



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA SIX SIGMA EN EL CONTROL DE CALIDAD EN LAS EMPRESAS DURANTE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS”: una revisión de la literatura científica

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autores:

Milagros del Carmen Cardenas Marin

Oksannoshka Janet Garcia Quiroz

Asesor:

Mg. Lupe Yovani Gallardo Pastor

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

A nuestros padres por confiar en nosotras cada día y
alentarnos a siempre ir por más.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos infinitamente a nuestros padres,
docentes y amigos por el apoyo brindado durante
todos años.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS	20
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS	28

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Número de artículos seleccionados por fuente de información</i>	11
<i>Tabla 2: Información seleccionada clasificada según año de publicación, título, autor, método y objetivo de estudio</i>	13
<i>Tabla 3: Información seleccionada clasificada según título, palabras clave, tipo de estudio, idioma, país y resultados</i>	16
<i>Tabla 4: Cuadro comparativo de las principales fuentes</i>	25

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Gráfico 1: Especificación de artículos encontrados y seleccionados</i>	20
<i>Gráfico 2: Criterios de exclusión de la información encontrada</i>	20
<i>Gráfico 3: Distribución porcentual de artículos clasificados según el año de publicación</i>	21
<i>Gráfico 4: Distribución porcentual de los artículos seleccionados según la base de datos</i>	21
<i>Gráfico 5: Distribución porcentual de los artículos seleccionados según el idioma</i>	22
<i>Gráfico 6: Distribución porcentual de los artículos seleccionados según el país de procedencia</i>	22
<i>Gráfico 7: Distribución porcentual de los artículos seleccionados según el tipo de estudio</i>	23

RESUMEN

En la actualidad, las empresas se encuentran bajo la constante presión de mejorar la calidad de sus productos o servicios, por lo que recurren a diversas metodologías y herramientas que les permitan lograr tal propósito.

En efecto, la presente revisión sistemática tiene como objetivo conocer la herramienta Six Sigma y el impacto de su aplicación en las industrias en los últimos 5 años para el control de calidad. Por ello, se realizó una búsqueda en fuentes de información tales como Ebsco, ScienceDirect, Redalyc, Dialnet y Scielo, de las cuales se analizaron 28 de 72 artículos científicos según los criterios de elegibilidad: tipo de estudio, año de publicación no mayor a 5 años y la relación con el tema central de la investigación.

La principal limitación de esta investigación fue no encontrar muchos artículos de estudios disponibles en texto completo.

Según las características del estudio, solo el 54% de los artículos demuestran el impacto de Six Sigma en las empresas, el resto solo se dedica a informar sus beneficios. Estos permitieron reforzar el conocimiento acerca de la herramienta Six Sigma y su impacto positivo en aquellas industrias que la implementan, permitiéndoles reducir defectos, aumentar el nivel sigma e incrementar su rentabilidad.

PALABRAS CLAVES: Six Sigma, control de calidad, procesos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El actual ambiente competitivo exige a las organizaciones estar constantemente innovando para mejorar su calidad y crear valor tanto para la compañía como para sus clientes. Aquí interviene la metodología Six Sigma, la cual se encarga de reducir la variabilidad de los procesos a fin de mejorar su calidad, basándose en el enfoque al cliente como estrategia de negocio (Gisbert & Rodrigo, 2016). Dicho en términos de negocio, Six Sigma mejora la rentabilidad, expulsa residuos, reduce costes de calidad y mejora la efectividad y eficiencia de las operaciones (Blasco, Gisbert, & Perez-Bernabeu, 2019). Por tal, representa una estrategia sistemática que permite la generar productos y servicios eficientes (Garza, González, Rodríguez, & Hernández, 2016).

La creciente conciencia de la necesidad de mejorar la calidad en el sector industrial (Smętkowska & Mrugalska, 2018) ha popularizado esta metodología de resolución de problemas o mejora de procesos que, recurre a una serie de pasos bien definidos que constituyen el ciclo DMAIC (Costa, Silva, & Pinto, 2017). Este consiste en el desarrollo de cinco fases (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) donde cada uno adopta herramientas estadísticas y cualitativas para corregir las fuentes de variabilidad y evaluar el proceso a nivel de calidad (Deeb, Haouzi, Aubry, & Dassiti, 2018).

Entonces, su implementación permite mejorar la calidad y el control de procesos, eliminando los desperdicios y generando ahorros anuales (Garza & Abrego, 2015). Los procesos Six Sigma muestran un enfoque probado para que las empresas mejoren su desempeño y sostenibilidad (Simanová, Sujová, & Gejdoš, 2019). La mejora de procesos bajo dicho enfoque permite tomar decisiones que garantizan un alto nivel de confianza a la hora de medir el rendimiento del proceso, controlar productos defectuosos y determinar la productividad con impacto en la rentabilidad de la organización (Herrera, Pérez, &

Venecia, 2017). A medida que el enfoque madura con los años, Six Sigma ha ganado impulso en los servicios, la salud o la alimentación (Pacheco, 2014). Asimismo, sus principios son el enfoque en el cliente, las decisiones basadas en datos, el enfoque en los procesos, la administración proactiva, la colaboración sin barreras y la búsqueda de la perfección (Smith, 2016).

Desde el enfoque en los procesos, es importante abordar la metodología Seis Sigma como estrategia competitiva (López, Hernández, Velázquez, & Olivares, 2019). Pese a los escasos artículos o casos de estudio de investigación aplicada (Garza & Abrego, 2015), Seis Sigma es una de las herramientas más utilizadas internacionalmente; por lo que conocer el estado de situación de la misma es prioritario (Ruiz, Ayala, Alomoto, & Acero, 2015). Ello justifica la necesidad de desarrollar más investigaciones rigurosas como el de Smętkowska y Mrugalska: “Uso del Six Sigma y DMAIC para mejorar la calidad del proceso de producción: un caso de estudio”.

Por consiguiente, se realiza esta investigación con la finalidad de dar respuesta a la pregunta de estudio: ¿Qué se conoce sobre la aplicación de la herramienta Six Sigma y su impacto en el control de calidad en las empresas durante los últimos 5 años? Con la información obtenida se espera tener una base sólida de conocimientos de diversos autores, demostrando así que la aplicación de Six Sigma en las empresas trae múltiples beneficios.

En tal sentido, el objetivo del estudio es conocer el impacto de la aplicación de la herramienta Six Sigma en el control de calidad en las empresas durante los últimos 5 años, mediante una revisión sistemática de la literatura científica obtenida de la base de datos de la Biblioteca Virtual de la Universidad Privada del Norte, ScienceDirect, Ebsco, Scielo, entre otras fuentes confiables.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Se efectuó una revisión sistemática como metodología de estudio. Un artículo de este tipo es propuesto como posible medio de generación de conocimiento y de producción investigativa (Pérez, 2015), del cual debe resaltarse “su credibilidad en la búsqueda, compilación, organización y análisis de la información obtenida de la investigación” (Medina & Barria, 2010). Este estudio de revisión sistemática de la literatura científica tiene como finalidad “examinar la bibliografía publicada y situarla en perspectiva para contestar una pregunta bien definida y estructurada” (Torres-Fonseca & López-Hernández, 2014)

2.2. Clasificación de estudios

Por tal razón, esta revisión sistemática de la literatura científica busca responder a la interrogante: ¿Qué se conoce sobre la aplicación de la herramienta Six Sigma y su impacto en el control de calidad en las empresas durante los últimos 5 años? Para ello, se detalla los criterios en la selección de estudios, las fuentes de información utilizadas y el proceso de clasificación según la información obtenida.

2.3. Recursos de información

Las bases de datos consultadas son:

- **EBSCO:** Base de datos de información científica en diversas áreas, cuyo acceso se encuentra disponible en la biblioteca virtual de la Universidad Privada del Norte.
- **Scielo:** Plataforma que posibilita el acceso a revistas científicas, en la cual se puede aplicar filtros de búsqueda, incluyendo listas de títulos y por materia.
- **ScienceDirect:** Fuente de información de las revistas científicas que publica Elsevier para la investigación científica, técnica y médica.

- **Redalyc:** Plataforma de revistas científicas arbitradas de acceso abierto editadas en Iberoamérica.
- **Dialnet:** Portal de difusión de la producción de literatura científica hispana.

Las fuentes mencionadas se consideran confiables pues se encuentran dentro del ranking de los mejores buscadores académicos garantizando la veracidad de los estudios seleccionados. Por ello, se muestra a continuación el número de artículos seleccionados por fuente.

Tabla 1: Número de artículos seleccionados por fuente de información

Base de datos	N° de artículos científicos
Dialnet	5
ScienceDirect	9
Ebsco	4
Redalyc	6
Scielo	4
Total	28

2.4. Estrategias en la búsqueda de información

Se desplegó una revisión sistemática a fin de recabar artículos de revistas científicas relacionados con el tema de investigación. La búsqueda de información se realizó en fuentes confiables con el apoyo de las palabras clave establecidas: Six Sigma, calidad y procesos. Se delimitó la información encontrada a publicaciones arbitradas relacionadas con la pregunta de estudio para posteriormente establecer el tiempo de periodo de las publicaciones a los últimos cinco años, dando prioridad a los más recientes.

2.5. Criterios de inclusión

Uno de los criterios de inclusión tomado en cuenta, es la calidad del artículo ya que, se seleccionaron aquellos que abordan la metodología Six Sigma como tema central, verificando que no exceda el rango de tiempo establecido: 2014-2019. Cabe mencionar

que se consideraron artículos no solo en español, sino también aquellos de idioma inglés y portugués por presentar un contenido relevante y más riguroso sobre el tema de investigación y su metodología de implementación.

2.6. Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión considerados son: (1) publicaciones fuera del rango de antigüedad establecido, (2) investigaciones de tesis, libros o blogs, y (3) artículos que cruzaban la variable de estudio con otras metodologías de calidad.

2.7. Selección de datos

La información seleccionada se organizó en las siguientes tablas, tomando en cuenta las características de la unidad de análisis.

Tabla 2: Información seleccionada clasificada según año de publicación, título, autor, método y objetivo de estudio

Año	Título	Autor	Método de estudio	Objetivo de estudio
2019	Seis Sigma como estrategia competitiva: principales aplicaciones, sectores de implementación y factores críticos para el éxito (FCE)	López, A., Hernández, J., Velázquez, K., Olivares, L.	Revisión sistemática	Presentar resultados de la revisión de literatura relacionada con Seis Sigma y proporcionar una visión general de los principales factores para su correcta y exitosa implementación.
2019	Metodología de integración: ISO 9001, ISO 31000 y Six Sigma	Blasco, M., Gisbert, V. y Pérez-Bernabéu, E.	Análisis del estado del arte en cuanto a metodologías de integración	Desarrollar una nueva metodología de integración que incluya las mejores prácticas de la metodología Six Sigma, la gestión del riesgo en base a la ISO 31000:2018 y la gestión de la calidad en base a la norma ISO 9001:2015.
2019	Nuevo índice de rendimiento del proceso de tolerancias asimétricas para el método Bootstrap y el enfoque Six Sigma	Wang, Ching y Chen, Kuen	Enfoque analítico	Proponer un nuevo índice de capacidad de proceso y desarrollar un modelo Six Sigma para promover la calidad del producto.
2019	Mejora del rendimiento y la calidad de los procesos mediante la aplicación e implementación de la metodología Six Sigma en el proceso de fabricación de muebles	Simanová, L., Sujová, A., & Pavol, G.	Aplicación e implementación de Six Sigma. Uso de algunas herramientas DMAIC.	Ilustrar la aplicación de métodos y procedimientos seleccionados en la implementación de la Metodología Six Sigma
2019	Introducción de la medida de calidad en la producción de aulas virtuales de la universidad EAN. Seis Sigma	Ortega, H.; Anaya, L.; Hernández, N. y Valbuena, S.	Revisión de fuentes con proceso sistemático	El alcance del presente abordaje del modelo Seis Sigma pretende introducir su metodología en el proceso de Gestión del Conocimiento, específicamente en el área de producción de aulas virtuales de la Universidad EAN.
2019	Cultura organizacional y prácticas de calidad TQM/Six sigma: Un estudio en farmacias de manipulación	Silva, D.; Ribeiro, M.; Oliveira, D.	No reporta	Presentar un análisis estratégico de la importancia de la relación entre la cultura organizacional y la implementación de programas de gestión de calidad, tales como Total Quality Management (TQM) y Six Sigma.
2018	Un marco genérico para apoyar la implementación del enfoque Six Sigma en las PYME	Deeb, S., Haouzi, H. B.-E., Aubry, A., & Dassisti, M.	Estado del arte, revisión de estudios en Six Sigma	Presentar un marco basado en estudios para apoyar la implementación del enfoque Six Sigma en PYME.
2018	Uso de Six Sigma DMAIC para mejorar la calidad del proceso de producción: un caso de estudio	Smętkowska, M. y Mrugalska, B.	Análisis con la aplicación de metodología DMAIC.	Este documento presenta cómo implementar el ciclo DMAIC como un elemento de mejora continua en la práctica.

2018	Éxito Six Sigma: mirando a través del liderazgo auténtico y lentes teóricas de integridad conductual	Swain, A. K.; Ray C. y Gardner, W.	Encuesta transversal en 6 industrias	Relación entre las características de liderazgo y el éxito Six Sigma.
2017	Desarrollo de un modelo de dinámica de sistemas en la metodología Seis Sigma	Cardiel-Ortega, J.J., Baeza-Serrato, R., y Lizarraga-Morales. R.A.	Utilizan la metodología de la dinámica de sistemas	La investigación se centra en la implementación de la herramienta de dinámica del sistema, para cumplir con cada una de las fases de la metodología DMAIC
2017	Mejora en el proceso de extrusión en la producción de neumáticos utilizando la metodología Six Sigma.	Costa, T., Silva, F., y Pinto, L.	-	Mejorar el proceso de extrusión de caucho de dos semiproductos de neumáticos adoptando la metodología Six Sigma y utilizando el ciclo DMAIC.
2017	Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo	Herrera, G., Pérez, G., & Venecia, E.	Revisión de literatura y uso de herramientas cuantitativas	Proporcionar una metodología adaptada a una empresa del sector lácteo bajo el análisis del Seis Sigma y el Proceso Analítico Jerárquico encaminado a la toma de decisiones
2017	Un estudio de caso de la metodología Six Sigma para definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC) en el sector de la confección	Rahman, A.; Uddin, S.; Kumar, S.; Zahed, M.; Kamrul, S.; Mandal, R. y Islam, U.	-	Aplicación de metodología Six Sigma para reducir los defectos en las prendas.
2017	Especificaciones de calidad en base a error total: ¿Cuál es la mejor elección?	del Campillo, S.; de Elías, E.; Kiener, G.; Kiener, O. y Barzón, S.	-	Evaluar el desempeño anual de los métodos, en términos de error total (ET), las distintas especificaciones de calidad disponibles y el modelo Seis Sigma para calificar desempeño.
2016	Seis Sigma en PYMES con bajo volumen de producción. Una experiencia de éxito en aeronáutica	Garrido-Vega, P.; Sacristán-Díaz, M.; Magaña- Ramírez, L. M.	Revisión Sistemática	Estudiar su aplicabilidad en pymes, con bajos volúmenes de producción, e identificar los principales factores de éxito y obstáculos para su implementación
2016	Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio	Garza, R.; González, C.; Rodríguez, E.; y Hernández, C.	Enfoque Cuantitativo	Evaluar y mejorar los procesos con el objetivo de satisfacer al cliente y, por ende, elevar las utilidades de una organización
2016	Qué es seis sigma, barreras y claves de funcionamiento en las pymes	Gisbert, V. y Rodrigo, M.	Revisión Teórica	Presentar las dificultades de la implementación 6S en PYMES y claves para su buen funcionamiento
2016	El impacto de la estrategia de calidad en el desempeño de la organización	Smith, E.	Revisión del estado del arte y estudio empírico	Informar el impacto que tiene la estrategia de calidad en factores de desempeño de la organización en diferentes rubros
2016	Una aplicación de la metodología Seis Sigma para la optimización de línea de producción de arneses	Baro, Manuel; Estrada, Mauricio y García, Iván	-	Aplicar metodología Six Sigma para el aumento de la eficiencia en una línea de producción de arneses automotrices.

2015	Revisión de la literatura sobre gestión de la calidad: caso de las revistas publicadas en Hispanoamérica y España	Ruiz, A., Ayala, J., Alomoto, N. y Acero, J	Cualitativa	Presentar una revisión de las investigaciones sobre gestión de la calidad publicadas en revistas hispanoamericanas y españolas entre 2005 y 2013
2015	Uso de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de ensamblaje en una empresa automotriz	Pugna, A.; Negrea, R.; y Miclea, S.	-	Mejorar el proceso de ensamblaje en una empresa automotriz en Rumania mediante el uso del pensamiento estadístico y DMAIC Metodología Six Sigma
2015	Reducción y control de costos en empresa de manufactura con Seis Sigma	Garza, J. y Abrego, R.	Investigación empírica, estudio cuantitativo	Indicar como la estadística y Seis Sigma encuentran soluciones operativas de causa raíz, mejora de calidad y control de procesos.
2015	Tratamiento del agua para el suministro humano: contribuciones de la metodología Six Sigma	Pohlmann, P.; Alcaide, A.; Ferreira, M. A. y Chiappetta, C.	Análisis bibliográfico	Propuesta para adaptar la metodología Six Sigma a los procesos involucrados en el tratamiento del agua.
2015	Desarrollo de un modelo matemático para procesos multivariados mediante Balanced Six Sigma	Díaz, E., Díaz, C., Barroso, L. y Pico, B.	No específica	Desarrollar un modelo matemático a través de Balanced Scorecard y herramientas de mejora de la productividad Seis Sigma para procesos con múltiples respuestas.
2014	Teoría de restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma: límites y posibilidades de integración	Pacheco, D.	Revisión Teórica	Cerrar la brecha en la literatura de Gestión de Operaciones para explicar las similitudes y diferencias entre el TOC y Six Sigma para la mejora continua
2014	Definición de la gestión de la calidad en el sector automotriz: Una percepción Six-Sigma	Kumar, A. y Khanduja, D.	-	Aplicar Six Sigma en una empresa de fabricación del sector automotriz para reducir el nivel de defectos.
2014	Mejora de la efectividad del intercambiador de calor de carcasa y tubo a través de las fases Six Sigma DMAIC	Srinivasan, K.; Muthu, S.; Devadasan, S y Sugumaran, C.	-	Implementar Six Sigma a través de metodología DMAIC en una empresa de fabricación de hornos de pequeño tamaño.
2014	Uso de la metodología Seis Sigma en la preparación de mezclas de nutrición parenteral	Silgado, M.; Basto, I. y Ramírez, G.	Análisis gravimétrico	Usar las herramientas de la metodología Seis Sigma para el control estadístico de elaboración de mezclas de nutrición parenteral en el punto crítico de control gravimétrico.

Tabla 3: Información seleccionada clasificada según título, palabras clave, tipo de estudio, idioma, país y resultados

Año	Título	Palabras clave	Tipo de estudio	Idioma	País	Base de datos	Resultados
2019	Seis Sigma como estrategia competitiva: principales aplicaciones, sectores de implementación y factores críticos para el éxito (FCE)	Seis Sigma, aplicaciones, sectores de implementación, factores críticos de éxito	-	Inglés	Colombia	Dialnet	Se analizan los Factores Críticos de Éxito (FCE) más destacados y se proponen diversas líneas de investigación y ámbitos de aplicación de Seis Sigma.
2019	Metodología de integración: ISO 9001, ISO 31000 y Six Sigma	Integración, ISO 9001, ISO 31000, Six Sigma, Pyme	Estudio empírico	Español	España	Dialnet	Se propone una metodología de integración compuesta por un modelo de 6 fases.
2019	Nuevo índice de rendimiento del proceso de tolerancias asimétricas para el método Bootstrap y el enfoque Six Sigma	Índice de rendimiento del proceso, Six-sigma, Método Bootstrap	Estudio empírico	Inglés	Taiwán	Science Direct	El índice de capacidad del proceso puede usarse como una herramienta de evaluación de Six Sigma y aplicarse con éxito en varias industrias para mejora de la calidad.
2019	Mejora del rendimiento y la calidad de los procesos mediante la aplicación e implementación de la metodología Six Sigma en el proceso de fabricación de muebles	Proceso, calidad, Six Sigma, DMAIC, regulación estadística, rendimiento del proceso	No reporta	Inglés	Slovakia	Ebsco	Six Sigma es apropiada para mejorar la calidad y rendimiento de los procesos en la fabricación de muebles. Los resultados demuestran una reducción de piezas no conformes, lo que supone un ahorro de costes.
2019	Introducción de la medida de calidad en la producción de aulas virtuales de la universidad EAN. Seis Sigma	Seis Sigma; gestión de calidad; administración; economía	Investigación descriptiva	-	Perú	Ebsco	A partir de los resultados obtenidos se optimizó el proceso de producción de aulas virtuales para tomar medidas preventivas y correctivas y aumentar el nivel de satisfacción de los clientes.
2019	Cultura organizacional y prácticas de calidad TQM/Six sigma: Un estudio en farmacias de manipulación	Calidad, prácticas de calidad, TQM, Six Sigma, cultura organizacional.	Estudio exploratorio-descriptivo y correlacional	Inglés	Brasil	Ebsco	Los resultados muestran la existencia de relaciones entre los perfiles culturales actuales e ideales y las prácticas de calidad TQM / Six Sigma.
2018	Un marco genérico para apoyar la implementación del enfoque Six Sigma en las PYME	Six sigma, DMAIC, SMEs, Framework, Meta-model, Formalization	No reporta	Inglés	-	Science Direct	Hace falta un marco aplicable centrado en las PYME para ayudarlas a implementar con éxito Six Sigma.

2018	Uso de Six Sigma DMAIC para mejorar la calidad del proceso de producción: un caso de estudio	DMAIC, calidad, mejora, Six Sigma	Caso de estudio	Inglés	Polonia	Science Direct	Six Sigma se enfoca principalmente en la mejora de los procesos de producción, lo que conduce al aumento de la rentabilidad de la empresa.
2018	Éxito Six Sigma: mirando a través del liderazgo auténtico y lentes teóricas de integridad conductual	Integridad conductual, Gestión de la calidad, Six Sigma, análisis factorial y encuesta de investigación	-	Inglés	Estados Unidos	Science Direct	Los líderes auténticos pueden fomentar niveles elevados de rendimiento Six Sigma en el lugar de trabajo.
2017	Desarrollo de un modelo de dinámica de sistemas en la metodología Seis Sigma	Seis Sigma, DMAIC, dinámica de sistemas, tejido de punto.	-	Inglés	Colombia	Redalyc	Los resultados muestran una mejora en el rendimiento del proceso al aumentar el nivel de sigma permitiendo la validación de la propuesta.
2017	Mejora en el proceso de extrusión en la producción de neumáticos utilizando la metodología Six Sigma.	Industria automotriz, Incremento de la productividad, Six Sigma, DMAIC.	-	Inglés	España	Science Direct	Las acciones implementadas contribuyeron a una reducción significativa en el material no conforme generado.
2017	Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo	Seis sigmas, proceso analítico jerárquico, mejora de procesos	Investigación descriptiva	Español	Venezuela	Redalyc	Los hallazgos encontrados muestran que ambas metodologías pueden integrarse en pro de la solución de un problema.
2017	Un estudio de caso de la metodología Six Sigma para definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC) en el sector de la confección	Six Sigma; DMAIC; defectos, prendas	Caso de estudio	Inglés	Bangladés	Dialnet	Se logró una reducción de aproximadamente el 35% en el defecto de la prenda, mejorando el nivel Sigma desde 1.7 a 3.4.
2017	Especificaciones de calidad en base a error total: ¿Cuál es la mejor elección?	Especificaciones de calidad; Error total; Desempeño analítico; Seis Sigma	Estudio retrospectivo	Español	Argentina	Redalyc	-
2016	Seis Sigma en PYMES con bajo volumen de producción. Una experiencia de éxito en aeronáutica	Seis Sigma, DMAIC, Calidad, Aeronáutica, Investigación en Acción	Investigación en acción (Aplicativo)	Inglés	España	Redalyc	Los resultados confirman su aplicabilidad y sugieren que el éxito depende de factores claves como el compromiso del equipo, la disponibilidad de recursos y la formación previa.
2016	Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio	Seis Sigma; simulación discreta; lenguaje Arena; índice PRES.	-	Español	España	Redalyc	El uso de la simulación permitió analizar las diferentes acciones de mejoras y determinar los valores de las variables de interés definidas por el grupo administrativo.

2016	Qué es seis sigma, barreras y claves de funcionamiento en las pymes	Calidad, productividad, cliente, Seis Sigma, PYME	-	Español	España	Dialnet	Se concluye que Seis Sigma promueve un cambio cultural en la organización que, no solo reduce errores, sino que fortalece el talento humano.
2016	El impacto de la estrategia de calidad en el desempeño de la organización	Calidad, estrategia, desempeño, impacto.	No reporta	Español	Colombia	Redalyc	Se demuestra que la implementación de una estrategia de calidad en la organización impacta positivamente algunos factores de desempeño organizacional.
2016	Una aplicación de la metodología Seis Sigma para la optimización de línea de producción de arneses	Seis Sigma, producción, desperdicio, inferencia estadística	-	Español	México	Dialnet	La aplicación de la metodología Seis Sigma aumenta la eficiencia en los procesos de producción, reduce los desperdicios y utiliza de forma óptima los recursos disponibles.
2015	Revisión de la literatura sobre gestión de la calidad: caso de las revistas publicadas en Hispanoamérica y España	Gestión de la calidad, Hispanoamérica, España	No reporta	Español	España	Science Direct	Se sugieren varias líneas de investigación que podrían reflejar contribuciones significativas en la gestión de la calidad. Además, la revisión propone áreas de interés para los investigadores.
2015	Uso de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de ensamblaje en una empresa automotriz	Six Sigma; DMAIC; Xbar & R charts; AHP; Poka Yoke	Enfoque sistemático	Inglés	Rumanía	Science Direct	Se demostró que la metodología proporciona mejoras de calidad innovadoras en un tiempo razonable.
2015	Reducción y control de costos en empresa de manufactura con Seis Sigma	Control de calidad, desperdicios, muda, Seis Sigma, línea base	Aplicativo	Español	México	Ebsco	Con el análisis DMAIC se logró reducir el consumo de pintura en polvo en un 32% sobre pieza con una reducción de \$1, 000,000.00 de pesos en gastos anualmente.
2015	Tratamiento del agua para el suministro humano: contribuciones de la metodología Six Sigma	Six Sigma, saneamiento ambiental, estación de tratamiento de agua	Estudio experimental	Portugués	Brasil	Scielo	La metodología Six Sigma como herramienta que promueve la elevación de la calidad, al reducir las no conformidades en los procesos de producción
2015	Desarrollo de un modelo matemático para procesos multivariantes mediante Balanced Six Sigma	Balanced Scorecard (BSC), Seis Sigma, estadística multivariante, desempeño organizacional.	Caso de estudio	Español	México	Scielo	Se obtuvo que 87.22% de las empresas de manufactura tiene un nivel de calidad aceptable (3 sigma o más), sin embargo, el resto de ellas debe implementarse un sistema de control estadístico de procesos.

2014	Teoría de restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma: límites y posibilidades de integración	Teoría de las restricciones, Six Sigma, continua Mejora.	-	Portugués	Brasil	SciELO	Una revisión sistemática mostró que la integración entre el TOC y Six Sigma es un tema reciente en la literatura y, por lo tanto, una oportunidad para futuras investigaciones.
2014	Definición de la gestión de la calidad en el sector automotriz: Una percepción Six-Sigma	Six Sigma; Calidad; Gestión de la calidad; Industrias del automóvil	Caso de estudio	Inglés	India	Science Direct	La Gestión de Calidad mejora la productividad y calidad en alto nivel, logrando el deleite del cliente en el sector automotor.
2014	Mejora de la efectividad del intercambiador de calor de carcasa y tubo a través de las fases Six Sigma DMAIC	Six Sigma; DMAIC; CTQ; calidad; eficacia; horno; intercambiador de calor de carcasa y tubo	Caso de estudio	Inglés	India	Science Direct	Las fases DMAIC, ayudan a mejorar la eficiencia en la fabricación de hornos, el nivel sigma mejoró de 1.34 a 2.01. También, se logró un ahorro monetario de Rs.0.34 millones por año
2014	Uso de la metodología Seis Sigma en la preparación de mezclas de nutrición parenteral	Nutrición parenteral; Seis Sigma; Control de calidad	No reporta	Español	Colombia	SciELO	Se logra que el 100% de las mezclas para adultos y neonatos cumplan con límites de especificación, estando siempre dentro de los límites de control del proceso.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Proceso de selección de estudios

En la revisión sistemática de la literatura, con énfasis en los artículos científicos, y la búsqueda en fuentes como EBSCO, Scielo, ScienceDirect, Redalyc y Dialnet, se encontraron 72 artículos referentes al tema de investigación, de los cuales fueron seleccionados solamente 28 por cumplir adecuadamente con los criterios de inclusión establecidos. Los artículos restantes fueron excluidos por el incumplimiento de dichos criterios.



Gráfico 1: Especificación de artículos encontrados y seleccionados



Gráfico 2: Criterios de exclusión de la información encontrada

3.2. Características de los estudios

3.2.1. Artículos clasificados por año de publicación

El 2019 es el año con mayor representación de artículos científicos seleccionados para el desarrollo de la investigación; figura con el 21% del total.

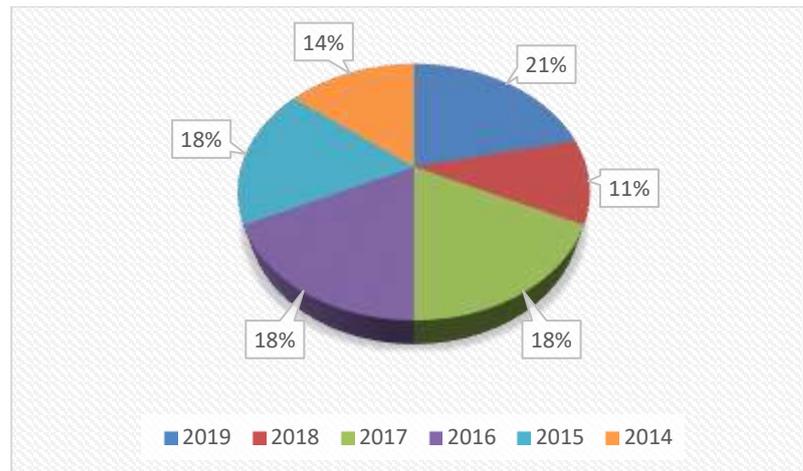


Gráfico 3: Distribución porcentual de artículos clasificados según el año de publicación

3.2.2. Artículos seleccionados de bases de datos

De los 28 artículos seleccionados, en cuanto a las bases de datos, la fuente más utilizada es Science Direct con un 32% de artículos relacionados a la metodología Seis Sigma. Es seguida de Redalyc con un 21% y Dialnet con un 18%.

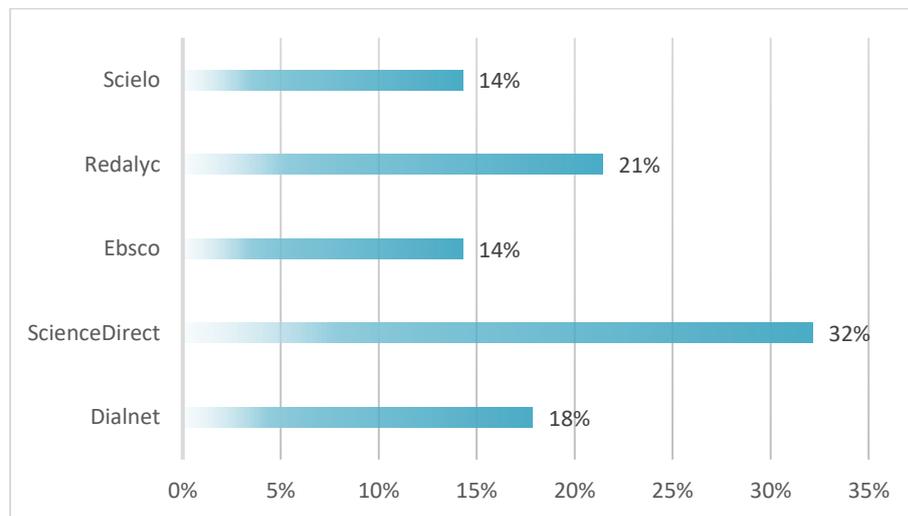


Gráfico 4: Distribución porcentual de los artículos seleccionados según la base de datos

3.2.3. Artículos clasificados según el tipo de idioma

El 50% de los artículos son de idioma inglés, predominando sobre el español y portugués que, representan el 43% y 7% respectivamente.

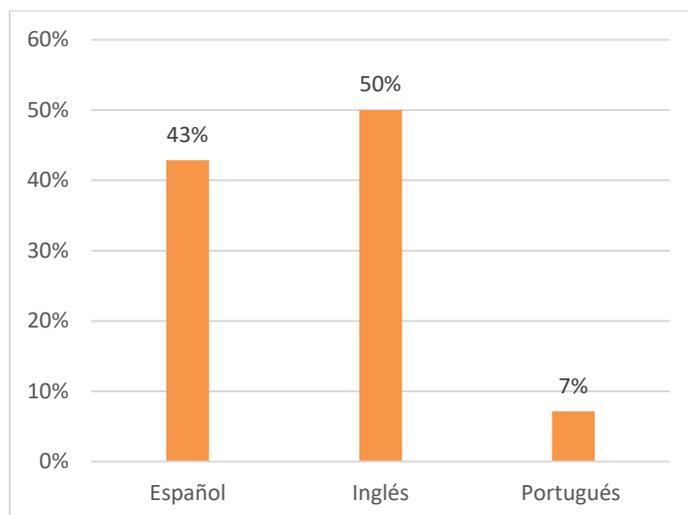


Gráfico 5: Distribución porcentual de los artículos seleccionados según el idioma

3.2.4. Artículos seleccionados según país de procedencia

El 21% de los artículos proceden de España lo que, simboliza un total de 6 publicaciones. Le sigue Colombia, con un total de 4 artículos que representa un 14% del total. Por otro lado, solo el 4% de los artículos no reporta país de procedencia, esto señala solo a 1 artículo científico.

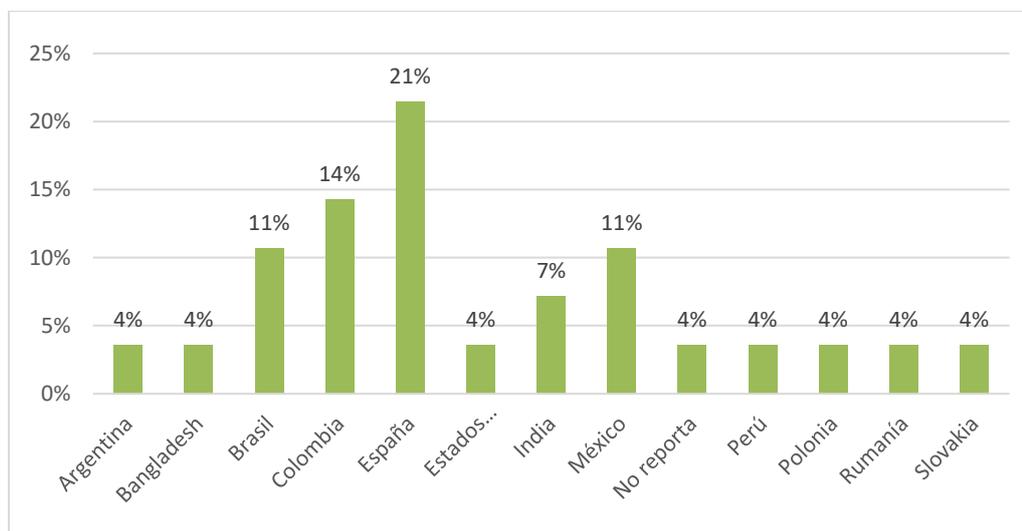


Gráfico 6: Distribución porcentual de los artículos seleccionados según el país de procedencia

3.2.5. Artículos seleccionados según tipo de estudio

Del total de artículos, 13 de ellos referentes al 46% no reportan el tipo de estudio en su contenido.

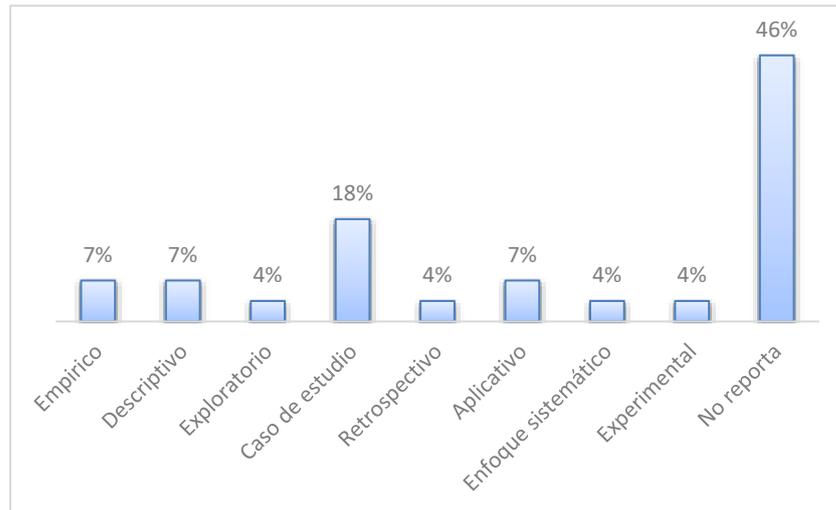


Gráfico 7: Distribución porcentual de los artículos seleccionados según el tipo de estudio

3.2.6. Artículos según resultados de la aplicación Six Sigma

El 54% de los artículos evidencia el impacto de la aplicación de la herramienta Six Sigma en las industrias, mostrando un aumento del nivel sigma y la mejora del rendimiento en los procesos. El 46% restante solo presenta resultados de la revisión en la literatura.

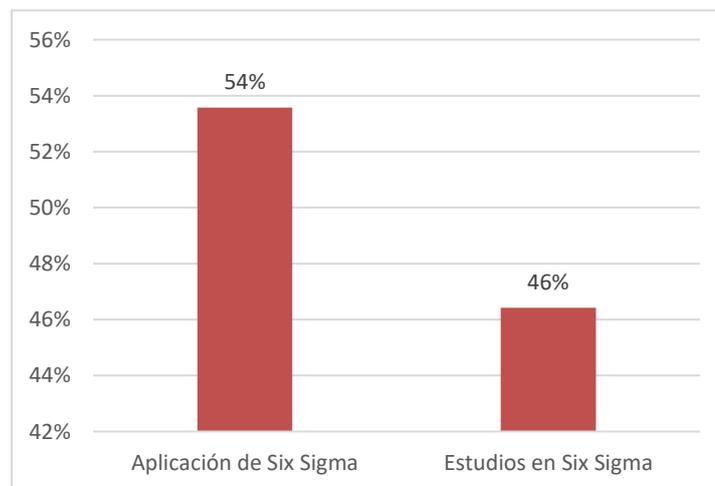


Gráfico 8: Distribución porcentual de los artículos con aplicación de Six Sigma

3.3. Análisis global de los estudios

Según los artículos científicos seleccionados y analizados, se precisan a continuación los hallazgos resaltantes mediante un cuadro comparativo de las principales fuentes, para dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Qué se conoce sobre la aplicación de la herramienta Six Sigma y su impacto en el control de calidad en las empresas durante los últimos 5 años?

Tabla 4: Cuadro comparativo de las principales fuentes

Fuentes analizadas					
	Simanová, E., Sujová, A., & Pavol, G.	Silva, D.; Ribeiro, M.; Oliveira, D.	Gisbert, V. y Rodrigo, M.	Srinivasan, K.; Muthu, S.; Devadasan, S y Sugumaran, C.	Kumar, Amit y Khanduja, Dinesh
Hallazgos característicos	Con la metodología DMAIC, se logra mejorar la calidad y rendimiento del proceso, reducción del número de quejas y productos no conformes.	Existe relación entre la cultura organizacional y la implementación de programas de gestión de calidad como Six Sigma y prácticas de calidad TQM.	Six Sigma no solo reduce errores, sino que promueve un cambio cultural en la organización al fortalecer el talento humano.	DMAIC, logró reducir la energía térmica en los gases de escape, lo que afecta extremadamente la eficiencia del horno.	Aplicar Six Sigma en una empresa de fabricación del sector automotriz para reducir el nivel de defectos.
Impacto de la aplicación de Six Sigma en empresas	En una empresa de fabricación de muebles, Six Sigma redujo las 968 piezas no conformes, gerando ahorro de costos anuales por 8944.72 euros.	Indicadores de calidad TQM / Six Sigma en farmacias recibieron un promedio superior a 3.00, lo que equivale a una percepción positiva sobre la calidad a nivel medio.	Mediante la aplicación correcta de Six Sigma las empresas consiguen un gran impacto en la mejora de procesos y/o servicios.	DMAIC, ayudan a mejorar la eficiencia en la fabricación de hornos, el nivel sigma mejoró de 1.34 a 2.01. También, se logró un ahorro monetario de Rs.0.34 millones por año.	La Gestión de Calidad mejora la productividad y calidad en alto nivel, logrando el deleite del cliente en el sector automotor.
Herramientas adicionales empleadas	DPMO, histograma de errores, SIPOC, planes de reacción, diagrama de Ishikawa	TQM	Diagrama de flujo, Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Tendencias	Diagrama de Pareto, Lluvia de ideas, Diagrama de Ishikawa	Histograma, Diagrama de Pareto,

Fuentes analizadas

	Pohlmann, P.; Alcaide, A.; Ferreira, M. A. y Chiappetta, C.	Garza, J. y Abrego, R.	Pugna, A.; Negrea, R.; y Miclea, S.	Baro, Manuel; Estrada, Mauricio y García, Iván	Wang, Ching y Chen, Kuen
Hallazgos característicos	La metodología Six Sigma promueve la elevación de la calidad, al reducir las no conformidades en los procesos de producción involucrados al tratamiento de agua.	Al aplicar Six Sigma, no solo se obtendrán beneficios económicos, también mejora la calidad del proceso y producto, y el control operativo de las variables de intervención.	La metodología Six Sigma proporciona mejoras de calidad innovadoras en un tiempo razonable en una empresa automotriz mediante el uso del pensamiento estadístico y DMAIC.	Six Sigma es utilizado en la industria automotriz, provee herramientas y métodos eficientes para la optimización de procesos los procesos de manufactura o servicios.	El índice de capacidad del proceso puede usarse como una herramienta de evaluación de Six Sigma y aplicarse con éxito en varias industrias para mejora de la calidad.
Impacto de la aplicación de Six Sigma en empresas	El proceso de tratamiento de agua humana de ETA en la simulación presentó 67,347 DPMO, que corresponde a un nivel Sigma 3.0 y un rendimiento del 93.3%.	Con el análisis DMAIC se logró reducir el consumo de pintura en polvo en un 32% sobre pieza con una reducción de \$1,000,000.00 de pesos en gastos anualmente.	La capacidad del proceso mejoró a corto y largo plazo, el Cpk aumentó de 0.96 a 1.72, el nivel sigma a corto plazo aumentó de 2.9 a 5.2, nivel sigma a largo plazo aumentó de 1.4 a 3.7	La aplicación de Seis Sigma aumento la eficiencia en los procesos de producción, redujo los desperdicios y utiliza de forma óptima los recursos disponibles.	El índice de capacidad Yp, al implementarse con Six Sigma permite evaluar especificaciones del proceso simétricas y asimétricas, para promover la calidad.
Herramientas adicionales empleadas	Indicadores de referencia, matriz de verificación de defectos	Desarrollo de experimentos (DOE), Herramientas de Manufactura Esbelta	Gráfico X-R, Índice de Capacidad, DPMO, FMEA	Gráfica de Probabilidad, Índice de Capacidad, Diagrama de Ishikawa	Simulación de Bootstrap, Índice de capacidad, Diagrama de Ishikawa

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

La revisión sistemática de la literatura acerca del impacto de la aplicación de la herramienta Six Sigma en el control de calidad en las empresas durante los últimos 5 años evidencia que la implantación de esta herramienta en las organizaciones, produce cambios significativos ya que, permite mejorar la calidad, aumentar la productividad, contribuir a la mejora continua de los procesos y disminuir los defectos.

Para ello, mediante estrategias de búsqueda se examinaron 72 artículos científicos en total, de los cuales 28 fueron seleccionados en base a criterios de inclusión establecidos con el fin de dar respuesta a la pregunta de investigación.

Según los hallazgos de la investigación, el 54% de los artículos señalan un impacto positivo de la aplicación de Six Sigma en las empresas. Por otro lado, los resultados obtenidos de las fuentes analizadas demuestran que Six Sigma además de reducir defectos promueve un cambio cultural en las organizaciones, donde el líder representa un papel importante para su correcta implementación. Las herramientas de apoyo a Six Sigma más utilizadas son: el ciclo DMAIC, DPMO, SIPOC, diagrama de Ishikawa y diagramas de control para mejora de la calidad.

En suma, esta revisión sistemática fue satisfactoria pues ayudó a comprender las bondades de la herramienta Six Sigma, pese a ello, la principal limitación fue la insuficiencia de estudios disponibles en texto completo. Por lo que se recomienda a los futuros investigadores seguir desarrollando estudios rigurosos para conocer continuamente el estado actual de la herramienta Six Sigma en las organizaciones.

REFERENCIAS

- Baro, M., Estrada, M., & García, I. (2016). Una aplicación de la metodología seis sigma para la optimización de línea de producción de arneses. *Ingenierías*, 19(72), 53-61. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6149019>
- Blasco, M., Gisbert, V., & Perez-Bernabeu, E. (2019). Metodología de integración: ISO 9001, ISO 31000 y SIX SIGMA. *3C Empresa. Investigación y pensamiento crítico*, 8(7), 76-91. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2019.080137.76-91>
- Cardiel, J., Baeza, R., & Lizarraga, L. (2017). Desarrollo de un modelo de dinámica de sistemas en la metodología Seis Sigma. *Ingeniería e Investigación*, 37(1), 80-90. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64350550011>
- Costa, T., Silva, F., & Pinto, L. (2017). Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology. *Procedia Manufacturing*, 13, 1104-1111. doi:[10.1016/j.promfg.2017.09.171](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.171)
- Deeb, S., Haouzi, H., Aubry, A., & Dassiti, M. (2018). A generic framework to support the implementation of six sigma approach in SMEs. *IFAC-PapersOnLine*, 51, 921-926. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.490>
- del Campillo, S., de Elías, E., Kiener, G., Kiener, O., & Barzón, S. (2017). Especificaciones de calidad en base a error total: ¿Cuál es la mejor elección? *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 51(2), 227-235. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53552508008>
- Díaz-Castellanos, E., Díaz- Ramos, C., Barroso-Moreno, L., & Pico-González, B. (2015). Desarrollo de un modelo matemático para procesos multivariantes mediante Balanced Six Sigma. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 16(3), 419-430.
- Garrido, P., Sacristán, M., & Magaña, L. (2016). Seis Sigma en PYMES con bajo volumen de producción. Una experiencia de éxito en aeronáutica. *Universia Business Review*(51), 52-71. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43347130003>
- Garza, J., & Abrego, R. (2015). Reducción y control de costos en empresa de manufactura con Seis Sigma. *Innovaciones de Negocios*, 12(24), 207-235. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/12619/>
- Garza, R., González, C., Rodríguez, E., & Hernández, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22, 19-35.
- Gisbert, V., & Rodrigo, M. (2016). Qué es seis sigma, barreras y claves de funcionamiento en las pymes. *3C Tecnología*, 5(1), 13-24. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n1e17.13-2>

- Herrera, G., Pérez, Y., & Venecia, E. (2017). Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(80). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29055967005>
- Kumar, A., & Khanduja, D. (2014). Definición de la gestión de la calidad en el sector automotriz: Una percepción Six-Sigma. *Procedia Materials Science*, 5, 2645-2653. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.526>
- López, A., Hernández, J., Velázquez, K., & Olivares, L. (2019). Six Sigma as a competitive strategy: main applications, implementation areas and critical success factors (CSF). *DYNA*, 86(209), 160-169. doi:<http://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.76994>
- Medina, E., & Barria, R. (2010). Revisión sistemática y su relación con la práctica basada en la evidencia en salud. *Revista Latinoamericana de Enfermagem*, 18(4), 1-8. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692010000400023>
- Ortega, H., Anaya, L., Hernández, N., & Valbuena, S. (2019). Introducción de la medida de calidad en la producción de aulas virtuales de la universidad EAN. Seis Sigma. *Revista Estrategia Organizacional*, 8(1), 59-83. doi:<https://doi.org/10.22490/25392786.3173>
- Pacheco, D. (2014). Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. *Production*, 24(4), 940-956. doi:<https://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132014005000002>
- Pérez, J. (2015). El artículo de revisión sistemática como vehículo de escritura, investigación y publicación en ingeniería. *Investigación y Ciencia*, 23(64), 70-77. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67441039010>
- Pohlmann, P., Alcaide, A., Ferreira, M. A., & Chiappetta, C. (2015). Tratamiento de água para abastecimento humano: contribuições da metodologia Seis Sigma. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 20(3), 485-492. doi:10.1590/S1413-41522015020000097976
- Pugna, A., Negrea, R., & Miclea, S. (2016). Using Six Sigma Methodology to Improve the Assembly Process in an Automotive Company. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 221, 308-316. doi:10.1016/j.sbspro.2016.05.120
- Rahman, A., Uddin, S., Kumar, S., Zahed, M., & Kamrul, S. (2017). A Case Study of Six Sigma Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC) Methodology in Garment Sector. *Independent Journal of Management & Production*, 8(4), 1309-1323. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231373>
- Ruiz, A., Ayala, J., Alomoto, N., & Acero, J. (2015). Revisión de la literatura sobre gestión de la calidad: caso de las revistas publicadas en Hispanoamérica y España. *Estudios Gerenciales*, 31(136), 319-334. doi:<https://doi.org/10.1016/j.estger.2015.01.004>

- Silgado, M., Basto, I., & Ramírez, G. (2014). Uso de la metodología Seis Sigma en la preparación. *Farmacia Hospitalaria*, 38(2), 105-111. doi:10.7399/FH.2014.38.2.1105
- Silva, D., Dantas, M., & Godeiro, D. (2019). Organizational culture and Quality practices TQM/Six Sigma: A study in manipulation pharmacies. *Revista Produção E Desenvolvimento*, 5. Obtenido de <https://doi.org/10.32358/rpd.2019.v5.348>
- Simanová, L., Sujová, A., & Gejdoš, P. (2019). Improving the Performance and Quality of Processes by Applying and Implementing Six Sigma Methodology in Furniture Manufacturing Process. *Drvna Industrija*, 70(2), 193-202. Obtenido de <https://doi.org/10.5552/drvind.2019.1768>
- Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 590-596. doi: 10.1016/j.sbspro.2018.04.039
- Smith, E. (2016). El impacto de la estrategia de calidad en el desempeño de la organización. *Revista Ciencias Estratégicas*, 24(35), 15-31. doi:rces.v24n35.a2
- Srinivasan, K., Muthu, S., Devadasan, S., & Sugumaran, C. (2014). Mejora de la efectividad del intercambiador de calor de carcasa y tubo a través de las fases Six Sigma DMAIC. *Procedia Engineering*, 97, 2064-2071. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.449>
- Swain, A., Qing, C., & Gardner, W. (2018). Éxito Six Sigma: mirando a través del liderazgo auténtico y lentes teóricas de integridad conductual. *Operations Research Perspectives*, 5, 120-132. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.orp.2018.04.001>
- Torres-Fonseca, A., & López-Hernández, D. (2014). Criterios para publicar artículos de revisión sistemática. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 19(3), 393-399. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47332498021>
- Wang, C., & Kuen, C. (2019). Nuevo índice de rendimiento del proceso de tolerancias asimétricas para el método bootstrap y el enfoque Six Sigma. *International Journal of Production Economics*, 219, 216-223. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.05.004>