



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“ANÁLISIS DE LAS EXPERIENCIAS DE METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA REDUCIR LA VARIABILIDAD DE LOS PROCESO EN LAS EMPRESAS INDUSTRIALES DURANTE LOS ULTIMOS DIEZ AÑOS”: **Una revisión de la literatura.**

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Danny Hans Vasquez Cruzado

Asesor:

Mg. Sandro Rivera Valle

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo
dedicamos a todas aquellas personas que
hicieron posible que estemos hoy en este día,
aquellos que estuvieron con nosotros a pesar
de las dificultades que implica seguir este camino

Gracias por creer en nosotros

“ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA REDUCIR
LA VARIABILIDAD DE LOS PROCESOS EN LAS EMPRESAS INDUSTRIALES
DURANTE LOS ULTIMOS DIEZ AÑOS”: Una revisión de la literatura
AGRADECIMIENTO

Un sincero agradecimiento a los
docentes que tuvieron la paciencia de guiarnos
en el camino de esta carrera

Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	12
CAPÍTULO III. RESULTADOS	15
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	25
REFERENCIAS	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2	17
Tabla 3	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de elaboración de revisiones sistemáticas	14
Figura 2. Procesos de recolección, exclusión, inclusión y selección de artículos científicos.....	16
Figura 3. Numero de artículos por año de publicación	22
Figura 4. Numero de artículos por país.....	22

RESUMEN

La investigación científica nos presenta una gran cantidad de literatura que ha generado el uso de metodologías de revisión para organizar y sintetizar los contenidos. En el presente estudio se describen las tendencias sobre el uso de la metodología six sigma para reducir la variabilidad de los procesos en las empresas industriales. El objetivo fue identificar las principales experiencias de la metodología six sigma para reducir la variabilidad del proceso en las empresas industriales durante los últimos diez años. Esta revisión teórica con fuentes secundarias se realizó con base en la estrategia PRISMA y se seleccionaron los artículos desde los buscadores especializados como Dialnet, Scielo, Redalyc y Google Académico. Respecto a las limitaciones, los hallazgos refieren una cantidad mínima de artículos nacionales, sin embargo, los países en vías de desarrollo presentan más investigaciones sobre la metodología Six Sigma. Los resultados muestran un impacto que identifica a la metodología Six Sigma como herramienta que tiende a reducir la variabilidad de los procesos en las empresas industriales y a aumentar la eficiencia de un modo significativo.

PALABRAS CLAVES: Mejora Continua, Six Sigma, Mejora de Procesos, Calidad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En un mundo tan globalizado donde las empresas necesitan exigirse para competir en mercados tan cambiantes, es necesario el uso de herramientas que midan, aseguren, mejoren y maximicen la calidad de sus productos y servicios. Reducir los tiempos de producción y entrega es un valor intangible que el cliente espera percibir para satisfacer sus necesidades y deseos, de tal forma que, al brindarle también una amplia gama de opciones, esto les permita hacer comparaciones desde diferentes aspectos, llámese precio, accesibilidad, calidad, presentación, tamaño y otros. Por tanto, esto obligará a las empresas a comprender que el cliente es el recurso más importante que tiene el mercado y que, para generar los ingresos esperados, hay que ofertar productos atractivos de muy buena calidad y con precios acorde a la oferta y la demanda.

Así mismo, Tolamatl et al (2011) nos dicen que las grandes compañías en el sector industrial, ante la necesidad de alcanzar sus objetivos con un mínimo de recursos empleados, están adoptando la metodología Six Sigma como herramienta de mejora continua.

De acuerdo con Raiza (2012) las normas ISO 9000 son una referencia a nivel mundial porque permiten trabajar e implementar los sistemas, pero, recalca que las auditorías son el medio más utilizado para evaluar la madurez que alcanzan los procesos de mejora continua.

En tal sentido, Villagómez et al. (2012) refieren que las empresas suelen recurrir a la Teoría de Restricciones [TOC] como metodología para la mejora continua con el fin de aumentar su productividad. Como dice Ramos (2013) todos los procesos requieren de una metodología para alcanzar el máximo nivel de su efectividad, por lo que, Six Sigma es una

propuesta basada en herramientas cuantitativas que permite obtener resultados mediante sus fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar, que en adelante será DMAIC.

Felizzola y Luna (2014) nos dicen que la metodología Six Sigma y Manufactura Esbelta que han sido aplicadas en empresa industriales a nivel mundial, han favorecido al desempeño de su productividad y mejora en su nivel de calidad, permitiéndoles ser competitivos.

En un contexto internacional las empresas no solo están interesados en mejorar sus productos, sino que, están entrenando al personal e implementando en sus planes estrategias integrales que complementen y solucionen situaciones que procuren cubrir las demandas de productos a gran escala (Pérez y García, 2014).

Bermudez et al (2016) señalan que actualmente las empresas industriales tienden a buscar la diferenciación con respecto al resto, para así poder subsistir en el tiempo; para ello no solo basta con ofrecer un producto o servicio al cliente, sino que este debe buscar cumplir a cabalidad con sus requerimientos y en lo posible superar sus expectativas; para esto es vital utilizar estrategias y metodologías que nos sirvan a cumplir estos objetivos.

García et al. (2016) deducen que la implementación de la metodología en las grandes organizaciones, tienen impactos positivos y sustanciales por lo cual resulta común su aplicación. Por lo tanto, su implementación representa un gasto para una inversión el cual tendrá un retorno en un corto plazo. Es así como la empresa debe tener tolerancia frente a estos cambios y definir un estándar que seleccione qué productos tienen o no la suficiente calidad para salir al mercado. (Navarro et al., 2017)

Para poder realizar mejoras es conociendo la causa raíz del problema, para ello mediante la estadística y utilizando las herramientas de la metodología Six Sigma, es que podemos obtener un análisis más certero que genere una mejora en los procesos, aumentando así el control y calidad de estos (Garza y Abrego, 2017; Blasco et al, 2019)

Ante un mundo cada vez más acelerado, un factor imprescindible y muy valorado por los clientes es el tiempo de respuesta de una empresa. Es por ello, que las empresas buscan mejorar y por ende acortar el tiempo de sus procesos, minimizar los reprocesos que pudiera haber, reducir los retrasos en la producción, aumentar su flexibilidad para poder cumplir con los pedidos dados, ya que, surge como alternativa de solución la metodología LSS (Lean Six Sigma) que analiza y realiza todo lo que no beneficia a los procesos para si tomar acciones y minimizarlos y/o eliminarlos (Pérez y Rojas 2019; Dube et al. 2017)

Six Sigma nos ayuda a reducir la variabilidad del proceso para que fluyan de forma continua, constante y sin defectos para que sean más eficientes y con mejores resultados. Por tanto, las empresas que buscan procesos más productivos tendrán que aplicar six sigma y como consecuencia aumentarán la satisfacción del cliente y la rentabilidad de la empresa (Ortega et al. 2019; Osorio, 2018; Tello y Aguirre, 2019; Caro et al., 2019).

En el contexto local, la metodología Lean Six Sigma se utiliza en las empresas para buscar la constancia en la forma de llevar a cabo sus procesos. Giménez (2019) señala que al aplicar LSS las empresas organizan de forma general sus procesos generando así la eficiencia y la competitividad que los clientes demandan sobre todo buscando siempre la satisfacción y evitar resolver cualquier tipo de reclamos.

Alvarado (2011) concuerda que las empresas en el Perú que pretendan iniciar un proyecto de calidad con mejora en sus procesos tendrán que ir en contra de su zona de confort para lograr complementar destrezas y habilidades que se equilibren con una metodología rigurosa y se relacionen con la gestión del capital humano desde distintos niveles de producción.

La presente investigación permitirá beneficiar a próximas revisiones que requieran de información sobre la metodología Six Sigma a fin de encontrar alternativas de mejoras en los procesos, ya que, la alta competencia y mayor exigencia por parte del cliente, exige a las empresas tener un alto estándar de calidad en sus productos y/o servicios e ir de la mano con los precios en el mercado. Los resultados teóricos que se presentan a razón de la revisión sistemática muestran y evidencian que, mejorando la productividad de los procesos, reduciendo o eliminando los desperdicios, tendrán como resultado final una empresa sostenible y rentable.

Finalmente, las teorías analizan causas, consecuencias y probables propuestas de solución que se adapten a nuestra realidad. Por consiguiente, la revisión conceptualizó nuestra variable de estudio permitiéndonos acercarnos a la comprensión y aplicación de la metodología Six Sigma para lograr la optimización de los procesos. Es así como surge el nuestro problema y la pregunta de investigación: ¿cuál es el impacto de las experiencias de la metodología six sigma para reducir la variabilidad del proceso en las empresas industriales?, siendo su objetivo general: Identificar las principales experiencias de la metodología six sigma para reducir la variabilidad del proceso en las empresas industriales durante los últimos diez años.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Se realizó la revisión sistemática de la literatura científica con referencia a la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) lo que sirvió como soporte para poder reunir y exponer las evidencias encontradas en este trabajo. La pregunta de investigación fue: ¿cuál es el impacto de las experiencias de la metodología six sigma para reducir la variabilidad del proceso en las empresas industriales?

Con relación a los criterios de inclusión y exclusión, la investigación ha considerado aspectos valorativos para la selección de escritos que complementen la revisión sistemática como: título del escrito; año de publicación dentro del rango de los 10 últimos años de registrado o indexado; el idioma del escrito publicado en español; tipo de documento; por buscador especializado de la fuente científica; el contenido del resumen; las palabras claves que respondan a nuestro objetivo de investigación, siendo el tema central Six Sigma.

Los criterios de exclusión de los artículos científicos que no fueron considerados para la presente revisión sistemática estuvieron publicados en el idioma de portugués, con años de publicación fuera del rango de búsqueda, la duplicidad del escrito en otros buscadores y finalmente, solo con el resumen más no con el texto completo. Por tanto, los escritos excluidos no proveen de información que beneficie a nuestra variable, pregunta y objetivo de investigación.

Las fuentes consultadas en buscadores especializados fueron: Dialnet, Scielo, Redalyc y Google Académico, los cuales han complementado las teorías científicas que se presentan en esta revisión sistemática. Por tanto, la investigación está validada por la revisión

de artículos científicos en buscadores especializados. Los mismos que al partir de una pregunta de investigación fueron ubicados con el uso de palabras claves.

La estrategia de búsqueda se dio mediante el uso de los operadores booleanos para nuestra revisión sistemática AND y OR, los mismos, nos dieron la facilidad y practicidad en la búsqueda de información bajo lineamientos establecidos por las palabras claves que se ajustan a nuestras variables de investigación. Así mismo, las palabras claves propuestas se dieron a razón del tema de investigación teniendo como parámetros de tiempo los 10 últimos de años de estudio.

El proceso de clasificación y recopilación de los documentos se dio mediante unas hojas de Excel además del gestor de referencias Zotero, que en conjunto se cruzó información en los buscadores especializados, a los cuales, colocando los filtros correspondientes, se pudo obtener evidencia científica, por medio de artículos, libros, repositorios, tesis, revistas, que argumentaran e hicieran referencia a la metodología Six Sigma en el ámbito industrial. Posterior a ello, se tuvo que seleccionar o considerar solo artículos científicos, en los cuales está basado esta investigación; ya con ello, se hicieron apartados en las hojas de Excel que contuvieran la información sobre, resumen, autores, año de publicación, país, entre otros.

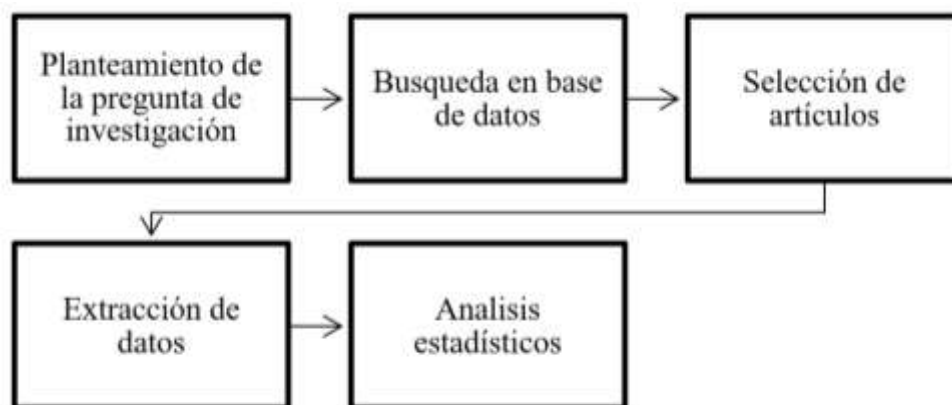


Figura 1. Proceso de elaboración de revisiones sistemáticas

Para evitar los documentos duplicados, el procedimiento que se estableció fue el de llevar las data en hojas de Excel, con lo cual, al tener un orden, ya sea alfabético (por los nombres de los autores, títulos, etc.) o numérico (el año de publicación) se podía determinar la similitud o paridad de los artículos, y de esta manera poder hacer la eliminación de la documentación idéntica o repetida. En la tabla 1, se muestra la cantidad de artículos encontrados, una vez aplicado los filtros, y que tuvieron relación con la búsqueda de las palabras claves en los buscadores especializados

Tabla 1

Números de artículos encontrados en buscadores especializados según las palabras clave

BUSCADORES	SIX SIGMA AND MEJORA CONTINUA	PROCESOS AND SIX SIGMA	MEJORA DE PROCESOS AND CALIDAD	SIX SIGMA AND CALIDAD	SIX SIGMA AND MEJORA DE PROCESOS
DIALNET	20	56	6,500	44	44
SCIELO	2	17	251	30	8
REDALYC	0	2	26	0	0

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La búsqueda de artículos científicos en las bases de datos especializados y motores de búsqueda en relación con las palabras claves un total de 2, 155,210 entre artículos, tesis, libros, etc. Sin embargo, al realizar un filtro a razón de los criterios de exclusión e inclusión, ya antes mencionado, la investigación obtuvo una reducción de escritos permitiendo así dar respuesta a la pregunta de investigación y facilitando las teorías a nuestro tema: Análisis de las experiencias de metodología six sigma para reducir la variabilidad del proceso en las empresas industriales

En tal sentido, la investigación presenta la cantidad total de artículos 47 indexados por revistas publicadas en buscadores especializados distribuidos de la siguiente manera: Dialnet, 03 artículos; Google Académico, 24 artículos; Redalyc, 09 artículos; Scielo, 07 artículos. A partir del número total se excluyeron 22 artículos en el gestor de referencia Zotero, por no falta de datos y no dar respuesta al enfoque de investigación quedándonos finalmente con 25 artículos para la presentación del informe final de revisión sistemática.

De los artículos encontrados, se halló investigaciones con concordancia de enfoques, aplicación y objetivos del uso de la metodología Six Sigma en el ámbito industrial; diferencias en los alcances y dificultades de implementación en pequeñas y grandes empresas, factores necesarios para el correcto desempeño de esta metodología, entre otros.



Figura 2. Procesos de recolección, exclusión, inclusión y selección de artículos científicos

Con los 25 artículos seleccionados se procedió al análisis de las teorías en la búsqueda de dar respuesta a la pregunta y objetivo de investigación. Por tanto, se define la metodología Six Sigma, según estos autores Arango, Gómez y Álvarez (2011) como una estrategia y una herramienta que al implementarse mejora el desempeño y liderazgo en las organizaciones, pero, desafortunadamente en las microempresas es poco utilizada porque se requieren de asesorías. Sin embargo, señalan que su aplicación parte de un problema a resolver y se centra en tres pilares fundamentales: la adopción como una filosofía de gestión, la estrategia de negocios y operativamente, con las herramientas estadísticas.

Tabla 2

Contenido por autor y resumen de artículos científicos sobre Six Sigma

N°	AUTORES	TITULO	AÑO	BREVE RESUMEN	OBJETO DE ESTUDIO	FUENTE	País
01	Jacobo Tolamatl Michcol, David García, José Antonio Varela Loyola, Elena Flores Ávila	Aplicación de Six Sigma en una microempresa del ramo automotriz	2011	Six Sigma es una estrategia de mejora continua empleada en muchas empresas de clase mundial, desafortunadamente en las microempresas es poco utilizada, es por ello que este tipo de organizaciones requieren asesoría para llevar a cabo proyectos que les permitan adquirir conocimientos en la aplicación de Six Sigma como una estrategia para la generación de valor.	Reducir el producto no conforme y los costos por defectos de calidad	Dialnet	México
02	Arango Serna Martín Darío; Gómez Montoya Rodrigo Andrés; Álvarez Uribe Karla Cristina	Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte de carbón en Colombia con Six Sigma	2011	Six Sigma es una técnica que facilita la identificación de oportunidades de mejora. Se muestra la importancia del Six Sigma como técnica para reducir la variabilidad en las operaciones, permitiendo reducir errores y contribuir a la satisfacción del cliente, basado en la identificación de factores críticos de calidad.	Obtener un desarrollo eficiente y buscando la satisfacción de las necesidades de los clientes	Redalyc	Colombia
03	Olga Lucia Mantilla Celis; Jose Manuel Sanchez García	Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma	2012	Se utilizaron conceptos de cadena de suministros, logística, manufactura esbelta, Six Sigma y lean Six Sigma. La metodología propuesta para el desarrollo del modelo es la DMAMC soportada en diversas herramientas seleccionadas para cada fase de esta, y que conducen a la eliminación del desperdicio en flujos y operaciones, reducción del tiempo de entrega, reducción de la variación en los procesos y el aumento de valor.	Orientar el mejoramiento logístico, incrementando el nivel de servicio y reducción de costos	Google académico	Colombia
04	Ramos Martel, Walter Antonio	Incremento de la productividad a través de la mejora continua en calidad en la subunidad de procesamiento de datos en una empresa Courier: El caso de Perú Courier	2013	Tras problemas de reproceso y reclamos por demora; lo cual afecta la productividad se utiliza la metodología Six Sigma y sus fases (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) como solución a esto. Tras aplicar las tres primeras fases de esta metodología y al ser una investigación no experimental se determina que la calidad mejoró y la productividad también se incrementó, teniendo un impacto económico positivo.	Mejorar la calidad del producto, para reducir los reprocesos y reclamos por demora	Redalyc	Perú
05	Félix Enrique, Tinoco Ángeles	Six Sigma en logística: aplicación en el almacén de una unidad minera	2013	El presente artículo trata sobre la aplicación de una herramienta moderna de administración total de la calidad. Se detalla la aplicación de las cuatro primeras fases del ciclo DMAIC, habiéndose identificado las variables en las que la organización debe centrar sus esfuerzos para reducir el defecto definido inicialmente	Identificar los puntos donde se producen los defectos	Redalyc	Perú
06	Esteban López, Minor Pérez García Cerdas	Implementación de la metodología DMAIC-Six Sigma en el envasado de licores en Fanal	2014	Se determinó que en la línea de envasado de licores en pet tenía tiempos efectivos de producción muy bajos, exceso de paros en la línea, las máquinas de cada subproceso no alcanzan en ningún momento su capacidad máxima de producción. Por medio de la metodología DMAIC-Six Sigma en la línea de envasado se logra pasar de un OEE de 47% al inicio a uno de 80% al final de las mejoras implementadas, además de permitir la reducción de tiempos muertos en el proceso y una mayor utilización de los recursos instalados y del recurso humano involucrado, consiguiendo así su máximo rendimiento, generando mayores ingresos anuales a la empresa.	Solucionar problemas en la línea de producción que afectaba la utilización de la capacidad máxima de la línea	SciELO	Costa Rica

07	Jonathan Bermúdez Hernández, Leidy Melissa Benancurt Lopera, Juan Carlos Muñoz Carreño	Six Sigma como herramienta de mejoramiento continuo: Caso de estudio	2014	Las organizaciones buscan generar un valor agregado al cliente final y para ello planean estrategias que permiten mejorar la satisfacción de sus usuarios y compradores a través de la prestación de un servicio diferenciador que integre una respuesta efectiva a sus requerimientos. Se propone por medio de la metodología Six Sigma aplicar una de sus herramientas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, a un reporte de datos históricos de solicitudes Vs. tiempos de respuesta. Como resultado se demostró que la compañía requiere un plan de mejoramiento y que es viable acoger la propuesta diseñada en este artículo.	Minimizar el tiempo de respuesta a las solicitudes	Google académico	Colombia
08	Mawency Vergel Ortega, José Joaquín Martínez Lozano	Filosofía Gerencial Six Sigma en la gestión universitaria	2016	La implementación de la filosofía gerencial Six Sigma se basa en usar la metodología de solución de problemas DMAIC; para el análisis e interpretación de la información se utilizan herramientas tales como diagramación y mapeo de procesos, estadística básica, inferencias, análisis multivariado, jerárquico, estudios de capacidad, análisis de sistemas de medición, diseño de experimentos, pruebas de errores y cuadros de control. Una vez se implementa la filosofía Six Sigma, se observa el mejoramiento continuo, mejoras en capacidad de procesos, efectividad del 99,9% en variables de medición, mejora en percepciones de comunidad académica y administrativa, y la estandarización de sus procesos	Implementar la estrategia gerencial Six Sigma en la gestión de procesos	Google académico	Colombia
09	Marialys Dubé Santana, Francis Hevia Lanier, Ester Michelena Fernández, Daiana Ivis Suárez Ordaz, Oisleidys Puerto Díaz	Procedimiento de mejora de la cadena inversa utilizando metodología Six Sigma	2017	La investigación abordó el diseño y aplicación del Procedimiento para la Mejora de la Cadena de Suministro Inversa (CSI), basándose en la metodología Six Sigma, específicamente en la estrategia DMAIC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar), teniendo un impacto favorable sobre el medio ambiente y reducir los costos. Los resultados obtenidos validaron las teorías planteadas en cada una de las etapas, reportando grandes beneficios económicos, aumentando la satisfacción de los clientes, así como la eficiencia y eficacia en la cadena.	Minimizar los residuos existentes en los procesos gestionándolos eficientemente	SciELO	Cuba
10	German Herrera Vidal; Yisel Pérez Aguas; Elizabeth Venecia Puello	Enfoque Six Sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo	2017	La metodología se basa en el análisis de cinco procesos básicos como DMAIC. Para ello fue necesario una revisión de literatura, donde no se encontraron evidencias de integración de estos dos enfoques, luego se exponen las generalidades del caso estudiado y partir de esto se llevan a cabo herramientas cuantitativas necesarias en cada fase. Los hallazgos encontrados muestran que ambas metodologías pueden integrarse en pro de la solución de un problema lo que permite aumentar la capacidad del proceso y reducir los productos no conforme.	Six Sigma y el Proceso Analítico Jerárquico encaminado a la toma de decisiones	Redalyc	Venezuela
11	Juan Baldemar Garza Villegas, Alfonso Abrego Traslaviña	Reducción y control de costos en empresa de manufactura con Six Sigma	2017	Después de definir el verdadero problema de causa raíz, encontrar las soluciones operativas y comprobarlo estadísticamente, nos muestra cómo podemos controlar y mejorar el control de las operaciones eliminando los desperdicios y generando ahorros anuales.	Mejorar la calidad y control de los procesos	Google académico	México

								España
12	Eduardo Navarro Albert; Víctor Gisbert Soler; Ana Isabel Pérez Molina	Metodología e implementación de Six Sigma	2017	Six Sigma se define como una metodología basada en datos para conseguir la calidad más cercana a la perfección. Esto se consigue examinando los procesos productivos de manera exhaustiva. Six Sigma es diseño, comunicación, formación, producción, administración, etc. Para la implantación de esta metodología se requieren principalmente dos cosas: tiempo y compromiso, además de una inversión económica que en poco tiempo se convertirá en un ahorro en costes para la empresa y en una mejora para los procesos internos de la organización.	Medir y mejorar la calidad	Google académico		
13	Willian Zuluaga Muñoz	Proyectos de desarrollo de proveedores utilizando Six Sigma: un análisis de Schneider Electric de Colombia SA	2018	Se utilizó la metodología Six Sigma / DMAIC para a) los artículos de incorporación del proyecto, b) los resultados de cada fase DMAIC después de la aplicación de las técnicas relacionadas, c) las mejoras implementadas d) el control del proceso métrico. En conclusión, el proyecto aplicado por Schneider Electric de Colombia SA (SEC) se puede clasificar como un Proyecto de desarrollo de proveedores (PDF).	Dar a conocer los pasos de la metodología Six Sigma	Scielo		Colombia
14	Carlos Gastelum Acosta; Jorge Limon Romero; Marco Maciel Monteon; Yolanda Baez-Lopez	Six Sigma en Instituciones de Educación Superior en México	2018	Se evalúa la posible incorporación de la metodología Six Sigma como una estructura para la realización de dichos proyectos. Para esto se aplicó una encuesta y la información obtenida sugiere que la mayoría de las universidades basan sus esfuerzos en la norma ISO 9001, en los sistemas de acreditación externos y en menor medida utilizan otras estrategias. Sin embargo, en el desarrollo de estos proyectos se utilizan algunas herramientas fundamentales de Six Sigma. También se observa que se cumplen algunos factores básicos que facilitan su implementación. Esto hace suponer que la integración de la estructura de la metodología DMAMC a las estrategias de mejora que ya se utilizan es factible	Educación superior; proyectos de mejora; Six Sigma; beneficios; encuesta	Scielo		México
15	Vanessa Salazar, Aristizabal William Zuluaga	Algunos elementos de la metodología Six Sigma aplicados a la empresa INDALAR SAS	2018	Se explica como a lo largo del tiempo un gran número de autores han demostrado la efectividad en la aplicación de esta metodología en las pymes, mejorando la calidad del servicio y el buen nombre de la empresa. Posteriormente se realizó un listado de las principales herramientas que se utilizan en la implementación de la metodología, las cuales deben ser adaptadas a las necesidades de cada empresa, siempre y cuando se tenga el apoyo de una persona con un nivel mínimo de conocimiento, es decir, que tiene la capacidad de analizar y resolver los problemas de calidad que se presenten en la compañía, así como la solución y mejoramiento de esos procesos deficientes	Dar a conocer la metodología Six Sigma, sus herramientas y como estas influyen en la mejora de los procesos	Google académico		Colombia
16	Ileana Gloria Pérez Vergara, José Alberto Rojas López	Lean, Six Sigma y Herramientas Cuantitativas: Una Experiencia Real en el Mejoramiento Productivo de Procesos de la Industria Gráfica en Colombia	2019	Dentro de la clasificación de desperdicios que afectan la productividad, destaca el tiempo como uno de los más incidentes, siendo el tiempo de respuesta, desde que el cliente coloca el pedido hasta que la empresa se lo entrega; los clientes valoran la entrega oportuna como criterio prioritario. En empresas que trabajan bajo pedido y emplean sistema pull, el tiempo de cambios de referencias es un factor que incide directamente en el tiempo del ciclo, por lo que reducirlo, incidirá directamente en el nivel de servicio.	Reducir los tiempos de respuesta, para mejorar la satisfacción de los clientes	Google académico		Colombia

17	Henry Manuel Ortega Jiménez, Luz Carmen Anaya Saladén, Naira Naira Hernández Rojas, Sandra Rocío Valbuena Castillo	Introducción de la medida de calidad en la producción de aulas virtuales de la universidad EAN. Six Sigma	2019	Six Sigma plantea la búsqueda de la excelencia en los procesos productivos, se describe su inicio como herramienta de control estadístico de procesos y su evolución como estrategia de gestión de calidad. Además, se abordan los conceptos básicos que hacen viable su integración con la visión y misión de las organizaciones y se promueve la apropiación del modelo DMAMC	Eliminar y reducir las ineficiencias y defectos en los distintos procesos productivos	Google académico	Colombia
18	Luis E. Solis Granda; Orlando A. Perez ManzO; Isabel del Rocio Balon Ramos; Edwuin J. Carrasquero Rodriguez	Diagnóstico de la necesidad de implementación de la metodología "Six Sigma" en mipymes de manufacturas de la ciudad de milagro, Ecuador	2019	Las PYMES deben implementar mejoras continuas en sus procesos. Uno de los sectores que muestra constantes variantes en sus métodos es el sector manufacturero, que en su afán de innovar constantemente debe incluir nuevas metodologías para mejorar su productividad; la metodología Six Sigma surge como una alternativa de solución para las MIPYMES manufactureras. Se empleó una metodología descriptiva, mediante la aplicación de encuestas y posterior análisis descriptivo a los gerentes propietarios de las PYMES, encontrándose que más el 60 % de ellos desean aplicar la metodología en sus procesos de producción.	Obtener la entera satisfacción del cliente teniendo un proceso de producción con alta calidad mediante la implementación de Six Sigma	Google académico	Ecuador
19	Jazmín Roxana Tello Capa, Mercy Aguirre	Six-Sigma una estrategia de negocios para mejorar la calidad de los productos	2019	Six- Sigma es considerada como una metodología para mejorar y desarrollar la continua de los productos y servicios, eliminando los defectos y fallos en los procesos, logrando un mayor impacto en los resultados de las grandes compañías. Actualmente Six- Sigma es una estrategia centrada en la reducción de la variabilidad de los procesos utilizada por las compañías en gran escala	Obtener el mayor beneficio la eliminación de defectos	Google académico	Ecuador
20	Nashali Valeria Guevara Mosquera	Metodología Six Sigma para la mejora de la calidad en la empresa REPROIMAV, Ecuador	2020	Se aplica el método Six Sigma a través de sus etapas DMAMC se intenta resolver el problema identificado con la utilización de sus herramientas básicas. Con lo que se proporciona una estructura idónea para monitorear las mejoras subsecuentes, con lo cual se logra perfeccionar la metodología Six Sigma implementada en la entidad objeto de estudio, que repercutirá en el incremento del potencial de la producción.	Aplicar Six Sigma para la mejora de la calidad en el proceso de producción y con ello potenciar la productividad	Google académico	Ecuador
21	Ulises Pérez Figueroa	Aplicación del six-sigma en una institución superior: sus tres primeras etapas	2020	Los resultados arrojaron que se pudo adaptar perfectamente el método Six-Sigma a la educación superior, además de identificar las variables con mayor grado de insatisfacción para en una segunda etapa proponer y aplicar un plan de mejora.	Implementar las primeras tres etapas del método Six-Sigma y poder determinar las variables de mayor satisfacción e insatisfacción de los clientes	Google académico	México
22	Ortiz Tovar, Maria Juliana	Implementación del modelo Six Sigma como estrategia de mejora en Pymes de Latinoamérica	2020	Se realiza una recopilación de literatura acerca de la implementación de la metodología Six Sigma, como una filosofía gerencial que permite alcanzar mejores niveles de competitividad y productividad empresarial en las Pymes a nivel Latinoamérica, con el propósito de resaltar, a partir de un contexto propiamente documental, el comportamiento real que han mantenido las Pymes como empresas generadoras de una nueva dinámica de desarrollo económico, incluyendo y sostenible. Conjuntamente, se describen los beneficios percibidos por las Pymes y las grandes corporaciones tras implementar el modelo de mejora	Demostrar como Six Sigma puede ser aplicada en la PYMES y obtener beneficios	SciELO	Colombia

23	Soto Leyva, Yasmin, Carmona Velásquez, Araceli, Liévano Moreno, Claudia Patricia, Ahuacatitla Pérez, José Miguel	Sistema de Aseguramiento de Calidad (SAC), basado en la metodología Six Sigma para reducir la variabilidad de tono en los procesos de inyección-soplo de plástico	2020	El objetivo plantea el mejoramiento cuantitativo del nivel Sigma de la empresa analizada, buscando una reducción del 20% en los costos generados originado en la línea productiva de inyección-soplo de plástico, basándose en la metodología Six Sigma (DMAIC). La metodología está constituida por cinco fases, mismas que permiten el logro del objetivo planteado: Fase 1. Definir problema, Fase 2. Recopilación y análisis de datos, Fase 3. Análisis de las causas y factores críticos del problema, Fase 4. Propuesta de mejora de implementación de herramientas para solucionar el problema, Fase 5. Controlar: diseño de un sistema de medición para asegurar la estabilidad de la calidad del producto. Con la implementación de las herramientas derivadas del análisis y de los resultados obtenidos en cada fase	Implementación de la metodología Six Sigma, como herramienta para la mejora de la calidad	Google Académico	México
24	Chávez-medina, Juan, Santiesteban López, Angélica, Carmona-Silva, José Luis y Muñiz-montero, Isabel	Efecto del mantenimiento industrial, maquinaria y equipo, mano de obra, métodos de trabajo y materia prima con respecto al nivel de Six Sigma en una Pyme: Caso bloquera medina del municipio de San Pedro Cholula, Puebla	2018	Este artículo muestra el caso de una Pyme (boquera Medina), la cual presenta la metodología de Six Sigma para el desarrollo del modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), donde fueron analizadas las variables de materia prima, mano de obra, maquinaria y equipo, medio ambiente, métodos de trabajo, las cuales llevaron a la eliminación del desperdicio en flujos y operaciones, reducción del tiempo de entrega, reducción de la variación en los procesos y el aumento de valor en la organización.	Conocer como Six Sigma reduce y elimina los desperdicios	Google Académico	México
25	Ángel Alfredo Osorio Oviedo	Plan para mejorar la calidad del granel en una empresa de Alimentos basados en la filosofía seis sigma y ciclo pdca	2018	La investigación se orienta hacia la descripción de una situación real en una primera fase, para la posterior elaboración de un plan de mejoras de la calidad. La metodología empleada para el logro del objetivo fue en primer lugar evaluar la correspondencia entre los objetivos funcionales del área de cereales y los objetivos estratégicos de la unidad de negocio. Posteriormente se realizó el diagnóstico de la situación actual en el área de fabricación con respecto al impacto de la calidad, para determinar las causas raíz que generan desviaciones en el proceso, esto se realizó a través de diagrama de flujo, observaciones directas, matriz de competencia y análisis de capacidad del proceso. Luego se establecieron propuestas para mejorar, posteriormente se elaboró un plan de acción y prueba piloto para reducir estas desviaciones	Elaborar un plan mediante Six Sigma para mejorar la calidad	Google Académico	Venezuela

Fuente: Elaboración Propia

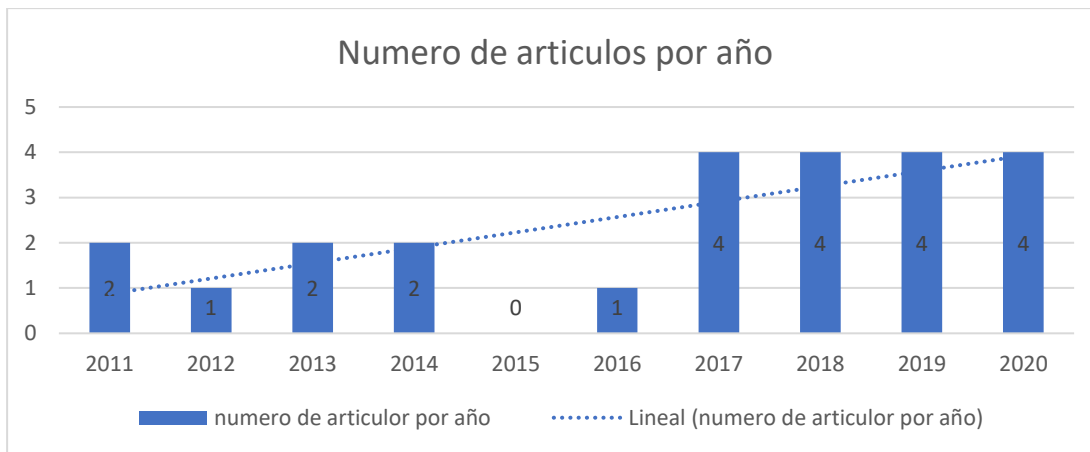


Figura 3. Número de artículos por año de publicación

Ante la figura 3, se muestra la cantidad de artículos científicos que han sido publicados por año, notándose que hay un crecimiento en las investigaciones con respecto a la metodología Six Sigma, desde el año 2011 hasta el 2020; representando estos últimos 4 años el 64% del total de artículos, lo que evidencia un interés en aumento en poder conocer y estudiar esta metodología

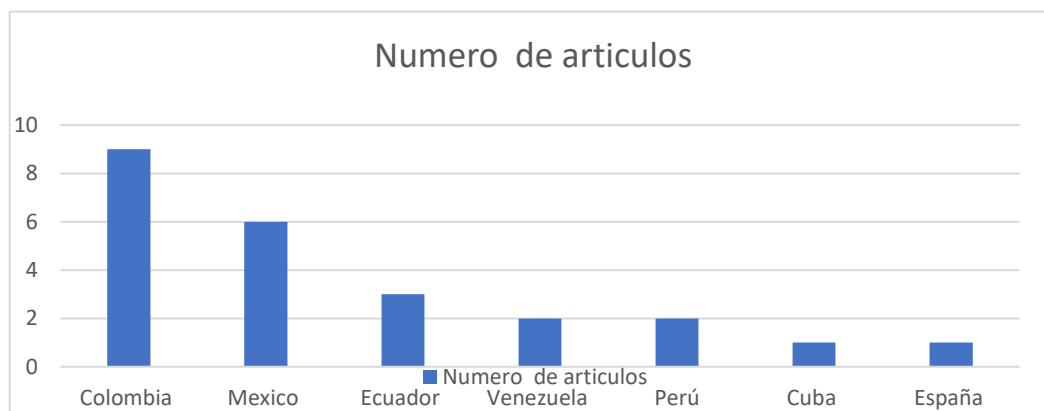


Figura 4. Número de artículos por país

Aquí, se aprecia que los países con mayores publicaciones científicas son Colombia y México, con lo que podemos determinar, que consideran importante la investigación en esta metodología, para su posterior uso, basándose en argumentos científicos, para de esta manera tener un respaldo solido con respecto a sus aplicación y beneficios.

Sobre los aspectos menos investigados en relación de nuestra revisión sistemática, se recalca que la metodología es utilizada en Perú; sin embargo, la literatura no evidencia

mucha documentación en artículos, sino más bien, en tesis. En tanto, se determina que la investigación en la academia o la universidad, solo se resuelve en la presentación de tesis de grado o títulos adjuntos en sus respectivos repositorios. Esto se debe tener en cuenta para que la búsqueda de la información sea más viable y productiva.

La literatura revisada converge que Six Sigma es una metodología de mejora continua enfocada en la satisfacción del cliente; esto se da mediante sus estrategias DMAIC, definir, medir, analizar, implementar y controlar, comparando la medición de los resultados obtenidos anteriormente con respecto a los actuales, regresando al principio de esta estrategia y haciendo que sea un proceso cíclico; apoyándose en datos estadísticos, lo que permite saber el origen del problema, demostrar el nivel de mejora y estableciendo los rangos de variabilidad, con lo cual se tiene una producción estándar y productos uniformes. (Mantilla y Sánchez, 2012; Ramos, 2013; Bermúdez, Betancurt y Muñoz, 2016; Eguren, Goti, y Pozueta, 2010).

Sin embargo, otras investigaciones la presentan como una estrategia enfocada a la calidad y mejora continua, implementada en las grandes empresas, que busca en sus procesos repetitivos la reducción de los errores, mejorar la cadena de valor, con ello aumentar su eficiencia y eficacia, que tendrá como resultado, mejorar el nivel de satisfacción del cliente, para así ser más atractivos a los clientes. (Pérez y García, 2014; Dube et. al. 2017; Hayler y Nichols, 2005; Caicedo, 2011 citado por Herrera, Pérez y Venecia, 2017).

Además, para poder llevar a cabo la correcta implementación de esta metodología, es esencial el total compromiso de todos los niveles jerárquicos de la empresa, además de un soporte técnico adecuado, a fin de garantizar que su real impacto. Así mismo, se debe contar con un alto nivel de responsabilidad por parte de todo el personal involucrado de la

implementación, ya que son pieza fundamental para desarrollar la real magnitud que puede ofrecer Six Sigma. De ser así, la gestión responsable de la implantación de esta metodología debe saber que se requieren principalmente trabajar en dos puntos importantes como lo son el tiempo y el compromiso. Además, se tiene que invertir, no solo lo anterior dicho, sino también dinero que, en poco tiempo, se convertirá en un ahorro para la empresa (Mantilla y Sánchez 2012; Pérez y García 2014; Herrera, Pérez y Venecia, 2017; Garza y Abrego, 2017)

Navarro, Gisbert y Pérez (2017) señalan que la experiencia empresarial de la implementación de la metodología Six Sigma se puede aplicar en diferentes tipos de organizaciones, pero, la gerencia general debe asumirla como una herramienta de gestión que será utilizada para medir y mejorar la calidad en todos sus procesos. Además, está basada en el análisis de datos, con lo cual se busca conseguir el nivel más cercano a la perfección, reduciendo las alteraciones en los procesos (Muñoz, 2018; Gastelum et al., 2018; Aristizábal y Zuluaga, 2018; Ortega et al., 2019; Tello y Aguirre, 2019; Chávez, et al. 2018).

Por consiguiente, el análisis global evidencia que la tendencia de los estudios revisados con relación a la aplicación de la metodología Six Sigma, la consideran como la herramienta que hace posible desarrollar procesos para mejorar la productividad en aspectos o etapas como la definición, medición y análisis de áreas críticas de las empresas. Por ello, la regulación en sus procesos ayuda a mejorar el rendimiento y a reducir costos de la calidad operativa, ya que, de no aplicarlo, la gestión no maximizaría su producción. Además, el análisis crítico de los escritos, recalca la experiencia que debe tener el profesional que decide aplicar la metodología, para desarrollar de manera eficaz y eficiente sus procesos.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Según el objetivo general, identificar las principales experiencias de la metodología Six Sigma para reducir la variabilidad del proceso en las empresas industriales durante los últimos diez años, en los resultados obtenidos de la Tabla 2 se evidencia que se han implementado las herramientas Six Sigma en las empresas.

La revisión sistemática sintetizó los 25 estudios con los que se pudo dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿cuál es el impacto de las experiencias de la metodología six sigma para reducir la variabilidad del proceso en las empresas industriales? Cumpliendo así el objetivo central del presente trabajo.

Con respecto al estudio, los hallazgos nos presentan una limitada fuente de artículos sobre la metodología Six Sigma relacionado a las empresas nacionales; por lo mismo, su mayor alcance se evidencia en los repositorios de tesis, ya sea, de grados o títulos en el Perú. Por consiguiente, el mayor registro de la literatura se presenta en países como Colombia y México, donde nos ha ayudado a comprender cómo la metodología Six Sigma contribuye a la mejora continua en sus procesos.

La revisión de la literatura científica nos presenta la necesidad de implementar la metodología Six Sigma con el propósito de potenciar la capacidad de producción o servicios que las empresas ofrecen minimizando la probabilidad de error en sus procesos y maximizando el nivel de satisfacción del cliente, tal como dice Guevara N. (2020) que en sus investigaciones señala que “se aplica el método Six Sigma como estrategia metodológica central para conducir el estudio”

Por lo tanto, considerando que el objetivo de la investigación se identificó que la aplicación de la metodología Six Sigma radica en mejorar el nivel de calidad del producto ofrecido, pudiendo ser este medible al evidenciar la reducción de reprocesos, productos no conformes, todo lo que no agregue valor a la cadena de suministros, influyendo positivamente en los plazos de entrega que pudieran establecerse en la gestión y atención al cliente; por otra parte Navarro, E., Gisbert, V. y Pérez, A. (2017), en sus estudios concluyen que “Six Sigma es una herramienta con la finalidad de medir y mejorar la calidad”

Por último, se evidencia que la implementación de la metodología Six Sigma mejorará la rentabilidad de la empresa que decida sumarla en su plan de gestión de procesos, como afirma Tello y Aguirre (2019) los cuales señalan que “Six- Sigma es considerada como una metodología para mejorar y desarrollar la continua de los productos y servicios, eliminando los defectos y fallos en los procesos, logrando un mayor impacto en los resultados de las grandes compañías”. Los cuales evidencian que la metodología Six Sigma genera una óptima utilización de los recursos necesarios para el desarrollo y crecimiento del producto que llevará a atraer, captar y retener clientes potenciales, lo cual afirma que el impacto de implementación de la herramienta Six Sigma tiende a aumentar la eficiencia de un modo significaba en la optimización de sus procesos.

Así mismo, la gerencia general no debe considerarla un gasto, sino todo lo contrario, como una inversión que generará resultados satisfactorios a corto y mediano plazo. Además, Ortiz M. (2020) considera que “la implementación de la metodología Six Sigma, como una filosofía gerencial que permite alcanzar mejores niveles de competitividad y productividad empresarial”

REFERENCIAS

- Alvarado, F. (2011). El Six Sigma en la gestión de procesos. *Revista conexión ESAN*, 1, pp. 1-2.
- Arango, M., Gomez, R., Alvarez, K. (2011). Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte de carbón en Colombia con Six Sigma. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 30, pp. 23-37
- Aristizabal, V., Zuluaga, W. (2018). Algunos elementos de la metodología Six Sigma aplicados a la empresa INDALAR SAS. *Institución Universitaria Politécnico Gran Colombiano*, pp. 2-33.
- Avelar, D. Toro, E. (2018). PubMed: Clinical Queries, Terminología MeSH y Operadores Booleanos. *Revista de Medicina Clínica*, 2(3), pp. 96-100.
- Barros, C. y Turpo, O. (2017). La formación en el desarrollo del docente investigador: una revisión sistemática. *Revista espacios*, 38(45), pp. 1-11.
- Barros, C. y Turpo, O. (2017). La formación en el desarrollo del docente investigador: una revisión sistemática. *Revista espacios*, 38(45), pp. 1-11.
- Bermudez, H., Benancurt, L., Muñoz, J. (2016). Six Sigma como herramienta de mejoramiento continuo: Caso de estudio. *Revistas Espacios*, 37(9), pp. 9.
- Chávez, J, et al. (2018). Efecto del mantenimiento industrial, maquinaria y equipo, mano de obra, métodos de trabajo y materia prima con respecto al nivel de Six Sigma en una Pyme: Caso bloquera medina del municipio de San Pedro Cholula, Puebla. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2(6), pp. 34-44.

Dube, M. et al. (2017). Procedimiento de mejora de la cadena inversa utilizando metodología

Six Sigma. *Ingeniería Industrial*, 38(3), pp. 247-256.

Garza, J., y Abrego, R. (2017). Reducción y control de costos en empresa de manufactura

con Six Sigma. *Revista Innovaciones de Negocios*, 12(24), pp. 207-235.

Gastelum, C. et al. (2018). Six Sigma en Instituciones de Educación Superior en México.

Información Tecnológica, 29(5), pp. 91-100.

Giménez, J. (2019). ¿Qué problemas puede resolver el Lean Six Sigma? *Revista conexión*

ESAN, 1, pp. 1-2.

Guevara, N. (2020). Metodología Six Sigma para la mejora de la calidad en la empresa

REPROIMAV, Ecuador. *Emthymos: Revista de Estudios Empresariales*. 1(1),
pp.57-86.

Herrera, G., Pérez, Y., Venecia, E. (2017). Enfoque Six Sigma y proceso analítico jerárquico

en empresa del sector lácteo. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(80), pp. 610-636.

Mantilla, O. y Sanchez J. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos

logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios Gerenciales*, 28(124), pp. 23-43.

Manzano, R. y García, H. (2016). Sobre los criterios de inclusión y exclusión. Más allá de

la publicación. *Revista chilena de pediatría*, 87(6), pp. 511-512.

Moher, D. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses:

The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264.

Moher, D. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses:

The PRISMA Statement. *Revista Annals of Internal Medicine*, 151(4), pp. 1-27.

- Moher, D. et al. (2016). Ítems de referencia para publicar Protocolos de Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis Declaración PRISMA-P 2015. *Revista española de nutrición humana y dietética*, 20(2), pp. 148-160.
- Moreno, B. et al. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 11(3), pp. 184-186.
- Navarro, E., Gisbert, V. y Pérez, A. (2017). Metodología e implementación de Six Sigma. *Revista 3c Empresa: investigación y pensamiento crítico*, 1, pp. 73-80.
- Ortega, H. et al. (2019). Introducción de la medida de calidad en la producción de aulas virtuales de la universidad EAN. Six Sigma. *Revista Estratégica Organizacional*. 8(1). pp. 59-83.
- Ortiz, M. (2020). Implementación del modelo Six Sigma como estrategia de mejora en Pymes de Latinoamérica. *Fundacion Universidad de America*,
- Osorio, A. (2018). Plan para mejorar la calidad del granel en una empresa de alimentos basado en la filosofía seis sigma y ciclo PDCA. *Revista REDIP. UNEXPO. VRB*, 8(1), pp. 1401-1419.
- Pérez, E. y García, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Six Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Tecnología en Marcha*. 27(3), pp. 88-106.
- Pérez, I. y Rojas, J. (2019). Lean, Six Sigma y Herramientas Cuantitativas: Una Experiencia Real en el Mejoramiento Productivo de Procesos de la Industria Gráfica en Colombia. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 30, pp. 259-284.
- Pérez, U. (2020). Aplicación del Six-sigma en una institución superior: sus tres primeras etapas. *Revista Aletheia IEU Universidad*, 4(8), pp. 1-25.

- Ramos, W. (2013). Incremento de la productividad a través de la mejora continua en calidad en la subunidad de procesamiento de datos en una empresa Courier: El caso de Peru Courier. *Revista de Investigación Industrial Data*, 16(2), pp. 59-66.
- Solís, L. et al. (2019). Diagnóstico de la necesidad de implementación de la metodología “Six Sigma” en mipymes de manufacturas de la ciudad de milagro, Ecuador. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 23(90), pp. 37-43.
- Soto, Y. et al. (2020). Sistema de Aseguramiento de Calidad (SAC), basado en la metodología Six Sigma para reducir la variabilidad de tono en los procesos de inyección-soplo de plástico. *Revista de Operaciones Tecnológicas*, 14(4), pp. 22-31.
- Tello, J. y Aguirre, M. (2019). Six-Sigma una estrategia de negocios para mejorar la calidad de los productos. *ProSciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(25), pp. 12-17.
- Tinoco, F. (2013). Six Sigma en logística: Aplicación en el almacén de una unidad minera. *Revista de Investigación Industrial Data*, 16(2), pp. 67-74.
- Tolamatl, J. et al. (2011). Aplicación de Six Sigma en una microempresa del ramo automotriz. *Conciencia Tecnológica*, 42, pp. 11-18.
- Vergel, M. y Martínez, J. (2016). Filosofía Gerencial Six Sigma en la gestión universitaria. *Revista de la facultad de ciencias Económicas y Empresariales FACE*, 15(2), pp. 99-106.
- Vidal, M. et al. (2015). Revisiones sistemáticas. *Revista Educación Médica Superior*, 29(1), pp. 198-207.

Zuluaga, W. (2018) Proyectos de desarrollo de proveedores utilizando Six Sigma: un análisis de Schneider Electric de Colombia SA. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, pp.173-184.