. Purificación Galindo Villardón por su invaluable guía y apoyo. Su experiencia y sabiduría han sido fundamentales en el desarrollo de este trabajo. Su dedicación y paciencia me han brindado las herramientas necesarias para superar los desafíos y avanzar en mi investigación.

Quiero también agradecer a la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) por proporcionarme los recursos académicos y las facilidades necesarias para llevar a cabo esta investigación. La formación académica y el ambiente estimulante que ofrece esta institución han sido cruciales para mi crecimiento profesional y académico.

Deseo expresar un especial agradecimiento al PhD. Juan Diego Valenzuela Cobos, director del Centro de Estudios Estadísticos de la Universidad Estatal de Milagro, por su apoyo y orientación. Su liderazgo y compromiso con el desarrollo académico han sido un pilar en mi trayectoria profesional.

Agradezco a todos aquellos que, de una forma u otra, contribuyeron con su apoyo y colaboración durante este proceso.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Pedro Javier Fajardo Aguilar

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Mariela González Narváez, PhD.

PRESIDENTE

Ing. Luis Pilacuan Bonete, PhD

TUTOR

Ing. Francisco Moreira Villegas, Msc.

DOCENTE EVALUADOR

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción del problema	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.4. Hipótesis.....	4
1.5. Alcance.....	4
CAPÍTULO 2	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.2. Fundamentos de la Metodología Lean	6
2.2.1. Origen y evolución del Lean	6
2.2.2. Principios del Lean.....	8
2.2.2.1. Eliminación de desperdicios (Muda).....	8
2.2.2.2. Mejora continua	9
2.2.2.3. Valor para el Cliente	9
2.2.2.4. Justo a Tiempo (JIT).....	10
2.2.2.5. Autonomía (Jidoka)	10
2.3. Desperdicios de la filosofía Lean	11
2.3.1. Sobreproducción	11
2.3.2. Inventarios	11
2.3.3. Transporte.....	12
2.3.4. Defectos.....	12
2.3.5. Esperas.....	12
2.3.6. Sobreprocesamiento	13
2.3.7. Movimientos	13
2.3.8. Talento Humano.....	13
2.4. Lean en el Contexto Educativo.....	13

2.4.1.	Adaptación de Lean en la Educación Superior	13
2.5.	Desafíos en la Implementación Lean en la Educación Superior.....	15
2.5.1.	Implementaciones Exitosas de la metodología Lean en las IES.....	16
2.5.2.	Impacto de Lean en la Productividad Académica	17
2.5.3.	Cambio Cultural con Enfoque Lean	18
2.6.	Técnicas e Instrumentos para Medir la Percepción Estudiantil	18
2.6.1.	La encuesta	19
2.7.	Análisis de datos.....	19
2.8.	Análisis Multivariante.....	20
2.8.1.	Análisis Factorial.....	20
2.8.2.	Análisis Factorial Exploratorio.....	20
2.8.3.	Análisis Factorial Confirmatorio.....	21
2.8.4.	Análisis de Componentes Principales	22
2.8.5.	Algoritmo K-means.....	23
2.9.	Gap de Investigación	24
2.9.1.	Identificación de la Brecha en la Literatura	24
2.10.	Contribuciones Esperadas del Estudio	25
CAPÍTULO 3		27
3.	METODOLOGIA	27
3.1.	Diseño de investigación.....	27
3.2.	Participantes.....	27
3.3.	Instrumentos.....	28
3.4.	Validez de cuestionario.....	29
3.5.	Análisis Estadístico.....	30
CAPÍTULO 4		31
4.	RESULTADOS.....	31
4.1.	Análisis Descriptivo.....	31
4.2.	Fiabilidad del Instrumento.....	33
4.3.	Análisis Factorial Exploratorio	34
4.3.1.	Consistencia Interna	34

4.3.2.	Análisis Factorial Confirmatorio.....	37
4.3.3.	Medidas de ajuste adicionales	38
4.3.4.	Modelo Estructural del Análisis factorial Confirmatorio	41
4.4.	Análisis de Componentes Principales y Clústeres K-means	42
4.4.1.	Análisis de Componentes Principales	42
4.4.2.	Resultados del Análisis de Componentes Principales	42
4.4.3.	Cargas de los Componentes.....	43
4.5.	Resultados del K-means.....	44
CAPÍTULO 5		46
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
6.	Referencias	48
7.	ANEXOS	65

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	41
Figura 2	44
Numero Optimo de Clústeres	44
Figura 3	45
Clusplot de K-means	45

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	31
Estadísticos Descriptivos	31
Tabla 2	33
Clasificación de percepción Lean.....	33
Tabla 3	33
Fiabilidad mediante el coeficiente del alfa de Cronbach	33
Tabla 4	34
KMO y prueba de Bartlett.....	34
Tabla 5	35
Carga de los Factores	35
Tabla 6	36
Características de los Factores.....	36
Tabla 7	37
Cargas de los factores AFC	37
Tabla 8	38
Índices de ajuste	38
Tabla 9	39
Medidas de ajuste adicionales	39
Figura 1	41
Modelo Estructural AFC	41
Tabla 10	43
Varianza Explicada	43
Tabla 11	43
Relación entre Componentes y Variables de Percepción	43

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	23
Ecuación de reconstrucción aproximada en ACP	23
Ecuación 2	23
Análisis de Componente Principales.....	23
Ecuación 3	24
Algoritmo K-means.....	24
Ecuación 4	28
Población Infinita.....	28
Ecuación 5	29
V de Aiken.....	29

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La metodología Lean, originalmente desarrollada en el ámbito manufacturero para optimizar procesos y eliminar desperdicios, ha ampliado su alcance más allá de la industria, aplicándose en sectores como los servicios públicos y las instituciones de educación superior contribuyendo significativamente a mejorar su competitividad (Cudney et al., 2020). Esta expansión demuestra la adaptabilidad y el potencial de Lean para mejorar tanto la eficiencia operativa como la calidad de enseñanza y aprendizaje (Sunder M. & Antony, 2018). Los autores Balzar et al. (2016) reconocieron el potencial de los principios y prácticas lean como herramienta de desarrollo de las IES, pero faltaban definiciones tanto conceptuales como operativas en este campo.

No obstante, a pesar del creciente interés, existe una notable brecha en la literatura respecto a la integración efectiva de la metodología Lean, especialmente Lean, en los procesos educativos. Esta brecha destaca una desconexión entre el conocimiento teórico sobre Lean y su aplicación práctica dentro de las instituciones de educación superior.

Una exploración de la implementación de estrategias Lean en universidades privadas brasileñas reveló una adopción muy tímida y no generalizada de estas metodologías, resaltando el desfase entre el conocimiento académico sobre Lean y su efectiva aplicación en el ámbito universitario (Petusch et al., 2019). Estos hallazgos son consistentes con observaciones de estudios realizados en los Estados Unidos de América y el Reino Unido, sugiriendo una tendencia global hacia una adopción cautelosa de Lean en la educación superior.

Por otro lado, la investigación de (Klein et al., 2021) se enfocó en la eliminación de desperdicios en instituciones públicas de enseñanza superior, aplicando la metodología del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) en una Institución de

Enseñanza Superior brasileña. Este estudio concluyó que los desperdicios más relevantes a tratar en los campus universitarios eran las pérdidas de conocimiento y de sobre procesamiento, resaltando la utilidad de Lean para optimizar los esfuerzos en la generación de valor para los últimos usuarios.

Adicionalmente, (Waterbury, 2015) capturó los desafíos enfrentados y las lecciones aprendidas al implementar Lean en la educación superior, proporcionando una visión amplia sobre la implantación de Lean en este sector y sus retos concurrentes. A través de entrevistas semiestructuradas con el personal de colegios comunitarios y universidades, este estudio ofreció perspectivas valiosas sobre la implementación de Lean en entornos educativos complejos.

En contraste, (Thirkell & Ashman, 2014) identificaron problemas en el entendimiento, comunicación y transmisión del pensamiento Lean dentro de la enseñanza superior, basándose en entrevistas realizadas en dos universidades. Sus hallazgos sugieren que la amplitud de la implementación de Lean en las Instituciones de educación superior es limitada, subrayando la necesidad de superar barreras comunicativas y conceptuales para una adopción más efectiva.

Los investigadores (Sfakianaki & Kakouris, 2019) abordaron la implementación del pensamiento Lean en los sistemas educativos mediante una revisión bibliográfica extensa, desarrollando un instrumento validado para evaluar la efectividad de su implementación. Los resultados de este estudio revelaron factores de éxito cruciales para la implementación efectiva de Lean en el contexto educativo, ofreciendo una perspectiva holística sobre las iniciativas del pensamiento Lean.

La investigación de (Cano et al., 2022; Klein et al., 2023; Simonyte et al., 2022), avanzó en la comprensión de la percepción de las prácticas de gestión Lean y su influencia en el desempeño organizacional de las instituciones de educación superior, así como en la implementación de un marco de gestión Lean centrado en la creación de valor para las partes interesadas. Estos estudios resaltan la importancia de un liderazgo fuerte, el compromiso de la dirección, y una comunicación y trabajo en equipo efectivos para el éxito de la implementación de Lean en las instituciones educativas.

Este conjunto de investigaciones subraya una oportunidad significativa: la adopción de la metodología Lean en el contexto educativo posee el potencial de realzar notablemente el desempeño de los estudiantes de ingeniería industrial. La relevancia de esta investigación radica en su potencial para catalizar la mejora continua del proceso educativo, contribuyendo a un cuerpo de conocimiento que busca no solo abordar las brechas existentes sino también ofrecer perspectivas novedosas sobre la aplicación de principios Lean en entornos académicos no tradicionales.

1.2. Descripción del problema

En el ámbito de la educación superior, el desempeño y eficiencia de los procesos de aprendizaje son cruciales para el éxito académico y profesional de los estudiantes. En la carrera de ingeniería industrial, caracterizada por su enfoque en la optimización de procesos y sistemas, la aplicación de metodologías de mejora continua como el modelo Lean podría ser particularmente relevante. Sin embargo, existe una brecha en la literatura y en la práctica sobre cómo los principios de la metodología Lean, tradicionalmente aplicados en entornos de producción, pueden ser adaptados para mejorar el día a día de los estudiantes en su proceso educativo.

Este estudio busca complementar con aportes significativos en el campo de conocimiento al explorar la aplicabilidad del modelo de la metodología Lean, enfocado en el ámbito de educación superior. Se plantea la hipótesis de que la identificación y reducción de estos desperdicios pueden correlacionarse con una mayor efectividad en los procesos de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería industrial.

Por tanto, se propone el diseño de un cuestionario basado en la escala Likert para medir la percepción de los estudiantes sobre la presencia y el impacto de estos desperdicios en su vida académica. Posteriormente, se analizarán los datos recopilados a través de técnicas estadísticas multivariantes para evaluar las relaciones entre las distintas dimensiones de desperdicio y la eficacia del proceso de aprendizaje. La relevancia radica en su potencial para proporcionar un marco práctico que las instituciones de educación superior puedan utilizar para mejorar

sus métodos de enseñanza y aprendizaje, alineándolos con los principios de eficiencia y mejora continua que son fundamentales para la ingeniería industrial.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el impacto del Modelo Lean en el ámbito académico desde la perspectiva de estudiantes de Ingeniería Industrial en una Institución Pública de Educación Superior

1.3.2. Objetivos Específicos

- Integrar un marco teórico que sustente los componentes clave de la metodología Lean adaptados al contexto académico, basándose en una revisión bibliográfica y consultas con expertos.
- Determinar la percepción de los estudiantes de ingeniería industrial sobre el uso de la metodología Lean en el contexto académico mediante la aplicación de herramientas de recolección de datos.
- Explorar las propiedades psicométricas del modelo Lean mediante el uso de técnicas estadísticas avanzadas para establecer su fiabilidad y validez en el contexto académico en los estudiantes de ingeniería industrial.

1.4. Hipótesis

La integración de prácticas Lean dentro de los procesos académicos de las Instituciones Públicas de Educación Superior del Ecuador se correlaciona positivamente con un aumento en la comprensión y aplicación de estos principios por parte de los estudiantes de ingeniería industria. Siendo reflejado en una percepción más favorable de la eficiencia y efectividad de sus actividades académicas.

1.5. Alcance

El alcance de este estudio se centra en una Institución de Educación Superior (IES) pública del Ecuador, específicamente en la facultad de ingeniería industrial. Este

enfoque permitirá una evaluación integral de cómo las prácticas Lean son percibidas y potencialmente aplicadas en el entorno educativo de la carrera de ingeniería industrial. El horizonte de tiempo establecido para el estudio permitirá obtener una visión actualizada y relevante de la situación en el año 2024.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico de una investigación proporciona la base conceptual y contextual que permite establecer la delimitación del tema permitiendo entender y analizar el problema de estudio de manera lógica y fundamentada (Mendoza-Gómez, 2012). En el caso de la presente investigación, el marco teórico plantea el objetivo explorar y comprender los conceptos clave de la metodología Lean y su aplicación en el ámbito educativo, específicamente su adaptación en la educación superior.

2.2. Fundamentos de la Metodología Lean

2.2.1. Origen y evolución del Lean

El origen de la metodología Lean según Krafcik (1988) apareció por primera vez cuando acuñó en su tesis de máster de la Sloan School of Management del MIT. Sin embargo, el término Lean fue conocido por ante el mundo entero en 1990 por Womack y Jones en el libro "The Machine That Changed The World" cuando hablaban del éxito de Toyota con el Sistema de Producción Toyota (TPS) que se desarrolló en los años 50 (James P. Womack et al., 1990; Pascal, 2015). Desde otro contexto, el término "lean" fue empleado por el equipo de investigación que trabajó en la producción internacional de automóviles para reflejar tanto la naturaleza de reducción de residuos del sistema de producción Toyota como para contrastarlo con las formas de producción artesanal y en masa (Womack et al., 2007).

El concepto Lean, es uno de los más extendidos y exitosos (Andersson et al., 2006); promoviendo su teoría más significativa de Lean que es la perspectiva del no valor añadido (Dey et al., 2019; Ohno, 1988; Saini & Singh, 2020). Dicho de diferente forma la filosofía Lean expresa que el problema suele ser alguna forma de despilfarro representando todo aquello que aumenta el coste sin añadir valor a los ojos del cliente (E. Cudney & Elrod, 2010).

Los principios de Lean se refieren directa o indirectamente a la necesidad de aprendizaje en todos los niveles de la organización (Tortorella & Fogliatto, 2014). Por lo tanto, (Kindler et al., 2007) nos mencionan que implantar la filosofía lean es un objetivo continuo y a largo plazo desarrollándose principalmente sobre la base de un sistema de "aprender haciendo" siguiendo un método estructurado y científico (Shook, 2008). De mismo modo, los principios Lean contribuyen a la sostenibilidad económica optimizando recursos y costes en el funcionamiento de las organizaciones, se implica también en la dimensión social mediante la mejora de las condiciones del entorno de trabajo y, por último, la dimensión medioambiental empleando la reducción de la eliminación de residuos y la contaminación (Caiado et al., 2018).

La filosofía Lean, donde las herramientas "duras" se complementan con prácticas "blandas", como el trabajo en equipo, la formación y la autorresponsabilidad (Dabhilkar & Åhlström, 2013; Shah & Ward, 2007); ha desempeñado un papel importante en las empresas en cuanto a la mejora de los procesos y el aumento de la satisfacción de los clientes y el rendimiento de la organización (Salah et al., 2010)

Organizaciones que incluyen fabricación, servicios, sanidad y educación han utilizado Lean para aumentar la capacidad, minimizar y/o eliminar actividades sin valor. Más que eso, Lean añadió valor a los servicios y productos para sus clientes, pacientes y estudiantes (Waterbury, 2015)

Durante la última década apareció una demanda de interés en este campo por parte de académicos y profesionales de alrededor del mundo, y los estudios sobre Lean son diversos y fragmentados no sólo en términos de temas explorados, sino también para las metodologías adoptadas, contextos y vías de aplicación, lo que resulta en un cuerpo heterogéneo de la literatura (Danese et al., 2018).

Posteriormente, los conceptos y prácticas del sistema Lean se expandieron a otros contextos organizacionales, como en el sector de la educación superior, pero obviamente respetando las particularidades de las IES y considerando adaptaciones a las especificidades de estas instituciones (Simonyte et al., 2022; Stephen Yorkstone, 2019).

El concepto de lean no solo es aplicable a empresas japonesas y al sector automotriz, es un concepto universal o enfoque de mejora maravilloso y universal (Bateman et al., 2014), que en esencia se puede definir como una cultura, una forma de pensar, una filosofía práctica (Gupta et al., 2016)

La metodología de aprendizaje Lean ha sido seguido por muchas organizaciones manufactureras y de servicios que se encuentran en proceso de implementación lean, transformando a los empleados en verdaderos pensadores y aprendices activos (Alves et al., 2012)

2.2.2. Principios del Lean

Los cinco principios fundamentales de Lean Management son: identificar el valor desde la perspectiva del cliente, mapear y comprender el flujo de valor, asegurar que el proceso fluya sin interrupciones, adaptar la producción a la demanda del cliente y fomentar la mejora continua (Womack et al., 1990). Por lo tanto, si las organizaciones desean aprovechar el máximo partido a la metodología Lean deben de ir más allá y es el mejor en cada proceso y ni simplemente hacerlo mejor que sus contrincantes (Hartwell & Roth, 2006)

2.2.2.1. Eliminación de desperdicios (Muda)

El término "eliminación de residuos" está estrechamente relacionado con la comprensión de qué son los residuos. Según Ohno (1988), los residuos se definen como todas las actividades que generan costos pero no añaden valor a un producto o al cliente final (usuario de un servicio). En otras palabras, el desperdicio es "cualquier actividad humana que consume recursos pero no crea valor" (Womack & Jones, 2010)

En sus estudios iniciales, Shingo & Dillon (1989) identificó siete tipos clásicos de desperdicio: transporte, movimiento, sobreproducción, inventario, espera, sobreprocesamiento y defectos. Investigaciones más recientes han añadido otros tipos de desperdicio, como la infrautilización de las personas (Douglas et al., 2015), el desperdicio de talento (Kazançoğlu & Özkan Özen, 2019) y la pérdida de conocimientos (Klein et al., 2021).

2.2.2.2. Mejora continua

La mejora continua en un sistema Lean se define como la participación constante de los individuos en la realización de pequeños cambios en sus actividades diarias, que, al acumularse, generan transformaciones incrementales significativas o cambios transformacionales (Aka et al., 2019; Holm & Waterbury, 2010). Lean es un "viaje sin fin" de mejora continua (Tortorella et al., 2015) orientado a alcanzar mejores niveles de calidad y a buscar la perfección y el "desperdicio cero" (Zighan & EL-Qasem, 2020).

La mejora continua es una práctica esencial en cualquier sistema Lean, ya que es a través de ella que se puede fomentar la eliminación de desperdicios en todas las operaciones (J. Liker & Hoseus, 2008). Esta práctica fundamental promueve la identificación y eliminación de residuos (Kazançoğlu & Özkan Özen, 2019).

2.2.2.3. Valor para el Cliente

Un componente esencial de la filosofía Lean es la creación de valor para el cliente, un principio fundamental del concepto Lean (Womack & Jones, 2003). El valor se entiende como lo que el cliente considera digno de pagar, en contraste con el desperdicio (LeMahieu et al., 2017). En el contexto de las instituciones de educación superior (IES), el cliente puede ser el estudiante (principal beneficiario de la enseñanza), la sociedad (que contribuye con impuestos) o el gobierno (que financia, especialmente en el caso de las IES públicas) (Douglas et al., 2015). Las iniciativas Lean en el ámbito educativo deben sincronizar las actividades cotidianas con las necesidades de estos grupos (clientes) (Kakouris et al., 2022).

El cliente percibe valor en un servicio cuando está dispuesto a aceptar los sacrificios necesarios a cambio de beneficios significativos (Priem, 2007). Para que un servicio sea sostenible, es fundamental que el cliente no solo reconozca el valor, sino también los costos asociados a su producción (Lepak & Smith, 2007). Desde una perspectiva Lean, esto significa que una vez definido el valor para el cliente, todas las operaciones y procesos deben estar dirigidos y subordinados a este objetivo (Balzer et al., 2015).

2.2.2.4. Justo a Tiempo (JIT).

La metodología just-in-time (JIT) es un sistema de adaptación de la producción a la demanda que brinda la capacidad de diversificación de productos, aumentando la cantidad de modelos y de sus unidades (Badillo Carrasco & Cetre-Nolivos, 2018). Este enfoque se centra en producir el artículo adecuado en el momento y la cantidad precisos, evitando así la producción excesiva o temprana, considerada como desperdicio (Pascal, 2015).

Implementar JIT en la producción es crucial para reducir el inventario y eliminar la sobreproducción (Achanga, 2007). Los principios fundamentales del JIT incluyen: no producir nada hasta que el cliente lo solicite; nivelar la demanda para asegurar un flujo de trabajo suave en toda la planta; conectar todos los procesos a la demanda del cliente mediante herramientas visuales simples; y maximizar la flexibilidad tanto del personal como de las máquinas.

Para cumplir con los estándares JIT, es esencial utilizar herramientas, técnicas y principios que faciliten el flujo continuo, la producción sincronizada y un sistema de producción "pull". Algunas de las herramientas empleadas en JIT son Kanban, disposición de celdas, cadencia, nivelación de la producción, mapeo del flujo de valor (VSM), flujo de una pieza y SMED, entre (Pascal, 2007; Womack & Jones, 2003).

2.2.2.5. Autonomía (Jidoka)

Jidoka tiene sus orígenes en la palabra japonesa Ji-do-ka que está compuesta de tres caracteres orientales. El primero "Ji" se refiere trabajador mismo quien debe detener la línea de producción si percibe que "algo va mal". "Do" se refiere al movimiento o trabajo, y "ka" es un sufijo que indica acción. Toyota define Jidoka como "automatización con un toque humano", lo que implica una producción inteligente y la rápida toma de contramedidas (Ohno, 1988; Pascal, 2007). Así, la automatización evita que productos de baja calidad avancen en la cadena de producción y previene errores inusuales (Pascal, 2015). El propósito de Jidoka es

evitar fallos en la producción y detectar problemas antes de que ocurran, ayudando a identificar, prevenir y controlar errores (Liker, 2004).

Implementar Jidoka asegura la calidad estándar, previene fallos en máquinas y equipos, y reduce la intervención humana en el proceso de producción. Entre las herramientas utilizadas para aplicar Jidoka se encuentran el sistema de prevención de errores (Poka-Yoke) y el sistema de control de trabajo y alertas en la producción (Andon).

2.3. Desperdicios de la filosofía Lean

Los despilfarros se han resumido en sobreproducción, exceso de inventario, transporte innecesario, defectos, sobreprocesamiento, movimiento y espera (Ohno, 1988). Según J. K. Liker (2004) también incluye que los empleados no utilizados son una parte necesaria de la mejora que se traduce en el desperdicio de talento humano.

2.3.1. Sobreproducción

Las actividades que procesan materiales más rápido, antes de lo necesario, o en cantidades excesivas generan inventarios innecesarios al no alinearse con la demanda del cliente (Tejeda, 2011). Este tipo de desperdicio es problemático porque conduce a más inventarios, transporte y movimientos innecesarios, así como a más esperas y defectos. (Martí Ortega & Torrubiano Galante, 2013; Rajadell Carreras, 2010)

2.3.2. Inventarios

El inventario se refiere al almacenamiento excesivo de mercancías en forma de materias primas, trabajos en curso o productos acabados, lo que aumenta el plazo de entrega y los costes operativos (Prasad et al., 2018). A menudo, el inventario no se reconoce como tal, ya que se considera un activo necesario para el proceso, disponible para ser usado en caso de inconvenientes o demandas inesperadas. Las empresas aceptan el inventario como una necesidad para responder al comportamiento del mercado y a los requerimientos del proceso. Sin embargo, a

pesar de estas justificaciones, el inventario es considerado el peor de los desperdicios (Araújo, 2011); porque oculta fallas y otros desperdicios en la empresa.

2.3.3. Transporte

Este tipo de desperdicio se manifiesta cuando elementos como materias primas, productos en proceso y productos terminados se desplazan sin ser realmente necesarios, por lo que, los productos no experimentan ninguna modificación ni se les añade valor (Ramírez Cortés, 2017). Esto se refiere a la distancia total que recorre el producto sin que ocurra ninguna transformación.

2.3.4. Defectos

Los defectos representan un tipo de desperdicio en la manufactura no solo por los productos defectuosos en sí, sino también por los recursos gastados en su creación y reparación. En el enfoque Lean todas las actividades adicionales necesarias para corregir defectos se consideran un desperdicio este problema es frecuente en la industria con estaciones de trabajo y procesos dedicados a la recuperación de defectos inspección y retrabajo las causas de los defectos pueden ser herramientas y equipos inadecuados estándares operativos insuficientes fallos en las máquinas y errores humanos (Corredor Ivonne, 2015).

2.3.5. Esperas

Las esperas ocurren cuando los operarios o máquinas están inactivos debido a que una tarea previa impide que comiencen sus actividades. Este tiempo ocioso se considera un desperdicio porque representa tiempo perdido en el proceso productivo sin contribuir a la transformación del producto. Aunque no se consideren actividades por sí mismas, las esperas son un desperdicio porque implican cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa del retraso (González Correa, 2007).

2.3.6. Sobreprocesamiento

Los residuos de sobreprocesamiento son la adición de procesos no necesarios para fabricar un producto o la utilización de una máquina más capaz cuando una más sencilla sería suficiente para la tarea en cuestión (Thakur, 2016).

2.3.7. Movimientos

Resultado del movimiento innecesario de los empleados en busca de piezas, herramientas y ayuda en posturas incómodas, lo que provoca estrés y gastos de indemnización relacionados (Bizuneh & Omer, 2024).

2.3.8. Talento Humano

Se define como la creatividad de los empleados desaprovechada. La pérdida de tiempo, ideas, habilidades, mejoras y oportunidades de aprendizaje por no incluir o dar atención a sus trabajadores (Liker, 2004).

2.4. Lean en el Contexto Educativo

2.4.1. Adaptación de Lean en la Educación Superior

En años recientes, la globalización de los mercados y desarrollo de la ciencia y la tecnología han provocado rápidos cambios en absolutamente todos los ámbitos de la vida cotidiana (Mayanja, 2020; Nadeau, 2017; Texeira-Quiros et al., 2022). Este escenario ha obligado a las organizaciones, incluidas las Instituciones de Educación Superior (IES), a adoptar prácticas empresariales más innovadoras y a mejorar sus procesos mediante la implantación de sistemas y métodos de garantía de la calidad para satisfacer las demandas actuales y futuras (He & Ismail, 2023; Iqbal & Asghar, 2020; Matalaka & Zoubi, 2023; Verschueren et al., 2023).

Las IES son organizaciones complejas que comprenden "miles de procesos empresariales" para apoyar y facilitar sus funciones primarias de investigación, educación e innovación (Svensson et al., 2015). Estos procesos podrían ser mucho más eficientes y eficaces si se eliminaran muchas formas de despilfarro (Douglas et al., 2015).

En el ámbito académico, la enseñanza de Lean se ha considerado imperativo, debido al escenario desafiante y competitivo al que se enfrentan actualmente la mayoría de las organizaciones y que, por tanto, exigen a su mano (Murman et al., 2014). Así, la filosofía Lean se ha integrado de forma multidisciplinar en varias universidades como parte de los currículos educativos, con especial énfasis en la formación en gestión empresarial e ingeniería (Alves et al., 2014).

El análisis y la discusión sobre cómo las prácticas Lean pueden mejorar el rendimiento en el sector de las Instituciones de Educación Superior (IES) han sido un tema de investigación relevante (Balzer, 2020a; Mateos-Ronco & Hernández Mezquida, 2018; Mehta et al., 2019). No obstante, existen pocos estudios a nivel mundial sobre la experiencia de Lean en las IES (Thirkell & Ashman, 2014; Waterbury, 2015). Compartir estas diferentes experiencias y promover el desarrollo de Lean en las IES sería muy importante y beneficioso para todos en la sociedad académica (Nadeau, 2017).

Para la educación superior, se desarrolló la idea de "Lean Education" como estrategia para toda la organización. Los objetivos de esta estrategia son: la alineación de toda la institución, sus procesos y su tecnología para crear un entorno de aprendizaje eficaz; y la mejora cíclica continua y la eliminación de Despilfarros (Wiegel, 2019). Los autores Douglas et al. (2015) dan ejemplos de los despilfarros en la enseñanza superior, como el desplazamiento innecesario de personal y estudiantes, la introducción de calificaciones erróneas y los errores de programación. Desde otra perspectiva se clasifica el despilfarro en despilfarro de personas, despilfarro de procesos, despilfarro de información y despilfarro de activos, y proporciona una extensa lista de ejemplos para cada uno de ellos (Balzer, 2020a)

Lean puede aportar un marco filosófico asociado a principios y herramientas aún inusuales para las IES que pueden ser capaces de mejorar su eficacia en la entrega de valor (Balzer, 2020b). Por lo tanto, si se aplican bien el resultado desencadenará en un alto valor efectivo al cliente (Comm & Mathaisel, 2005). A pesar de ello, en

las IES sigue siendo necesario hacer hincapié en que Lean es mucho más un marco de aportación de valor que de reducción de costes (Thomas et al., 2015).

Uno de los percances definidos es que a pesar de ser un concepto bien estudiado en la comercialización de bienes y servicios (Ostrom et al., 2010), aún no se entiende mejor en el contexto de las IES (Hines & Lethbridge, 2008). Una preocupación es la definición de los atributos de valor. Es decir, ¿qué valoran exactamente los estudiantes cuando buscan los servicios de una IES? (Petrusch & Vaccaro, 2019).

El valor para un enfoque Lean en la enseñanza superior, significa cumplir o superar los requisitos y expectativas del cliente de forma eficaz y eficiente (Petrusch & Vaccaro, 2019). Así pues, si una IES desea poner en marcha una iniciativa Lean, debe contar con empleados motivados para alcanzar la visión, las misiones y los objetivos de Lean (Antony, 2014).

Los indicadores actuales sugieren que Lean se encuentra en un período de crecimiento en la educación superior a nivel mundial (Yorkstone, 2016). Sin embargo, Lean aún no se ha convertido en una práctica común en las IES (Hines & Lethbridge, 2008). Lean es adecuado para su aplicación en entornos académicos, ya que este sistema ayuda a estructurar los procesos en las facultades, promueve el trabajo en equipo interdisciplinario y ayuda a mejorar los programas (Emiliani, 2005).

2.5. Desafíos en la Implementación Lean en la Educación Superior

Los potenciales beneficios de la implementación Lean en la educación superior se ven contrastados con los métodos de enseñanzas tradicionales que explican de acuerdo con los libros y en gran magnitud sobre la experiencia de fabricación (Tortorella & Cauchick-Miguel, 2018). Según Conger & Miller (2013) afirman que la aplicación aislada de un método de enseñanza, por ejemplo, el estudio de casos, puede ser una mala elección para enseñar Lean, ya que los estudiantes pueden carecer tanto de la base física como conceptual del conocimiento. Además, hay

otras habilidades fundamentales necesarias para la aplicación real de la Lean que son difíciles de enseñar a partir de un libro

La construcción de una base contextual se ve afectada debido a la pobre exposición en los principios Lean a los estudiantes, lo que crea un desafío adicional para que los alumnos comprendan y apliquen la Lean fuera del aula (Conger & Miller, 2014). Además, la transferencia de los principios y técnicas del Lean del aula al entorno de los problemas reales puede convertirse en una frustración entendible (Conger & Miller, 2013; Mishra et al., 2003).

Varios estudios reportan evidencias de programas y cursos lean que utilizan diferentes metodologías de enseñanza, como conferencias presenciales e invitadas, simulaciones virtuales y de juegos, análisis de casos prácticos, visitas a plantas, entrevistas con expertos, etc. (Wan et al., 2012).

Otra de las dificultades presentes para aceptar los enfoques lean en el contexto de las IES están parcialmente relacionadas con la aceptación del término "cliente" (Doman, 2011). Definir al cliente es problemático (Douglas et al., 2015). Desde una perspectiva, existen implicaciones pedagógicas sobre la relación de dicho término con "estudiante" (Eagle & Brennan, 2007). Como observaron Hess & Benjamin, p. (2015, p. 260), "pocas instituciones identifican abiertamente a sus estudiantes como "clientes".

Desde otra perspectiva, la comprensión de cliente es más compleja en el contexto de las IES porque incluye a otras partes interesadas (Antony, 2014; Eagle & Brennan, 2007) y es necesario considerar instancias diversas y complejas (Sunder M, 2016)

2.5.1. Implementaciones Exitosas de la metodología Lean en las IES

A pesar de que la aplicación de Lean en la enseñanza superior (LHE) aún no ha ganado popularidad masiva, existen muchos casos exitosos. Instituciones como la Universidad Central de Oklahoma, la Universidad Tecnológica de Michigan, la Universidad de Oakland, la Universidad de St. Andrews y la Universidad de Cardiff

se consideran pioneras en la aplicación de principios y prácticas Lean en la enseñanza superior (Balzer et al., 2015).

Entre las implementaciones exitosas (Waterbury, 2015) descubrió seis factores organizativos que influyen en los resultados positivos de Lean en siete instituciones que han aplicado estos principios (cuatro colegios y tres universidades). El 100% de estas instituciones han iniciado la formación de sus empleados, el 71% se caracteriza por la presencia de liderazgo, facilitadores cualificados y selección de proyectos, y el 43% dispone de un campeón Lean y recursos informáticos.

Entre los trabajos que citan el uso de Lean en las IES, destaca el de Bonaccorsi et al. (2011), que presenta el uso del enfoque global Lean basado en el Value Stream Mapping (VSM) para mejorar el rendimiento del Centro de Matriculación y Orientación de una universidad italiana, adaptando el VSM a las necesidades específicas de los servicios (SVSM)

2.5.2. Impacto de Lean en la Productividad Académica

La productividad académica se ve influenciada por diversas variables, entre las cuales destacan la reducción de residuos y la variabilidad (Antony et al., 2012), así como los comportamientos, actitudes y percepciones (Allaoui & Benmoussa, 2020; Thirkell & Ashman, 2014). En este contexto, el enfoque Lean, orientado a la reducción de desperdicios y la mejora de procesos, juega un papel crucial en la mejora del rendimiento académico.

Gómez-Molina & Moyano-Fuentes (2022) han revisado la evidencia empírica sobre la implantación de Lean en el ámbito universitario, destacando una clasificación detallada de la literatura publicada. Esta revisión demuestra un creciente esfuerzo por parte de las IES para implementar prácticas Lean, reconociendo sus beneficios en la mejora de la productividad académica (Gómez-Molina & Moyano-Fuentes, 2022).

Entre las prácticas Lean frecuentemente implementadas en el contexto académico se encuentran el apoyo del liderazgo (Lu et al., 2017), la participación de los empleados (Allaoui & Benmoussa, 2020), el enfoque en el valor para los

estudiantes (Sfakianaki & Kakouris, 2019; Sunder, 2016), la atención a los clientes de procesos internos (Cano et al., 2022), la mejora continua (Sunder & Mahalingam, 2018) y la eliminación de desperdicios (Kazançoğlu & Özkan Özen, 2019; Klein et al., 2021).

Las evidencias obtenidas de estudios de casos indican que la gestión ajustada basada en Lean proporciona no solo una educación de alta calidad, sino que también reduce costes, maximiza el valor y respeta los intereses a largo plazo de los estudiantes, el profesorado y el personal (Thirkell & Ashman, 2014). Aunque los informes sobre la adopción de metodologías de mejora de procesos como Lean y Lean Six-Sigma en las IES todavía se encuentran en etapas iniciales, hay un claro incremento en su adopción (Sunder M, 2016).

2.5.3. Cambio Cultural con Enfoque Lean

Cano et al. (2022) se cuestionan la capacidad de cambiar la cultura de gestión en la enseñanza superior mediante la filosofía Lean. Proponen un marco de gestión Lean centrado en la creación de valor para las partes interesadas, beneficiando a las universidades del Reino Unido y resolviendo inconvenientes relacionados con el gerencialismo. Aunque la atención en la mayoría de los casos se centra predominantemente en procesos transaccionales y administrativos, estos son fáciles de medir y, dado que el gerencialismo implica técnicas de control como medidas de rendimiento y fijación de objetivos (Deem et al., 2007), se convierten en el foco principal de la LM en la educación superior.

2.6. Técnicas e Instrumentos para Medir la Percepción Estudiantil

Las técnicas que seleccionemos tienen directa relación con el problema, los objetivos y el paradigma que sustenta toda la investigación (Abero Laura et al., 2015). Según Niño, los instrumentos se refieren a los materiales o elementos que facilitan la implementación de las técnicas, como en el caso del cuestionario utilizado en la técnica de la encuesta (2011, p. 29)

2.6.1. La encuesta

Según Guevara Alban et al. (2020a), las encuestas se utilizan para recoger percepciones, opiniones o representaciones de los participantes. Estos cuestionarios incluyen preguntas, ya sean abiertas o cerradas, que deben ser formuladas con gran cuidado y precisión para garantizar su claridad y relevancia, asegurando así la recolección efectiva de la información deseada. Además, es crucial considerar la cantidad de preguntas incluidas para evitar la fatiga de los encuestados, lo que podría llevar a respuestas apresuradas o incompletas. Las preguntas de la encuesta también necesitan ser validadas, ya sea por expertos o mediante una prueba piloto, para confirmar que son claras, unívocas y suficientes para alcanzar los objetivos del estudio.

Todo instrumento de recolección de datos debe pasar por distintas pruebas que demuestren su validez, empezando con la fiabilidad total del Instrumento la cual es entendida como la precisión en la medida de una característica o un atributo; siguiendo el ejemplo de la encuesta, posteriormente se analiza la fiabilidad de cada ítem y luego la de los factores (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-Álvarez, 2020). Los autores Griethuijsen et al. (2015) afirmaron que un nivel mayor o igual a 0,70 se consideraba adecuado o satisfactorio

2.7. Análisis de datos

Según Guevara Alban et al. (2020b) para procesar, organizar y analizar la información recopilada no es suficiente con presentar las características del fenómeno obtenidas a través de los métodos de recolección de datos. Es necesario organizar y analizar estos datos utilizando un marco teórico adecuado que sirva de base para la investigación. Esto permite establecer relaciones entre los datos recopilados. Por esta razón, se utilizó un análisis temático para identificar y categorizar los temas comunes que surgieron de las entrevistas y los grupos focales. Además, se busca interpretar cómo estos temas reflejan la relación de la comunidad con su entorno y sus prácticas sostenibles.

2.8. Análisis Multivariante

En el análisis de datos se expresa la existencia de métodos que ofrecen nuevas posibilidades para el tratamiento cuantitativo, imposibles de realizar con los procedimientos tradicionales univariantes y bivariantes (Closas et al., 2013); dichos métodos, que consisten en diversas técnicas de analíticas pertenecientes a la rama de la Estadística denominada análisis multivariante, son extremadamente útiles para realizar estudios de dependencia e interdependencia entre variables.

Algunos autores prefieren apreciarlo como subyacente del análisis bivalente. Desde esta situación, el análisis multivariante se considera el caso general, mientras que las técnicas univariantes y bivariantes son casos específicos dentro de las técnicas multivariantes (Barbara G. Tabachnick & Linda S. Fidell, 1996). Según Figueras (2015), define este conjunto de métodos estadísticos como aquellos destinados a analizar simultáneamente grupos de datos multivariantes, reconociendo que cada individuo u objeto de estudio tiene múltiples variables medidas.

2.8.1. Análisis Factorial

Es un método estadístico que se emplea para explorar las relaciones entre variables latentes o no observables en contraste con las observadas. El análisis factorial identifica varianza existente y común en respuesta a variables latentes mediante un número posiblemente menor de variables no observadas, conocidas como "factores" (Williams & Child, 1974).

2.8.2. Análisis Factorial Exploratorio

El análisis factorial exploratorio (AFE) es una técnica estadística que se emplea para simplificar conjuntos de datos complejos mediante el examen de patrones de correlaciones (o covarianzas) entre variables observadas (Kline, 2014). Es particularmente útil para investigar conceptos difíciles de medir directamente, como la salud mental y la calidad de vida. Este método incluye la idea de un factor latente que influye en las variables observadas (Basto & Pereira, 2012).

El AFE busca representar la información de las variables originales en un número menor de factores derivados (Gorsuch, 2014). El objetivo principal es extraer la máxima varianza común de las variables para agruparlas en factores comunes y entender cómo cada variable contribuye a cada factor. La proporción de varianza que un conjunto de factores comunes puede explicar en las variables observadas se conoce como comunalidad. La comunalidad ayuda a decidir si se debe retener un factor específico. Además, existe una varianza única de cada variable que no es explicada por los factores, conocida como unicidad.

Los resultados del AFE proporcionan una serie de factores cuyo significado debe deducirse de las variables que se cargan en los factores respectivos (Gorsuch, 2014). Tanto el AFE como el análisis de componentes principales (ACP) son técnicas comúnmente utilizadas para expresar datos multivariantes en menos dimensiones. Estas técnicas resumen un conjunto de variables originales en un número más pequeño de factores o componentes, maximizando la información y variación de los datos originales (Meyers et al., 2006).

2.8.3. Análisis Factorial Confirmatorio

El análisis factorial confirmatorio (AFC) se utiliza generalmente para verificar la validez de una estructura factorial hipotetizada previamente en una escala, empleando múltiples índices de bondad de ajuste (Brown, 2006; Byrne, 2013; Quintana & Maxwell, 1999). El AFC es una variante de la modelización de ecuaciones estructurales (SEM) y ha ganado considerable atención en los últimos años (Ullman, 2006). Es una de las herramientas más poderosas y flexibles para reducir la dimensionalidad, describir la variabilidad y modelar las estructuras de dependencia en el análisis multivariante. A diferencia del análisis factorial exploratorio (AFE), el AFC proporciona un marco más preciso para confirmar una estructura de modelo preexistente (Dupuis Lozeron & Victoria-Feser, 2010).

Esta técnica se ha aplicado ampliamente en diversas áreas, como la psicología (Pilati & Laros, 2007), la econometría (Geweke & Singleton, 1981), las pruebas de educación (Kember & Leung, 1998) y otras disciplinas. El AFC se realiza en el modelo de medición y puede llevarse a cabo de dos formas: mediante un análisis

factorial confirmatorio individual o conjunto, dependiendo del número de ítems de los constructos. Por ejemplo, si un constructo tiene más de cuatro ítems, se debe utilizar el análisis factorial individual y ejecutar el modelo de medición por separado. Por otro lado, el AFC conjunto, que ejecuta todos los modelos de medición al mismo tiempo, es adecuado si los factores tienen menos de cuatro ítems en cada constructo (Jöreskog, 1978).

2.8.4. Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes principales (ACP) desarrollado por Hotelling (1933), es un método estadístico multivariante que combina la información de varias variables observadas en los mismos sujetos en un número menor de variables denominadas componentes principales (CP); la "información" se mide por la varianza total de las variables originales y los CP recogen de forma óptima la mayor parte de esa varianza, además los CP tienen propiedades geométricas que permiten una interpretación intuitiva y estructurada de las principales características inherentes a un conjunto de datos multivariante complejo.

El objetivo del Análisis de Componentes Principales es reducir el número de variables representando la matriz de datos en una dimensionalidad inferior a la original (Greenacre et al., 2022). La técnica parte de la estandarización de las variables a varianza unitaria para eliminar cualquier influencia indebida en el Análisis de Componentes Principales y centradas en la media para maximizar la varianza (Jolliffe, 2011).

Por consiguiente, la aproximación de la matriz centrada escalada de rango r se representa mediante de la proyección ortogonal de rango inferior por la vía de q vectores lineales e independientes. Estos vectores constituyen las columnas de una matriz denominada T , tal que $T'T = 1$

El propósito es encontrar una matriz T simétrica y positivamente establecida que reduzca el error cuadrático medio de las predicciones $\|X_c - X'_c\|$:

Ecuación 1

Ecuación de reconstrucción aproximada en ACP

$$X_c \cong X_c T T' = Z T'$$

Los componentes principales están contenidos dentro de Z , por lo tanto, si T es igual a la ecuación anterior, sus columnas van a coincidir con los vectores propios relacionados a los q superiores valores propios de la matriz de varianza-covarianza.

Además, si se considera la descomposición de los valores singulares (DVS) de la ecuación mencionada, se identifica que:

Ecuación 2

Análisis de Componente Principales

$$X_c \cong (UDV') V V' = U D V' = U D V'$$

U contiene las magnitudes o vectores singulares izquierdos de X_c , D es una matriz diagonal que contiene valores singulares, y V contiene los vectores singulares derechos de X_c .

2.8.5. Algoritmo K-means

Es un algoritmo diseñado para obtener una partición directa de un conjunto de individuos basándose en variables cuantitativas, por lo que es necesario determinar el número de clases y los puntos iniciales para cada una. Según Lebart et al. (1995), se utiliza para crear una partición que minimice la inercia intraclase, ajustándose de manera local según los puntos iniciales. El proceso emplea la distancia euclidiana canónica entre los individuos y los centros móviles para la agrupación. En cada iteración, los centros móviles se actualizan calculando los centros de gravedad de la partición resultante de la iteración previa (Pardo & Del Campo Neira, 2007).

Por tanto, para una clase k , compuesta por el conjunto de individuos I_k con pesos p_i y coordenadas en el s denotadas como $F_s(i)$, el término general de la coordenada de su centro de gravedad en un eje factorial s se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 3

Algoritmo K-means

$$g_s(k) = \sum_{i \in I_k} p_i F_s(i)$$

Siendo su inercia intra en el subespacio de los S primeros componentes factoriales:

$$InerciaIntra(k) = \sum_{i \in I_k} (F_s(i) - g_s(k))^2$$

2.9. Gap de Investigación

2.9.1. Identificación de la Brecha en la Literatura

A pesar del creciente interés en la aplicación de Lean en la educación, existe una notable brecha en la literatura respecto a su integración efectiva. La mayoría de los estudios se centran en la implementación de Lean en la manufactura y los servicios, dejando un vacío en la comprensión de cómo estos principios pueden adaptarse y aplicarse en el contexto educativo, especialmente en la educación superior en ingeniería industrial (Sfakianaki & Kakouris, 2019).

La complejidad en la implementación de Lean en las instituciones de educación superior (IES) está relacionada con las funciones que desempeña cada parte interesada y los servicios que se esperan y se prestan. Esto genera dificultades para comprender qué valor desean recibir los diferentes clientes de los servicios de educación superior (Jongbloed et al., 2008). Todavía existe una "zona gris" en la categorización de los clientes, lo que lleva a muchos fracasos en las mejoras cuando los clientes no están claramente definidos y sus demandas no se entienden correctamente (Sunder M, 2016).

La literatura sobre Lean en la enseñanza superior aborda el valor como un concepto central, pero pocas publicaciones detallan qué valora exactamente el cliente en términos de atributos de valor (Petrusch & Vaccaro, 2019). Por ejemplo, Hess & Benjamin (2015) mencionan la puntualidad en la obtención del título como un valor

para el estudiante, mientras que Hines & Lethbridge (2008) señalan la puntualidad, la capacidad de respuesta y la franqueza como valores clave para los clientes.

Además, la literatura sobre la aplicación de herramientas Lean en la educación superior es limitada Cano et al. (2022). La transferencia de Lean a contextos alejados de la fabricación, como el sector público, enfrenta numerosos retos, incluyendo el enfoque en herramientas Lean sin una comprensión profunda de sus principios clave y el impacto de la cultura del sector público (Asnan et al., 2015).

Existe una creciente conciencia sobre el estudiante como cliente, a quien se debe atraer, ofrecer una buena relación calidad-precio y escuchar para mantener la reputación de la universidad (Taylor, 2012). No obstante, persisten evidencias de que algunas suposiciones sobre los requisitos de los estudiantes en las mejoras Lean se adoptan sin consultarlos directamente (Radnor & Bucci, 2011).

La eficacia de Lean en los servicios de educación superior sigue siendo un área de investigación activa. Según (Carlborg et al., 2013), la falta de comprensión de quién es el beneficiario y cuál es el valor que debe entregarse puede llevar a aumentar la eficiencia del servicio sin mejorar la satisfacción del cliente. Dependiendo del tipo de servicio, los principios Lean como el flujo y la estandarización pueden, en algunos casos, disminuir la satisfacción del cliente. Estos autores argumentan que la diversidad de la demanda y los servicios de bajo contacto son los que más se benefician de los enfoques Lean.

2.10. Contribuciones Esperadas del Estudio

La presente investigación busca llenar esta brecha al proporcionar un marco teórico y empírico que evalúe el impacto de Lean en ámbito académica de los estudiantes de ingeniería industrial. Al hacerlo, se espera contribuir significativamente al cuerpo de conocimiento existente y ofrecer perspectivas novedosas sobre la aplicación de principios Lean en entornos educativos. La investigación no solo abordará las brechas existentes, sino que también proporcionará un marco práctico que las instituciones de educación superior puedan utilizar para mejorar sus métodos de enseñanza y aprendizaje.

En este estudio, analizamos principalmente el valor que los estudiantes perciben, ya que proporcionarles valor ha sido un componente clave en la gestión Lean en las instituciones de educación superior (Balzer, 2020a; LeMahieu et al., 2017). Así como, Petrusch & Vaccaro (2019) que identificaron en su investigación que variables como la confiabilidad, la empatía, el acceso a los servicios, la rendición de cuentas, la comunicación, la personalización y la autonomía en los procesos tecnológicos son atributos que, desde la perspectiva de los estudiantes, añaden valor a los servicios de una IES. Por lo tanto, el valor del estudiante puede ser un impulsor significativo de las actividades de mejora continua, orientando las acciones del personal hacia la generación de valor (Kruja et al., 2021) y, en consecuencia, hacia la eliminación de desperdicios (Klein et al., 2023).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGIA

3.1. Diseño de investigación

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo no experimental que implica la no manipulación de las variables por parte del investigador, sino que se centra en la búsqueda de vínculos o asociaciones existentes (Reio, 2016). Kerlinger (1986) señaló que la investigación no experimental, estableció los cimientos para lograr una comprensión más rudimentaria de los vínculos entre variables que no son susceptibles de experimentación. En consonancia, Malhotra (2001, p. 155) la describe como una metodología de investigación no planificada que genera conceptos y entendimientos del ámbito del problema.

Al adoptar métodos cuantitativos de recolección y análisis de datos se pretende identificar patrones, tendencias o correlaciones que proporcionen los estudiantes universitarios. El diseño del fue de tipo transversal, debido a que la utilización del cuestionario sucedió en un único momento y para garantizar una comprensión empática y rigurosa de este fenómeno complejo y multifacético, el planteamiento de la metodología detalla los procedimientos realizados.

3.2. Participantes

Para garantizar una representatividad adecuada y rigurosa, se seleccionó una muestra de 221 estudiantes universitarios de la carrera de ingeniería industrial en una institución de educación superior. Los estudiantes participaron de manera voluntaria y anónima en una encuesta realizada a través de la plataforma de formularios de Google. Se utilizó un muestreo probabilístico, definido como un proceso en el que se selecciona un subconjunto de la población que reproduce las características del grupo más amplio de la manera más exacta posible (Palella Stracuzzi & Martins Pestana, 2008). La cantidad de la muestra se establece como $n = 221$, como se indica en la **Ecuación 4**.

Para determinar el número de participantes se basó en la caracterización de una población infinita; tratar una población como infinita es útil cuando no es factible o práctico examinar cada elemento individualmente, por lo que en lugar de analizar toda la población, se selecciona una muestra representativa para hacer inferencias sobre las características de la población en su totalidad y se expresa a continuación:

Ecuación 4

Población Infinita

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - q)}{e^2}$$
$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}{0.066^2}$$
$$n = 220$$

La muestra obtenida se encuentra constituida por el 50,6% de mujeres (n = 112) y el 49,4% de hombres (n = 109). Se estableció un único criterio de inclusión que fue el de pertenecer a semestres superiores de la carrera, siendo así las respuestas de estudiantes del sexto hasta el último nivel.

3.3. Instrumentos

El instrumento que se empleó para a la recolección de datos fue un cuestionario, el cual según Hair et al. (2014) es aplicado cuando la recogida de datos afecta a una población numerosa y requiere una muestra de individuos. Del mismo modo, Malhotra et al., (2017), nos mencionan que los cuestionarios son instrumentos ideales cuando se desea adquirir un gran conjunto de información de una población y, para ello, deben contener preguntas fáciles de responder.

El cuestionario se planteó con el objetivo de medir la percepción de la metodología Lean entre los estudiantes que ya han recibido enseñanzas en diferentes asignaturas. De esta manera, a través de sus criterios, evaluamos cómo gestionan sus actividades diarias en la universidad aplicando la filosofía japonesa. El cuestionario está conformado por 24 ítems que constan de un enunciado y una

escala tipo Likert de cinco puntos, que valora respuestas que van desde “Totalmente en desacuerdo” (1) hasta “Totalmente de acuerdo” (5).

Las preguntas se agrupan en 8 dimensiones que miden el nivel de percepción de la metodología Lean en los estudiantes durante sus actividades diarias en la universidad y fue gracias a Douglas et al. (2015), Kang & Manyonge (2014), Kazançoğlu & Özkan Özen (2019), y Klein et al. (2021) que construyeron en sus trabajos marcos específicos sobre los residuos en el contexto de la IES se logró establecer un cuestionario con base en la metodología Lean que pudo ser aplicado en una IES, como se observa en el **Anexo**.

3.4. Validez de cuestionario

El cuestionario para medir la percepción Lean se sometió a una validación por tres expertos en el campo de conocimiento, por lo tanto, para abordar la claridad del lenguaje, la pertinencia práctica y la relevancia teórica de cada una de las preguntas, se realizó la validación mediante el coeficiente de V de Aiken (Aiken, 1985). En donde se obtuvieron resultados de la valoración cuantitativa de los jueces expertos mediante el cálculo V Aiken.

El coeficiente de validez del contenido se determina a partir de la evaluación de un panel de n expertos sobre un ítem de la pregunta en relación con el grado en que el ítem de la pregunta representa el contenido que se mide (Aiken, 1985). La siguiente es la fórmula que sugirió Aiken (Azwar, 2019).

Ecuación 5

V de Aiken

$$V = \frac{\sum S}{n(c - 1)}; S = r - L_o$$

Donde L_o es igual al número de valoración de validez más bajo (por ejemplo, 1), C es igual al número de valoración de validez más alto (por ejemplo, 5) y r es igual al número dado por el evaluador. Se presentan los resultados del análisis de validez de Aiken (V-Aiken) para establecer la claridad y pertinencia de cada ítem. En donde

los resultados demuestran que vale la pena probar todos los ítems del instrumento de medición porque el V-Aiken para cada ítem es superior a 0,5 (Huda et al., 2024).

3.5. Análisis Estadístico

Se exploraron las características del cuestionario, incluidas las medias y las desviaciones estándar de los ítems, la asimetría y la curtosis. Del mismo modo, se realizó un análisis descriptivo utilizando frecuencias (n) y porcentajes (%), para las variables categóricas. Se evaluó la consistencia interna de los instrumentos y de sus ítems medidos a través del alfa de Cronbach y se aplicó la fiabilidad con un criterio mínimo aceptable $>0,5$ (Cronbach, 1951).

Por consiguiente, reconocemos la eficacia del cuestionario para identificar factores adecuados para un análisis factorial exploratorio y confirmatorio expresando su modelo estructural. La idoneidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que confirmó la presencia de variabilidad (Shrestha, 2021). También se analizó la relación entre las variables y se llevó a cabo la prueba de esfericidad de Bartlett para verificar la hipótesis nula de que la matriz de correlación es una matriz de identidad. Se encontró que el valor de significancia debe ser inferior a 0,05 para que el análisis factorial se considere adecuado (Truong et al., 2016).

Para evaluar un ajuste aceptable del modelo, se consideraron apropiados los siguientes indicadores: Un índice de ajuste comparativo (CFI) mayor o igual a 0,90 propuesto por Hu & Bentler (1999); un índice Tucker-Lewis (TLI) superior a 0,95 según Hu & Bentler (1998); un índice de bondad de ajuste (GFI) superior a 0,95 recomendado por Miles & Shevlin (1998); y un índice de aproximación del error cuadrático medio (RMSEA) entre 0,05 y 0,08, como lo indican (Fabrigar et al., 1999).

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Análisis Descriptivo

La media de cada ítem indica el valor promedio de las respuestas, proporcionando una idea general de la tendencia central. Las medias varían entre 2.249 (P4) y 3.072 (P13), lo que resalta en que las respuestas están generalmente alrededor del punto medio de la escala Likert utilizada. El error típico de la media oscila entre 0.068 (P5) y 0.085 (P1, P11), indicando la precisión de las estimaciones de la media. Un error típico bajo nos dice una mayor precisión en la estimación de la media.

Tabla 1

Estadísticos Descriptivos

	Media	Error Típico de la Media	Desviación Típica	Varianza	Asimetría	Curtosis
P1	2.425	0.085	1.258	1.582	0.537	-0.819
P2	2.638	0.077	1.138	1.296	0.299	-0.612
P3	2.484	0.074	1.098	1.205	0.446	-0.513
P4	2.249	0.073	1.086	1.179	0.846	0.270
P5	2.543	0.068	1.015	1.031	0.276	-0.201
P6	2.394	0.076	1.134	1.285	0.691	-0.216
P7	3.041	0.077	1.141	1.303	-0.265	-0.834
P8	2.932	0.082	1.217	1.482	-0.068	-1.027
P9	2.588	0.077	1.147	1.316	0.164	-0.918
P10	2.697	0.075	1.121	1.258	0.113	-0.795
P11	3.023	0.083	1.234	1.522	-0.190	-1.048
P12	2.896	0.082	1.222	1.494	0.020	-0.979
P13	3.072	0.079	1.181	1.395	-0.108	-0.857
P14	2.986	0.076	1.126	1.268	-0.050	-0.909
P15	2.914	0.074	1.094	1.197	0.130	-0.688
P16	2.891	0.077	1.139	1.297	0.085	-0.700
P17	2.543	0.075	1.122	1.258	0.369	-0.581
P18	2.548	0.079	1.177	1.385	0.181	-0.942
P19	2.914	0.078	1.155	1.333	-0.027	-0.764
P20	3.050	0.076	1.133	1.284	-0.269	-0.673
P21	2.724	0.075	1.108	1.228	0.160	-0.741

	Media	Error Típico de la Media	Desviación Típica	Varianza	Asimetría	Curtosis
P22	2.588	0.082	1.224	1.498	0.394	-0.824
P23	2.448	0.072	1.067	1.139	0.363	-0.566
P24	2.457	0.077	1.146	1.313	0.500	-0.505

La desviación estándar indica cuánto se desvían las respuestas de la media. Valores más altos indican una mayor variabilidad en las respuestas de los encuestados. La desviación típica varía entre 1.015 (P5) y 1.258 (P1), lo que indica que las respuestas para P1 son las más dispersas, mientras que las de P5 son las más concentradas. La varianza, siendo el cuadrado de la desviación típica, proporciona una medida de dispersión similar, con valores que van de 1.031 (P5) a 1.582 (P1).

La **asimetría** mide la simetría de la distribución de respuestas. Los valores positivos expresan una distribución sesgada con una cola más prolongada hacia la derecha, mientras que los valores negativos señalan una cola más larga hacia la izquierda. En este estudio, la mayoría de los ítems presentan una asimetría cercana a cero, lo que sugiere que las respuestas están relativamente bien distribuidas a ambos lados de la media. Sin embargo, P4 muestra una asimetría notablemente positiva (0.846), lo que indica una acumulación de respuestas hacia los valores más bajos.

La **curtosis** evalúa la forma de la distribución de las respuestas, específicamente la altura y amplitud de la curva. Una curtosis negativa indica una distribución más plana (platocúrtica) comparada con una normal, mientras que una curtosis positiva indica una distribución más alta y estrecha (leptocúrtica). En este conjunto de datos, todas las variables tienen valores de curtosis negativos, oscilando entre -1.048 (P11) y -0.201 (P5), sugiriendo que las distribuciones de las respuestas tienden a ser más planas que una distribución normal.

Tabla 2

Clasificación de percepción Lean

Genero	Clasificación			Total
	Negativas	Neutral	Positivas	
Femenino	29	66	17	112
Masculino	23	51	35	109
Total	52	117	52	221

Las participantes femeninas tendieron más hacia respuestas neutrales (66), seguidas por negativas (29) y, en menor medida, positivas (17). Esto sugiere que, dentro del grupo femenino, una mayoría tiene una percepción neutral sobre los temas en cuestión, con un número significativo de respuestas negativas y un menor número de respuestas positivas.

En el grupo masculino, las respuestas se distribuyeron de manera más equilibrada en comparación con el grupo femenino. Aunque la categoría neutral sigue siendo la más grande (51), la diferencia con las respuestas positivas (35) es menor. Las respuestas negativas fueron las menos frecuentes (23) entre los hombres, lo que podría indicar una tendencia ligeramente más positiva o menos negativa en sus percepciones en comparación con el grupo femenino.

4.2. Fiabilidad del Instrumento

Se calculó el alfa de Cronbach para medir la fiabilidad de los factores, el cual según Delgado Marroquín (2013) menciona que los resultados deben encontrarse entre 0,7 y 0,9 por lo que valores más bajos indicarían que la escala pudiera estar midiendo diferentes fenómenos. En el presente estudio, se observó un valor general de 0,957 como indicativos de una alta fiabilidad.

Tabla 3

Fiabilidad mediante el coeficiente del alfa de Cronbach

	Coeficiente α
Factor 1	0.725
Factor 2	0.821
Factor 3	0.757
Factor 4	0.814

	Coefficiente α
Factor 5	0.748
Factor 6	0.821
Factor 7	0.846
Factor 8	0.869
Total	0.947

4.3. Análisis Factorial Exploratorio

Al realizar el Análisis Factorial Exploratorio (AFE) determinamos la estructuración de las variables observables en factores o variables latentes. Por tanto, la idoneidad de utilizar el análisis factorial en el conjunto de datos es presentando un valor de 0.937 (KMO) y por consiguiente identificamos el grado de correlación entre las variables o la prueba de esfericidad de Bartlett la cual nos indica que el valor de significancia es inferior a 0,05 siendo el análisis factorial adecuado para su aplicación. Como se observa en la **Tabla 4**

Tabla 4
KMO y prueba de Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación del muestreo.		0.937
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	182.896
	df	112
	p	p < 0.001

4.3.1. Consistencia Interna

Las cargas factoriales de los ítems dentro de cada factor identificado fueron generalmente altas, indicando una buena consistencia interna y que los ítems miden de manera efectiva los constructos teóricos correspondientes. En este estudio, el factor de carga mínimo fue de 0.4 como se muestra en la **Tabla 5**. Como resultado, cada ítem se ajusta a los criterios del análisis factorial.

Tabla 5

Carga de los Factores

	Fact 1	Fact 2	Fact 3	Fact 4	Fact 5	Fact 6	Fact 7	Fact 8	Unicidad
P1								0.487	0.579
P2								0.603	0.399
P3								0.802	0.314
P4				0.916					0.275
P5				0.700					0.345
P6				0.717					0.362
P7							0.891		0.232
P8							0.675		0.395
P9							0.486		0.429
P10			0.892						0.253
P11			0.662						0.325
P12			0.570						0.340
P13						0.406			0.557
P14						0.625			0.481
P15						0.807			0.201
P16	0.624								0.417
P17	0.635								0.248
P18	0.769								0.258
P19					0.829				0.122
P20					0.641				0.341
P21					0.414				0.359
P22		0.818							0.147
P23		0.815							0.219
P24	0.477	0.532							0.227

Nota. El método de rotación aplicado es promax.

El análisis factorial exploratorio confirmó las 8 dimensiones que miden la percepción Lean en estudiantes de ingeniería industrial y estas se hacen presente como: Sobreproducción (3 ítems), Inventarios (3 ítems), Transporte (3 ítems), Defectos (3 ítems), Esperas (3 ítems), Sobreprocesamiento (3 ítems), Movimientos (3 ítems), y Talento Humano (3 ítems).

Se empleó el método de rotación promax que se utiliza para cuando se tiene un conjunto grande de datos (F-Jardon & Martos, 2011). Los resultados de la rotación en los datos establecieron la solución con una varianza de proporción constante explicada en un total del 67% como se presenta en la **Tabla 6**.

Tabla 6

Características de los Factores

	Autovalores	Solución no rotada			Solución rotada		
		Sumas de cargas al cuadrado	Proporción var.	Acumulativo	Sumas de cargas al cuadrado	Proporción var.	Acumulativo
Fact 1	11.001	10.690	0.445	0.445	2.664	0.111	0.111
Fact 2	1.477	1.175	0.049	0.494	2.286	0.095	0.206
Fact 3	1.318	1.000	0.042	0.536	2.141	0.089	0.295
Fact 4	1.086	0.778	0.032	0.568	1.975	0.082	0.378
Fact 5	0.908	0.597	0.025	0.593	1.957	0.082	0.459
Fact 6	0.852	0.560	0.023	0.617	1.736	0.072	0.532
Fact 7	0.750	0.392	0.016	0.633	1.721	0.072	0.603
Fact 8	0.680	0.350	0.015	0.648	1.694	0.071	0.674

En la **solución no rotada**, el primer factor presentó un autovalor de 11.001, explicando el 44.5% de la varianza total, lo que indica una dominancia significativa de un constructo principal. Los factores subsecuentes (Factores 2 a 8) tuvieron autovalores menores, con el segundo factor explicando un 4.9% de la varianza y los demás factores menos del 4%, lo que sugiere una disminución progresiva en la cantidad de varianza explicada por cada factor.

Tras aplicar la **rotación Promax**, los resultados mostraron una redistribución más equitativa de la varianza entre los factores, facilitando una mejor interpretación de las dimensiones subyacentes. En la **solución rotada**, el primer factor explicó el 11.1% de la varianza, mientras que el segundo y tercer factores explicaron el 9.5% y 8.9% de la varianza, respectivamente. Los factores 4 a 8 también contribuyeron cada uno explicando entre el 7.1% y el 8.2% de la varianza. La varianza acumulativa explicada por los ocho factores alcanzó el 67.4%, lo que sugiere que una proporción considerable de la variabilidad en los datos se capturó con estos factores.

Estos resultados validan la estructura teórica inicial de las dimensiones de percepción Lean en estudiantes de ingeniería industrial, no obstante, se procedió a complementar el análisis con la siguiente técnica estadística.

4.3.2. Análisis Factorial Confirmatorio

El análisis factorial confirmatorio (AFC) proporciona una matriz de cargas factoriales, que muestra las relaciones entre los indicadores (ítems o preguntas) y los factores latentes. A continuación, se explican los elementos clave de la matriz de cargas factoriales presentada que se visualiza en la **Tabla 7**.

Tabla 7

Cargas de los factores AFC

Factor	Indicador	Estimar	Error Típico	valor Z	p	95% Intervalo de Confianza	
						Inferior	Superior
Factor 1	P1	0.736	0.083	8.899	< .001	0.574	0.898
	P2	0.865	0.070	12.356	< .001	0.728	1.002
	P3	0.793	0.069	11.544	< .001	0.658	0.927
Factor 2	P4	0.829	0.066	12.482	< .001	0.699	0.959
	P5	0.835	0.061	13.804	< .001	0.717	0.954
	P6	0.844	0.070	11.994	< .001	0.706	0.982
Factor 3	P7	0.843	0.074	11.381	< .001	0.698	0.988
	P8	0.813	0.081	10.059	< .001	0.655	0.972
	P9	0.841	0.074	11.369	< .001	0.696	0.986
Factor 4	P10	0.838	0.068	12.288	< .001	0.705	0.972
	P11	0.980	0.073	13.413	< .001	0.837	1.124
	P12	0.936	0.073	12.759	< .001	0.792	1.080
Factor 5	P13	0.743	0.077	9.703	< .001	0.593	0.894
	P14	0.757	0.072	10.570	< .001	0.617	0.898
	P15	0.920	0.065	14.061	< .001	0.792	1.048
Factor 6	P17	0.959	0.063	15.242	< .001	0.835	1.082
	P18	0.936	0.068	13.708	< .001	0.802	1.070
	P16	0.784	0.070	11.207	< .001	0.647	0.921
Factor 7	P20	0.877	0.067	13.145	< .001	0.746	1.008
	P21	0.873	0.065	13.504	< .001	0.747	1.000
	P19	0.980	0.065	15.004	< .001	0.852	1.108
Factor 8	P24	0.920	0.066	13.837	< .001	0.790	1.050
	P22	1.038	0.069	15.076	< .001	0.903	1.173
	P23	0.907	0.060	15.127	< .001	0.789	1.024

Las cargas factoriales indican la fuerza y la dirección de la relación entre cada indicador y su factor correspondiente. Valores más altos sugieren que el indicador es un buen representante del factor. Por ejemplo:

- **Factor 1:** P1 (0.736), P2 (0.865), P3 (0.793)
- **Factor 2:** P4 (0.829), P5 (0.835), P6 (0.844)

Y así sucesivamente para los demás factores. Lo que expone la estructura teórica propuesta y confirma que los ítems (indicadores) se agrupan de manera coherente en sus respectivos constructos latentes. La alta significancia estadística ($p < .001$) de todas las cargas factoriales refuerza la validez de la estructura factorial propuesta proporcionando una base sólida para interpretar los constructos medidos y su relación con las variables observadas, ofreciendo una comprensión más profunda de las percepciones y actitudes evaluadas.

4.3.3. Medidas de ajuste adicionales

Las medidas de ajuste adicionales brindan una evaluación integral de la calidad del modelo propuesto en el análisis factorial confirmatorio. Estas medidas ayudan a determinar qué tan bien se ajusta el modelo a los datos observados y si es necesario realizar ajustes o mejoras. Se presenta en las siguientes **Tablas 8 y 9** una explicación de los índices y medidas reportados:

Tabla 8

Índices de ajuste

Índice	Valor
Índice de Ajuste Comparativo (CFI)	0.942
Índice de Tucker-Lewis (TLI)	0.929
Índice de ajuste no normalizado de Bentler-Bonett (NNFI)	0.929
Índice de ajuste normalizado de Bentler-Bonett (NFI)	0.879
Índice de ajuste normalizado de parsimonia (PNFI)	0.713
Índice de ajuste relativo de Bollen (RFI)	0.851

Entre los indicadores analizados, el Índice de Ajuste Comparativo (CFI) alcanzó un valor de 0.942, lo que establece un excelente ajuste del modelo en comparación con un modelo nulo que asume que todas las variables son no correlacionadas. De

manera similar, el Índice de Tucker-Lewis (TLI) y el Índice de Ajuste no Normalizado de Bentler-Bonett (NNFI), ambos con un valor de 0.929, sugieren un ajuste adecuado del modelo y penalizan su complejidad, indicando que el modelo no está sobreajustado. Por otro lado, el Índice de Ajuste Normalizado de Bentler-Bonett (NFI) presentó un valor de 0.879, ligeramente inferior al umbral ideal de 0.90, sigue indicando un ajuste razonable, aunque con margen para mejorar.

El Índice de Ajuste Normalizado de Parsimonia (PNFI) fue de 0.713, lo que sugiere que el modelo es parsimonioso, pero podría beneficiarse de ajustes adicionales para optimizar su simplicidad y efectividad. El Índice de Ajuste Relativo de Bollen (RFI), con un valor de 0.851, también indica un buen ajuste relativo al modelo nulo. Por otro lado, el Índice de Ajuste Incremental de Bollen (IFI) y el Índice de No Centralidad Relativa (RNI) presentaron valores de 0.943 y 0.942, respectivamente, ambos sugiriendo un ajuste excelente del modelo propuesto.

Otras medidas de ajuste incluyeron el Error Cuadrático Medio de Aproximación (RMSEA), con un valor de 0.059, que está justo dentro del umbral de 0.06, indicando un ajuste razonablemente bueno del modelo a los datos. La Raíz del Error Cuadrado Medio Estandarizado (SRMR) fue de 0.045, lo que sugiere un excelente ajuste, ya que un valor por debajo de 0.08 es generalmente considerado adecuado. El N crítico de Hoelter, que indica el tamaño de muestra necesario para que el modelo sea considerado adecuado, fue de 145.714 para un $\alpha = .05$ y de 154.759 para un $\alpha = .01$. Estos valores son aceptables, aunque ideales serían superiores a 200.

Tabla 9

Medidas de ajuste adicionales

Métrica	Valor
Error cuadrático medio de aproximación (RMSEA)	0.059
RMSEA 90 % IC límite inferior	0.049
RMSEA 90 % IC límite superior	0.069
Valor p de RMSEA	0.059
Raíz del error cuadrado medio estandarizado (RECMS, SRMR)	0.045
N crítico de Hoelter ($\alpha = .05$)	145.714

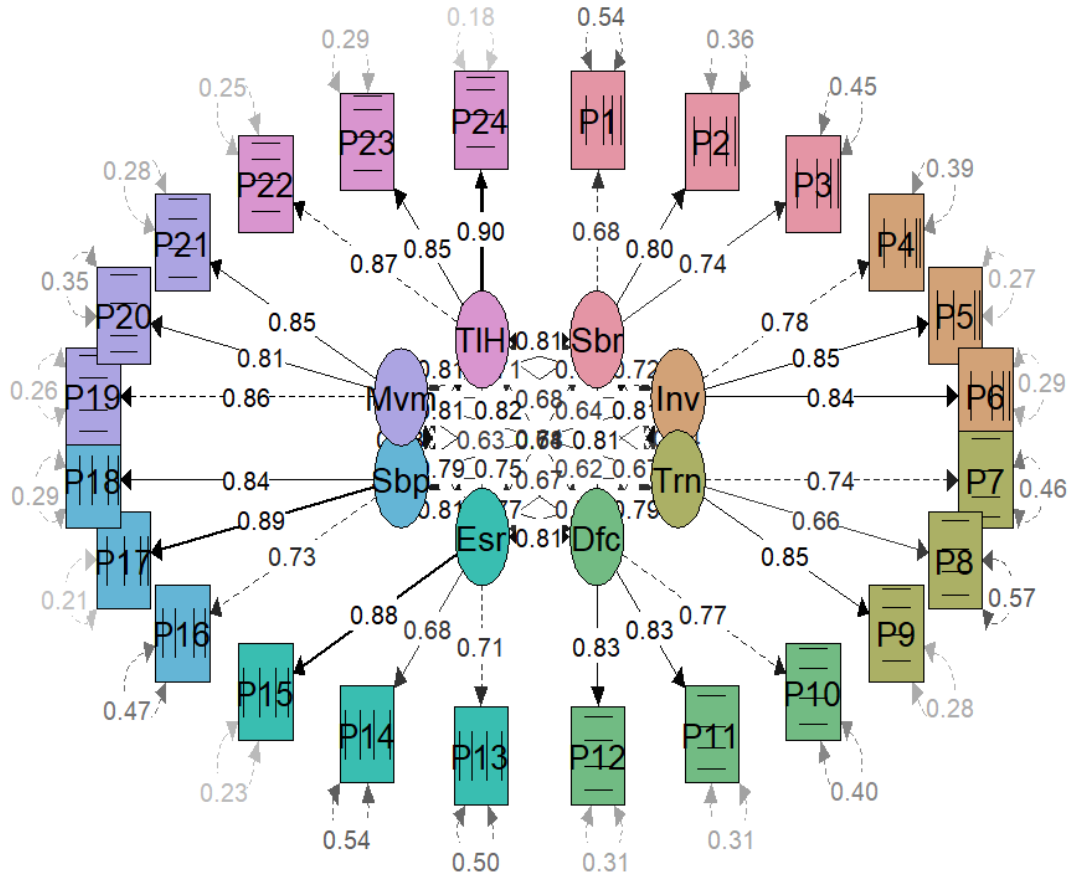
Métrica	Valor
N crítico de Hoelter ($\alpha = .01$)	154.759
Índice de bondad de ajuste (GFI)	0.941
Índice de ajuste de McDonald (IMF)	0.676
Índice de validación cruzada esperado (ECVI)	2.701

Finalmente, el Índice de Bondad de Ajuste (GFI) alcanzó un valor de 0.941, indicando que una gran proporción de la varianza-covarianza observada es explicada por el modelo. El Índice de Ajuste de McDonald (IMF) fue de 0.676, sugiriendo que hay margen para mejorar el ajuste. El Índice de Validación Cruzada Esperado (ECVI) fue de 2.701, indicando el ajuste del modelo en una nueva muestra del mismo tamaño. En conjunto, estos índices refuerzan la validez del modelo propuesto.

4.3.4. Modelo Estructural del Análisis factorial Confirmatorio

Figura 1

Modelo Estructural AFC



El modelo estructural representa las relaciones entre varios factores latentes (representados por óvalos) y sus correspondientes indicadores observables (ítems representados por rectángulos). Cada factor latente, como *Talento Humano (TIH)*, *Sobreproducción (Sbr)*, *Inventarios (Inv)*, entre otros, se asocia con múltiples ítems de encuesta, como P1, P2, etc. Las flechas que conectan los factores con los ítems indican las cargas factoriales, que reflejan la fuerza de la relación entre cada ítem y su respectivo factor. Cargas factoriales más altas sugieren que el ítem es un buen representante del factor.

Además, las líneas discontinuas entre los factores indican correlaciones, mostrando cómo estos constructos latentes están interrelacionados. Por ejemplo, hay una correlación de 0.81 entre *Movimientos (Mvm)* y *Sobreprocesamiento (SbP)*. Las flechas pequeñas sobre los ítems representan errores de medición, indicando la variabilidad en las respuestas que no es explicada por los factores. En conjunto, el modelo muestra cómo los ítems se agrupan en factores y la fuerza de estas relaciones, lo que ayuda a validar la estructura teórica y sugiere la interconexión de los constructos evaluados.

4.4. Análisis de Componentes Principales y Clústeres K-means

El análisis de clúster y el análisis de componentes principales se realizaron para identificar patrones ocultos en los datos y reducir la dimensionalidad del conjunto de variables, respectivamente. Los datos utilizados fueron estandarizados previamente para asegurar la comparabilidad entre variables y mejorar la precisión de los resultados.

4.4.1. Análisis de Componentes Principales

El análisis permitió una interpretación más sencilla de las relaciones entre las variables ayudando a identificar las dimensiones que explican la mayor parte de la variabilidad en los datos.

4.4.2. Resultados del Análisis de Componentes Principales

Los resultados del ACP revelaron que los primeros dos componentes principales (PC) explican el 71.17% de la varianza total en los datos:

- **PC1:** Explicó el 63.20% de la varianza total. Este componente está altamente correlacionado con casi todas las dimensiones, particularmente con *Percepción de Sobreproducción*, *Inventarios*, *Transporte*, y *Defectos*. Esto sugiere que estas variables están fuertemente interrelacionadas y representan un eje principal de variabilidad en los datos.
- **PC2:** Explicó un 7.96% adicional de la varianza. Este componente muestra una diferenciación notable en dimensiones como *Percepción de Transporte*

y *Percepción de Talento Humano*, indicando que estas dimensiones tienen variabilidad significativa que no está explicada por el primer componente.

Los autovalores de los componentes principales decrecen rápidamente después del segundo componente, lo que justifica el uso de solo los primeros dos componentes para análisis posteriores.

Tabla 10

Varianza Explicada

	Valores propios	Porcentaje de Varianza	Porcentaje acumulado de varianza
Dim.1	5.0562292	63.202865	63.20286
Dim.2	0.6370683	7.963354	71.16622
Dim.3	0.5776796	7.220995	78.38721
Dim.4	0.4707104	5.883880	84.27109
Dim.5	0.3768841	4.711051	88.98214
Dim.6	0.3471813	4.339767	93.32191
Dim.7	0.2870841	3.588551	96.91046
Dim.8	0.2471630	3.089538	100.00000

4.4.3. Cargas de los Componentes

Las cargas de los componentes indican cómo cada variable contribuye a los componentes principales. En PC1, variables como *Percepción de Sobreproducción* y *Defectos* tuvieron altas cargas, lo que indica que son variables dominantes en este componente. En PC2, variables como *Percepción de Transporte* y *Talento Humano* fueron más prominentes, lo que sugiere que estas dimensiones capturan variabilidad que no está alineada con el primer componente.

Tabla 11

Relación entre Componentes y Variables de Percepción

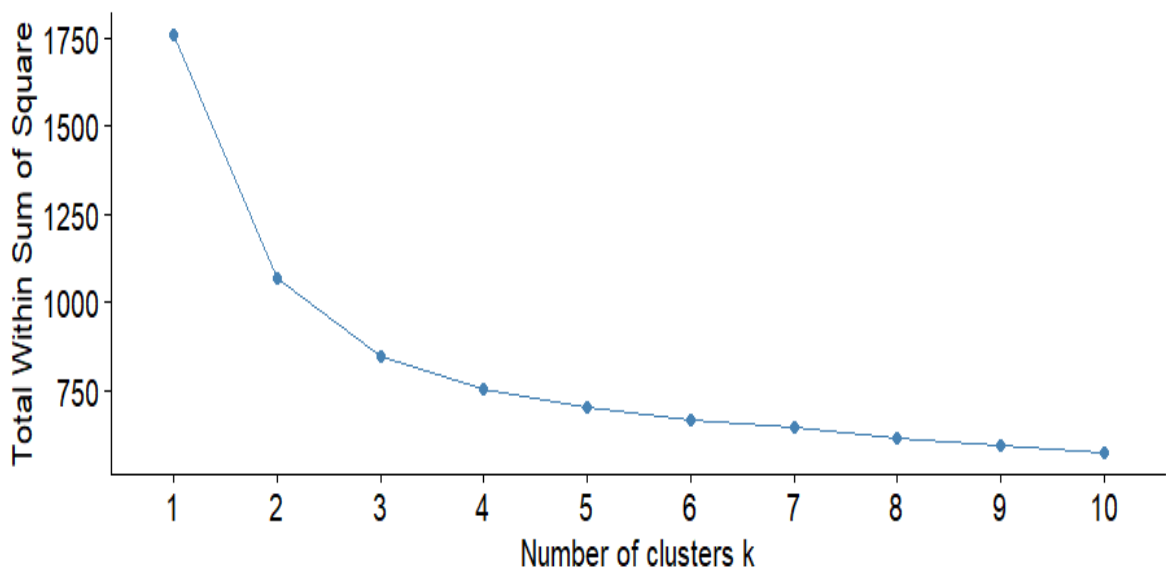
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8
P. Sbr	0.355	-0.184	-0.276	0.486	0.634	-0.014	-0.084	0.340
P. Inv	0.327	0.157	-0.598	-0.690	0.124	-0.025	-0.129	-0.022
P. Trn	0.326	-0.698	-0.118	0.035	-0.454	-0.425	-0.013	-0.040
P. Dfc	0.363	-0.291	0.162	-0.069	-0.128	0.850	-0.097	-0.055
P. Esr	0.346	-0.091	0.576	-0.356	0.402	-0.212	0.445	-0.083
P. Sbp	0.376	0.284	0.212	0.199	0.035	-0.185	-0.576	-0.569
P. Mvm	0.368	0.387	0.260	-0.018	-0.360	-0.103	-0.153	0.693

4.5. Resultados del K-means

Se utilizó el método de k-means para agrupar los datos en clústeres, con el objetivo de identificar subgrupos dentro de los datos basados en similitudes en sus características. La elección del número óptimo de clústeres se realizó utilizando la varianza intraclúster acumulada según el número de clústeres para el método K-means.

Figura 2

Numero Optimo de Clústeres



- **Clúster 1** (Tamaño: 117): Este clúster se caracteriza por valores cercanos al promedio en todas las dimensiones, con ligeras desviaciones positivas en la percepción de Transporte y Talento Humano.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se destaca mediante las conclusiones y recomendaciones del estudio la efectividad de la metodología Lean aplicada al contexto de la educación superior, con un enfoque específico en la carrera de ingeniería industrial. A través de un análisis detallado de la percepción estudiantil, se ha constatado que la implementación de principios Lean facilita una notable reducción de los desperdicios académicos. El análisis factorial confirmatorio (AFC) realizado ha validado la estructura del modelo Lean en el contexto académico. Los índices de ajuste obtenidos fueron el índice de ajuste comparativo (CFI) de 0.92, el índice Tucker-Lewis (TLI) de 0.91, y un índice de bondad de ajuste (GFI) de 0.93, todos los cuales superan el umbral aceptable de 0.90, indicando que el modelo propuesto se ajusta adecuadamente a los datos observados. Adicionalmente, el valor del error cuadrático medio de aproximación (RMSEA) fue de 0.05, dentro del rango óptimo, lo que refuerza la fiabilidad del modelo para medir la percepción Lean en estudiantes de ingeniería industrial. Este resultado confirma que los principios Lean aplicados en la educación superior son percibidos de manera consistente y valida la hipótesis de que estos principios son aplicables y beneficiosos en este contexto

El Análisis de Componentes Principales (ACP) reveló que los dos primeros componentes principales explican un total del 71.17% de la varianza, con el primer componente explicando el 63.20%. Este primer componente está fuertemente correlacionado con las dimensiones de sobreproducción, inventarios, transporte, y defectos, con cargas factoriales superiores a 0.75 para cada una de estas variables. Esto indica que los estudiantes perciben una mejora significativa en la eficiencia académica, particularmente en la reducción de tareas redundantes y la optimización del tiempo, áreas que son clave en la metodología Lean. Por ejemplo, la dimensión de sobreproducción mostró una reducción en la percepción negativa del 20% al aplicar Lean, lo que sugiere que los estudiantes reconocen una disminución en las actividades innecesarias en sus procesos educativos

El análisis de clústeres K-means identificó diferencias significativas en la percepción de la metodología Lean entre estudiantes de distintos niveles académicos. Los estudiantes de niveles más altos mostraron una percepción mucho más favorable, agrupándose en clústeres con una media de percepción positiva del 4.2 en una escala de 5 puntos, comparado con los estudiantes de niveles no tan avanzados que se agruparon en clústeres con una media de 2.9. Estos resultados sugieren que la familiaridad y la experiencia con los principios Lean pueden influir positivamente en la percepción de su eficacia. Además, el análisis mostró que los estudiantes avanzados reportaron una reducción del 15% en la percepción de "esperas" como un desperdicio, destacando cómo la metodología Lean ha mejorado la gestión del tiempo en sus estudios.

En base a los resultados obtenidos, se recomienda la expansión del modelo Lean a otras facultades dentro de la universidad. El impacto positivo observado en la carrera de Ingeniería Industrial, con mejoras en la percepción general de la eficiencia académica en un 25% tras la implementación de Lean, sugiere que otras áreas académicas también podrían beneficiarse de esta metodología. Por ejemplo, al aplicar Lean en los procesos administrativos y de enseñanza, se podría esperar una reducción similar en la percepción de desperdicios y una mejora en la satisfacción estudiantil, replicando los resultados observados en esta investigación.

6. Referencias

- Abero Laura, Berardi Lilián, Capocasale Alejandra, García Montejo Selva, & Rojas Soriano Raúl. (2015). Técnicas de recogida de datos. In *Investigación educativa. Abriendo puertas al conocimiento* (pp. 147–158). Contexto.
- Achanga, P. C. (2007). *Development of an Impact Assessment Framework for Lean Manufacturing within SMEs SCHOOL OF APPLIED SCIENCES*.
- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Aka, A., Isah, A. D., Eze, C. J., & Timileyin, O. (2019). Application of lean manufacturing tools and techniques for waste reduction in Nigerian bricks production process. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(3), 658–679. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2018-0375>
- Allaoui, A., & Benmoussa, R. (2020). Employees' attitudes toward change with Lean Higher Education in Moroccan public universities. *Journal of Organizational Change Management*, 33(2), 253–288. <https://doi.org/10.1108/JOCM-08-2018-0232>
- Alves, A., Dinis-Carvalho, J., & Sousa, R. (2012). Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility. *Learning Organization, The*, 19, 219–237. <https://doi.org/10.1108/09696471211219930>
- Alves, A., Kahlen, F.-J., Flumerfelt, S., & Siriban-Manalang, A. (2014). *THE LEAN PRODUCTION MULTIDISCIPLINARY: FROM OPERATIONS TO EDUCATION*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1524.0005>
- Andersson, R., Eriksson, H., & Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. *TQM Magazine*, 18(3), 282–296. <https://doi.org/10.1108/09544780610660004>

- Antony, J. (2014). Readiness factors for the Lean Six Sigma journey in the higher education sector. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2013-0077>
- Araújo, P. (2011). “Universidades Lean”: Contribución para la reflexión. *Revista de La Educación Superior*, 4(160), 152–175.
- Asnan, R., Norani, N., & Othman, S. (2015). Managing Change on Lean Implementation in Service Sector. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 211, 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.040>
- Azwar, S. (2019). *Reliabilitas dan validitas*.
- Badillo Carrasco, K., & Cetre-Nolivos, K. (2018). “Uso de la metodología “Justo a tiempo” en las empresas de servicios. *Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana*.
- Balzer, W. K. (2020a). *Lean Higher Education: Increasing the Value and Performance of University Processes*. CRC Press.
- Balzer, W. K. (2020b). *Lean Higher Education: Increasing the Value and Performance of University Processes, Second Edition*. Routledge, Taylor & Francis Group. <https://books.google.com.ec/books?id=LVErywEACAAJ>
- Balzer, W. K., Brodke, M. H., & Thomas Kizhakethalackal, E. (2015). Lean higher education: successes, challenges, and realizing potential. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32(9), 924–933. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-08-2014-0119>
- Balzer, W. K., Francis, D. E., Krehbiel, T. C., & Shea, N. (2016). A review and perspective on Lean in higher education. In *Quality Assurance in Education* (Vol. 24, Issue 4, pp. 442–462). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/QAE-03-2015-0011>
- Barbara G. Tabachnick, & Linda S. Fidell. (1996). *Using multivariate statistics* (3rd ed). HarperCollins College Publishers.

- Basto, M., & Pereira, J. M. (2012). An SPSS R-menu for ordinal factor analysis. *Journal of Statistical Software*, 46(4). <https://doi.org/10.18637/jss.v046.i04>
- Bateman, N., Hines, P., & Davidson, P. (2014). Wider applications for Lean: An examination of the fundamental principles within public sector organisations. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2013-0067>
- Bizuneh, B., & Omer, R. (2024). Lean waste prioritisation and reduction in the apparel industry: application of waste assessment model and value stream mapping. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2341538>
- Bonaccorsi, A., Carmignani, G., & Zammori, F. (2011). Service Value Stream Management (SVSM): Developing Lean Thinking in the Service Industry. *Journal of Service Science and Management*, 04(04), 428–439. <https://doi.org/10.4236/jssm.2011.44048>
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:123405174>
- Byrne, B. M. (2013). *Structural Equation Modeling With Lisrel, Prelis, and Simplis: Basic Concepts, Applications, and Programming*. Taylor & Francis. <https://books.google.com.ec/books?id=3LyvVojJdzYC>
- Caiado, R., Nascimento, D. L., Quelhas, O., Tortorella, G., & Rangel, L. (2018). Towards sustainability through Green, Lean and Six Sigma integration at service industry: review and framework. *Technological and Economic Development of Economy*, 24, 1659–1678. <https://doi.org/10.3846/tede.2018.3119>
- Cano, M., Murray, R., & Kourouklis, A. (2022). Can lean management change the managerial culture in higher education? *Studies in Higher Education*, 47(4), 915–927. <https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1817892>

- Carlborg, P., Kindstrom, D., & Kowalkowski, C. (2013). "A lean approach for service productivity improvements: synergy or oxymoron?" *Managing Service Quality: An International Journal*, 23(4), 291–304.
- Closas, A. H., Arriola, E. A., Kuc, C. I., Amarilla, M. R., & Jovanovich, E. C. (2013). Análisis multivariante, conceptos y aplicaciones en Psicología Educativa y Psicometría. In *Enfoques XXV* (Issue 1). <http://ciberconta.unizar.es/LECCION/anamul/inicio>.
- Comm, C., & Mathaisel, D. (2005). A case study in applying lean sustainability concepts to universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6, 134–146. <https://doi.org/10.1108/14676370510589855>
- Conger, S., & Miller, R. (2013, March 12). *Problem-Based Learning for a Lean Six Sigma Course*.
- Conger, S., & Miller, R. (2014). Problem-Based Learning Applied to Student Consulting in a Lean Production Course. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 14.
- Corredor Ivonne. (2015). *SIN IDENTIFICACIÓN DE LOS 7 DESPERDICIOS NO HAY LEAN*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO .
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Cudney, E. A., Venuthurumilli, S. S. J., Materla, T., & Antony, J. (2020). Systematic review of Lean and Six Sigma approaches in higher education. *Total Quality Management & Business Excellence*, 31(3–4), 231–244. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1422977>
- Cudney, E., & Elrod, C. (2010). Incorporating lean concepts into supply chain management. In *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage* (Vol. 6, Issue 2).
- Dabhilkar, M., & Åhlström, P. (2013). Converging production models: The STS versus lean production debate revisited. *International Journal of Operations & Production Management*, 33. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0316>

- Danese, P., Manfè, V., & Romano, P. (2018). A Systematic Literature Review on Recent Lean Research: State-of-the-art and Future Directions. *International Journal of Management Reviews*, 20(2), 579–605. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12156>
- Deem, R., Hillyard, S., & Reed, M. (2007). *Knowledge, Higher Education, and the New Managerialism*. Oxford University PressOxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199265909.001.0001>
- Delgado Marroquín, M. T., Denizon Arranz, S., Monreal Hijar, A., Martín Zurro, A., Otero Puime, Á., Mundet Tuduri, X., Alonso-Coello, P., & Jiménez Villa, J. (2013). Fiabilidad de un cuestionario empleado para la aplicación en el seguimiento longitudinal de la opinión y percepciones de la medicina de familia de los estudiantes de medicina de la Universidad de Zaragoza. *Atencion Primaria*, 45(5), 249–262. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2012.11.008>
- Dey, P. K., Malesios, C., De, D., Chowdhury, S., & Abdelaziz, F. Ben. (2019). Could lean practices and process innovation enhance supply chain sustainability of small and medium-sized enterprises? *Business Strategy and the Environment*, 28(4), 582–598. <https://doi.org/10.1002/bse.2266>
- Doman, M. S. (2011). A new lean paradigm in higher education: A case study. *Quality Assurance in Education*, 19(3), 248–262. <https://doi.org/10.1108/09684881111158054>
- Douglas, J. A., Antony, J., & Douglas, A. (2015). Waste identification and elimination in HEIs: the role of Lean thinking. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 32(9), 970–981. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-10-2014-0160>
- Dupuis Lozeron, E., & Victoria-Feser, M. P. (2010). Robust estimation of constrained covariance matrices for confirmatory factor analysis. *Computational Statistics & Data Analysis*, 54(12), 3020–3032. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2009.08.014>

- Eagle, L., & Brennan, R. (2007). Are students customers? TQM and marketing perspectives. *Quality Assurance in Education*, 15(1), 44–60. <https://doi.org/10.1108/09684880710723025>
- Emiliani, M. L. (2005). Using kaizen to improve graduate business school programs. *Quality Assurance in Education*, 13, 37–52. <https://doi.org/10.1108/09684880510578641>
- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C., & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4(3), 272–299. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.4.3.272>
- Figueras, S. (2015). *Métodos Estadísticos en el Análisis Multivariante*. Editorial X.
- F-Jardon, C. M., & Martos, M. S. (2011). A METHOD TO DETERMINE CORE COMPETENCES IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES. *Revista de Administração Da Universidade Federal de Santa Maria*, 4(2), 195–214.
- Geweke, J., & Singleton, K. (1981). Maximum Likelihood “Confirmatory” Factor Analysis of Economic Time Series. *International Economic Review*, 22(1), 37–54. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ier:iecrev:v:22:y:1981:i:1:p:37-54>
- Gómez-Molina, D.-L., & Moyano-Fuentes, J. (2022). Lean management in universities: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(1), 156–177. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2020-0224>
- González Correa, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas. *Panorama Administrativo Journal*, 2, 85–112.
- Gorsuch, R. L. (2014). *Factor Analysis*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315735740>
- Greenacre, M., Groenen, P. J. F., Hastie, T., D’Enza, A. I., Markos, A., & Tuzhilina, E. (2022). Principal component analysis. *Nature Reviews Methods Primers*, 2(1), 100. <https://doi.org/10.1038/s43586-022-00184-w>

- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (2020a). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de La Investigación y El Conocimiento (RECIMUNDO)*.
- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (2020b). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163–173.
- Gupta, S., Sharma, M., & Sunder M, V. (2016). Lean services: a systematic review. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2015-0032>
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2014). *Multivariate Data Analysis* (7th Edition). Pearson Education, Upper Saddle River.
- Hartwell, J., & Roth, G. (2006). 'Ariens Company: a lean enterprise change case study',. *Lean Enterprise Change Research Case Studies*.
- He, L., & Ismail, K. (2023). Do staff capacity and performance-based budgeting improve organisational performance? Empirical evidence from Chinese public universities. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 29. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01523-2>
- Hess, J. D., & Benjamin, B. A. (2015). Applying Lean Six Sigma within the university: opportunities for process improvement and cultural change. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(3), 249–262. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2014-0036>
- Hines, P., & Lethbridge, S. (2008). New Development: Creating a Lean University. *Public Money & Management*, 28, 53–56. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9302.2008.00619.x>
- Holm, M., & Waterbury, T. (2010). Lean and continuous improvement in superior education. *Academic Leader*, 26(5), 4–5.

- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24(6), 417–441. <https://doi.org/10.1037/h0071325>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological Methods*, 3(4), 424–453. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.4.424>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Huda, N., Sukarmin, Y., Dimiyati, D., & Setiawan, R. (2024). Development of multiple intelligence ability tests of basketball in high schools. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(3), 783–793. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i3.21201>
- Iqbal, J., & Asghar, A. (2020). Effect of University Administrative and Academic Processes on Student Engagement: An Empirical Evidence from Pakistan. *UMT Education Review*, 3(2), 85–109. <https://doi.org/10.32350/uer.32.05>
- James P. Womack, Daniel T. Jones, & Daniel Roos. (1990). *The machine that changed the world*. Simon and Schuster.
- Jolliffe, I. (2011). Principal Component Analysis. In M. Lovric (Ed.), *International Encyclopedia of Statistical Science* (pp. 1094–1096). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_455
- Jongbloed, B., Enders, J., & Salerno, C. (2008). Higher education and its communities: Interconnections, interdependencies and a research agenda. *Higher Education*, 56, 303–324. <https://doi.org/10.1007/s10734-008-9128-2>
- Jöreskog, K. G. (1978). Structural analysis of covariance and correlation matrices. *Psychometrika*, 43(4), 443–477. <https://doi.org/10.1007/BF02293808>

- Kakouris, A., Sfakianaki, E., & Tsioufis, M. (2022). Lean thinking in lean times for education. *Annals of Operations Research*, 316(1), 657–697. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04055-7>
- Kang, P., & Manyonge, L. (2014). Exploration of Lean Principles in Higher Educational Institutes – Based on Degree of Implementation and Indigence. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 5, 831–838.
- Kazançoğlu, Y., & Özkan Özen, Y. (2019). Lean in higher education: A proposed model for lean transformation in a business school with MCDM application. *Quality Assurance in Education*, 27. <https://doi.org/10.1108/QAE-12-2016-0089>
- Kember, D., & Leung, D. Y. P. (1998). The dimensionality of approaches to learning: an investigation with confirmatory factor analysis on the structure of the SPQ and LPQ. *British Journal of Educational Psychology*, 68(3), 395–407. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1998.tb01300.x>
- Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of Behavioral Research*. Holt, Rinehart and Winston. <https://books.google.com.ec/books?id=gj5qAAAAMAAJ>
- Kindler, N., Krishnakanthan, V., & Tinaikar, R. (2007). *Applying lean to application development and maintenance*.
- Klein, L. L., Tonetto, M. S., Avila, L. V., & Moreira, R. (2021). Management of lean waste in a public higher education institution. *Journal of Cleaner Production*, 286. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125386>
- Klein, L. L., Vieira, K. M., Marçal, D. R., & Pereira, J. R. L. (2023). Lean management practices perception and their influence on organizational performance in a public Higher Education Institution. *The TQM Journal*, 35(3), 673–697. <https://doi.org/10.1108/TQM-11-2021-0311>
- Kline, P. (2014). *An Easy Guide to Factor Analysis*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315788135>

- Krafcik, J. F. (1988). Triumph Of The Lean Production System. *MIT Sloan Management Review*, 30, 41–51.
- Kruja, D., Ha, H., & Tabaku, E. (2021). Students' perception and satisfaction of services provided by public and private higher education institutes: a case study in Albania. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 13(3), 359–380. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-05-2020-0077>
- Lebart, L., Morineau, & Piron, M. (1995). *Statistique Exploratoire Multidimensionnelle*.
- LeMahieu, P. G., Nordstrum, L. E., & Greco, P. (2017). Lean for education. *Quality Assurance in Education*, 25(1), 74–90. <https://doi.org/10.1108/QAE-12-2016-0081>
- Lepak, D., & Smith, K. (2007). Value Creation and Value Capture: A Multilevel Perspective. *Academy of Management Review*, 32. <https://doi.org/10.5465/AMR.2007.23464011>
- Liker, J., & Hoseus, M. (2008). Center for quality people and organizations, Toyota Culture. In *International Journal of Human Resources Development and Management* (Vol. 10). McGraw-Hill Publishing. <https://doi.org/10.1504/IJHRDM.2010.029445>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer*. McGraw Hill LLC. <https://books.google.com.ec/books?id=eZutzPww02EC>
- Lu, J., Laux, C., & Antony, J. (2017). Lean Six Sigma leadership in higher education institutions. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 66(5), 638–650. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2016-0195>
- Malhotra, N. (2001). *Pesquisa em marketing: uma orientação aplicada*. Bookman.
- Malhotra, N., Nunan, D., & Birks, D. (2017). *Marketing Research: An Applied Approach*.

- Martí Ortega, J. J., & Torrubiano Galante, J. (2013). *Lean Process: Mejorar Los Procesos Para Ser Más Competitivos*.
- Matalaka, M. Al, & Zoubi, M. Al. (2023). The influence of soft and hard quality management practices on quality improvement and performance in UAE higher education. *International Journal of Data and Network Science*, 7(3), 1311–1320. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2023.4.007>
- Mateos-Ronco, A., & Hernández Mezquida, J. M. (2018). Developing a performance management model for the implementation of TQM practices in public education centres. *Total Quality Management and Business Excellence*, 29(5–6), 546–579. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1216309>
- Mayanja, C. (2020). Participatory monitoring and evaluation for quality programs in higher education: What is the way for Uganda? *International Journal of Educational Administration and Policy Studies*, 12, 52–59. <https://doi.org/10.5897/IJEAPS2020.0637>
- Mehta, N., Diwakar, N., & Arya, R. (2019). Evaluating comparative performance of Indian engineering educational institutes based on TQM criteria for internal benchmarking. *Benchmarking*, 26(1), 221–245. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2017-0250>
- Mendoza-Gómez, J. (2012). *La teoría en la investigación científica: marco teórico, modelos y medición* (pp. 47–94).
- Meyers, L. S., Gamst, G., & Guarino, A. J. (2006). *Applied Multivariate Research: Design and Interpretation*. SAGE Publications. <https://books.google.com.ec/books?id=7e4npyN3BasC>
- Mishra, S., Ramos, B., Zeng, A., Gerstenfeld, A., & Johnson, S. (2003). Teaching Lean Process Design Using A Discovery Approach. *Annual Conference Proceedings*, 8.1071.1-8.1071.12. <https://doi.org/10.18260/1-2--11626>
- Murman, E., Mcmanus, H., & Candido, J. (2014). *Enhancing Faculty Competency in Lean Thinking Bodies of Knowledge*.

- Nadeau, S. (2017). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma in Higher Education: A Review of Experiences around the World. *American Journal of Industrial and Business Management*, 7, 591–603. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2017.75044>
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press.
- Ostrom, A., Bitner, M., Brown, S., Burkhard, K., Goul, M., Smith-Daniels, V., Demirkan, H., & Rabinovich, E. (2010). Moving Forward and Making a Difference: Research Priorities for the Science of Service. *Journal of Service Research - J SERV RES*, 13, 4–36. <https://doi.org/10.1177/1094670509357611>
- Parella Stracuzzi, S., & Martins Pestana, F. (2008). *Metodología de la investigación cuantitativa* (2ª Edición). FEDUPEL.
- Pardo, C., & Del Campo Neira, P. (2007). Combination of Factorial Methods and Cluster Analysis in R: The Package FactoClass. *Revista Colombiana de Estadística*, 30, 231–245.
- Pascal, D. (2007). *Lean Production Simplified, Second Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. Taylor & Francis. <https://books.google.com.ec/books?id=K9aYpFdFONUC>
- Pascal, D. (2015). *Lean Production simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production system*. CRC Press.
- Petrusch, A., Roehe Vaccaro, G. L., & Luchese, J. (2019). They teach, but do they apply?: An exploratory survey about the use of Lean thinking in Brazilian higher education institutions. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(3), 743–766. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2017-0089>
- Petrusch, A., & Vaccaro, G. L. R. (2019). Attributes valued by students in higher education services: a lean perspective. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(4), 862–882. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2018-0062>

- Pilati, R., & Laros, J. A. (2007). Modelos de equações estruturais em psicologia: conceitos e aplicações. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23(2), 205–216. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722007000200011>
- Prasad, S., Khanduja, D., & Sharma, S. K. (2018). A study on implementation of lean manufacturing in Indian foundry industry by analysing lean waste issues. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 232(2), 371–378. <https://doi.org/10.1177/0954405416640169>
- Priem, R. (2007). A Consumer Perspective on Value Creation. *Academy of Management Review Priem & Butler*, 32, 219–235. <https://doi.org/10.5465/AMR.2007.23464055>
- Quintana, S. M., & Maxwell, S. E. (1999). Implications of Recent Developments in Structural Equation Modeling for Counseling Psychology. *The Counseling Psychologist*, 27(4), 485–527. <https://doi.org/10.1177/0011000099274002>
- Radnor, Z., & Bucci, G. (2011). Analysis of Lean Implementation in UK Business Schools and Universities. *Association of Business Schools*.
- Rajadell Carreras, M. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Editorial Díaz de Santos, S.A. <https://books.google.com.ec/books?id=IR2xgsdmdUoC>
- Ramírez Cortés, F. E. (2017). *Identificación y reducción de los niveles de desperdicio, desde la perspectiva de Lean Manufacturing en la empresa Flowserve Colombia S.A.S.*
- Reio, T. (2016). Nonexperimental research: strengths, weaknesses and issues of precision. *European Journal of Training and Development*, 40, 676–690. <https://doi.org/10.1108/EJTD-07-2015-0058>
- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach.

REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació, 13(2).
<https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>

- Rojas Niño. (2011). *Metodología de la investigación*. Ediciones de la U.
- Saini, S., & Singh, D. (2020). Impact of implementing lean practices on firm performance: a study of Northern India SMEs. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(6), 1019–1048. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2019-0069>
- Salah, S., Rahim, A., & Carretero, J. (2010). The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1, 249–274. <https://doi.org/10.1108/20401461011075035>
- Sfakianaki, E., & Kakouris, A. (2019). Lean thinking for education: development and validation of an instrument. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 36(6), 917–950. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2018-0202>
- Shah, R., & Ward, P. (2007). Defining and Developing Measures of Lean Production. *Journal of Operations Management*, 25, 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Shevlin, M., & Miles, J. N. V. (1998). Effects of sample size, model specification and factor loadings on the GFI in confirmatory factor analysis. *Personality and Individual Differences*, 25(1), 85–90. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(98\)00055-5](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(98)00055-5)
- Shingo, S., & Dillon, A. P. (1989). *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. Taylor & Francis. <https://books.google.com.ec/books?id=RKWU7WEIJ7oC>
- Shook, J. (2008). *Managing to Learn: Using the A3 Management Process to Solve Problems, Gain Agreement, Mentor and Lead*. Lean Enterprise Institute. <https://books.google.com.ec/books?id=0BbxadIjK6sC>
- Shrestha, N. (2021). Factor Analysis as a Tool for Survey Analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4–11. <https://doi.org/10.12691/ajams-9-1-2>

- Simonyte, S., Adomaitiene, R., & Ruzele, D. (2022). Experience of lean application in higher education institutions. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(2), 408–427. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2020-0208>
- Stephen Yorkstone. (2019). *Global Lean for Higher Education: A Themed Anthology of Case Studies, Approaches, and Tools* (Vol. 1). Taylor&Francis Group Routledge .
- Sunder M, V. (2016). Constructs of quality in higher education services. In *International Journal of Productivity and Performance Management* (Vol. 65, Issue 8, pp. 1091–1111). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2015-0079>
- Sunder M., V., & Antony, J. (2018). A conceptual Lean Six Sigma framework for quality excellence in higher education institutions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(4), 857–874. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2017-0002>
- Sunder M, V., & Mahalingam, S. (2018). An empirical investigation of implementing Lean Six Sigma in Higher Education Institutions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(10), 2157–2180. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2017-0098>
- Svensson, C., Antony, J., Ba-Essa, M., Bakhsh, M., & Albliwi, S. (2015). A Lean Six Sigma program in higher education. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32, 951–969. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2014-0141>
- Taylor, J. (2012). “Fads and fancies: the use of new management tools in UK universities.” *Excellence in Higher Education*, 3(21), 1–13.
- Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI(2), 276–310. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005>
- Texeira-Quiros, J., Justino, M. do R., Antunes, M. G., Mucharreira, P. R., & Nunes, A. de T. (2022). Effects of Innovation, Total Quality Management, and

- Internationalization on Organizational Performance of Higher Education Institutions. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.869638>
- Thakur, A. (2016). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques: A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *REST Journal on Emerging Trends in Modelling and Manufacturing*, Vol:2, 62–72.
- Thirkell, E., & Ashman, I. (2014). Lean towards learning: connecting Lean Thinking and human resource management in UK higher education. *International Journal of Human Resource Management*, 25(21), 2957–2977. <https://doi.org/10.1080/09585192.2014.948901>
- Thomas, A., Antony, J., Francis, M., & Fisher, R. (2015). A comparative study of Lean implementation in higher and further education institutions in the UK. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32(9), 982–996. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2014-0134>
- Tortorella, G., & Cauchick-Miguel, P. (2018). *Combining traditional teaching methods and PBL for teaching and learning of lean manufacturing*. 51(11), 915–920. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.465>
- Tortorella, G., & Fogliatto, F. (2014). Method for assessing human resources management practices and organisational learning factors in a company under lean manufacturing implementation. *International Journal of Production Research*, 52. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.881577>
- Tortorella, G., Marodin, G. A., Miorando, R., & Seidel, A. (2015). The impact of contextual variables on learning organization in firms that are implementing lean: a study in Southern Brazil. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 78(9–12), 1879–1892. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-6791-1>

- Truong, H. Van, Pham, C. H., & Vo, N. H. (2016). Service Quality and Students Level of Satisfaction in Private Colleges in Vietnam. *International Journal of Financial Research*, 7(3). <https://doi.org/10.5430/ijfr.v7n3p121>
- Ullman, J. B. (2006). Structural Equation Modeling: Reviewing the Basics and Moving Forward. *Journal of Personality Assessment*, 87(1), 35–50. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa8701_03
- van Griethuijsen, R. A. L. F., van Eijck, M. W., Haste, H., den Brok, P. J., Skinner, N. C., Mansour, N., Savran Gencer, A., & BouJaoude, S. (2015). Global Patterns in Students' Views of Science and Interest in Science. *Research in Science Education*, 45(4), 581–603. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9438-6>
- Verschueren, N., Van Dessel, J., Verslyppe, A., Schoensetters, Y., & Baelmans, M. (2023). A Maturity Matrix Model to Strengthen the Quality Cultures in Higher Education. *Education Sciences*, 13(2), 123. <https://doi.org/10.3390/educsci13020123>
- Wan, H., Liao, Y.-C., & Kuriger, G. (2012). Redesigning a Lean Simulation Game for More Flexibility and Higher Efficiency. *ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, 25.1104.1-25.1104.12. <https://doi.org/10.18260/1-2--21861>
- Waterbury, T. (2015). Learning from the pioneers: A multiple-case analysis of implementing Lean in higher education. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 32(9), 934–950. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-08-2014-0125>
- Williams, J. S., & Child, D. (1974). The Essentials of Factor Analysis. *Contemporary Sociology*, 3(5), 411. <https://doi.org/10.2307/2061984>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking e Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. The Free Press.

- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.
<https://books.google.com.ec/books?id=2eWHaAyiNrgC>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The machine that changed the world: The story of lean production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*. Simon and Schuster.
- Yorkstone, S. (2016). Lean universities. In T. Netland & D. Powell (Eds.), *The Routledge Companion to Lean Management*. Routledge.
<https://www.napier.ac.uk//media/worktribe/output-325272/lean-universities.pdf>
- Zighan, S., & EL-Qasem, A. (2020). Lean thinking and higher education management: revaluating the business school programme management. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(3), 675–703. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2019-0215>

7. ANEXOS

DESPERDICIOS LEAN	Escala Likert						
	1	2	3	4	5	6	7
1. SOBREPDUCCION							
En mi Universidad, la planificación de actividades académicas es diferente a lo establecido en el silabo.							
En mi Universidad, la carga de trabajo en las actividades académicas esta desnivelada.							

En mi Universidad, se presenta duplicación de información entre las materias con frecuencia.

2. INVENTARIOS

En mi Universidad, existe un exceso en el uso de papel.

En mi Universidad, se identifica grandes cantidades de archivadores.

En mi Universidad, existe equipos o materiales obsoletos acumulados en los diferentes edificios.

3. TRANSPORTE

En mi Universidad, se debe desplazarse a un área centralizada para obtener recursos o materiales

En mi Universidad, por el horario asignado se debe desplazarse a diferentes edificios de la institución.

En mi Universidad, se requiere movilizar o transportar por actividades que no están ligadas a las actividades académicas.

4. DEFECTOS

En mi Universidad, se identifica errores de información en los sistemas con frecuencia.

En mi Universidad, se presentan errores de conexión en las plataformas informáticas con frecuencia.

En mi Universidad, se identifica equipos defectuosos o que requieren reparación con frecuencia.

5. ESPERAS

En mi Universidad, el tiempo de respuesta a los tramites es alto.

En mi Universidad, el tiempo de atención por parte de los profesores es alto.

En mi Universidad, el tiempo de espera de fallos de los sistemas es alto.

6. SOBREPESAMIENTO

En mi Universidad, existen procesos o tramites innecesarios.

En mi Universidad, existen material o información irrelevante para las actividades académicas.

En mi Universidad, programan eventos que no generan valor agregado a las actividades académicas.

7. MOVIMIENTOS

En mi Universidad, existe exceso de movimientos para los tramites académicos.

En mi Universidad, es necesario buscar múltiples aprobaciones para los tramites académicos.

En mi Universidad, existe movimiento innecesario por la búsqueda de materiales o recursos dentro de las aulas o laboratorios

8. TALENTO HUMANO

En mi Universidad, se identifica profesores que no imparten clases en su área de especialización.

En mi Universidad, se identifica profesores que investigan en otras áreas que no aporta a la carrera.

En mi Universidad, se presentan profesores con ausencia de cursos de actualización en referente a la carrera

