

## **APROXIMACIÓN CONCEPTUAL Y TEÓRICA SOBRE LAS HERRAMIENTAS QUE PERMITEN MEJORAR LAS PRÁCTICAS Y PROCESO DE CALIDAD EN LAS EMPRESAS**

### **CONCEPTUAL AND THEORETICAL APPROACH ON THE TOOLS THAT ALLOW IMPROVING THE PRACTICES AND QUALITY PROCESS IN THE COMPANIES**

José Morelos Gómez<sup>1</sup>  
Diego Cardona Arbeláez<sup>2</sup>  
Harold Lora Guzmán<sup>3</sup>

#### **Resumen**

Este artículo presenta la caracterización de las herramientas para la mejora de la calidad en los diferentes sectores empresariales, considerando el enfoque de área aplicado en la organización y la frecuencia de utilización de las herramientas. Para este estudio se consideró aplicar la metodología de revisión sistemática de la literatura a 45 artículos científicos seleccionados de las bases de datos científicas Science Direct, Scopus, Ebsco Host y Web of Science, mediante un enfoque racional y descriptivo, el cual permitió la contrastación, estructuración y categorización de los casos empresariales discriminados, tipo y frecuencia de herramienta de calidad utilizada y sector empresarial de aplicación. Los resultados exponen una mayor utilización de las herramientas de calidad aplicadas en el sector industrial frente al sector salud y servicios cuyos resultados muestran guarismos similares. Entre las herramientas con mayor aplicación se tienen los diagramas de Ishikawa y los histogramas. La pertinencia de la aplicación de estas herramientas se valoró como esencial para el crecimiento de la empresa debido a los beneficios que aportan al mejoramiento de los procesos y competitividad del sector empresarial.

**Palabras clave:** Herramientas de calidad, sector manufacturero, mejoramiento procesos, productividad

Recepción: Agosto de 2021 / Evaluación: Septiembre 2021 / Aprobado: Octubre 2021

---

<sup>1</sup> PhD. Ciencias Sociales Mención Gerencia. Director Maestría en Gestión de Organizaciones. Docente de Tiempo Completo de la Universidad de Cartagena- Colombia. Investigador Minciencias. Correo electrónico: jmorelosg@unicartagena.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0334-0575>

<sup>2</sup> PhD en Administración. Administrador de Empresas. Docente investigador ITCMB. Investigador Minciencias. Correo electrónico: dcardona@colmayorbolivar.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9123-0156>.

<sup>3</sup> PhD. Cultura y Educación, PhD Ciencias Sociales Mención Gerencia. Msc Desarrollo Empresarial, Magister en Educación. Ingeniero de Producción y Calidad. Docente de Tiempo Completo de la Universidad de Cartagena - Colombia. Investigador Minciencias. Correo electrónico: hlorag@unicartagena.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6945-0999>

### **Abstract**

This paper presents the characterization of tools for quality improvement in the different business sectors, considering the area approach applied in the organization and the frequency of use of the tools. For this study, it was considered to apply the systematic literature review methodology to 45 scientific articles selected from the scientific databases Science Direct, Scopus, Ebsco Host and Web of Science, through a rational and descriptive approach, which allowed the contrast, structuring and categorization of discriminated business cases, type and frequency of quality tool used and business sector of application. The results show a greater use of the quality tools applied in the industrial sector compared to the health and services sector, whose results show similar figures. Among the tools with the greatest application are Ishikawa diagrams and histograms. The relevance of the application of these tools was valued as essential for the growth of the company due to the benefits they bring to the improvement of processes and competitiveness of the business sector.

**Keywords:** Quality tools, manufacturing sector, process improvement, productivity

### **Introducción**

La calidad es consustancial a la propia naturaleza de mejoramiento y crecimiento de las personas. Desde los inicios, el hombre ha entendido que emprender y proceder de forma correcta y óptima posible, le genera un mérito sobre los demás y el entorno donde interacciona, lo que lo hace competitivo (Morelos et ál, 2021). Actualmente, la metamorfosis en la estructura mundial, en fenómenos como la globalización, conllevan a que la calidad deje de tener una connotación estrecha con la innovación como se distinguía anteriormente, para llegar a ser una herramienta que se implementa en la toma de decisiones, indispensable en cualquier organización que tenga como objetivo mantenerse en el mercado competitivo (Ciancio et ál, 2020).

Es por ello que, enfrentarse en este entorno globalizado, las organizaciones afrontan el desafío de producir y vender productos de excelente calidad al menor costo posible (Xhema et ál. 2018). La recopilación de los esfuerzos de los trabajadores y la optimización del proceso se manifiestan en una disminución constante de costos que, junto con la disminución del distanciamiento con los clientes traducido en ventas, refleja una diferenciación positiva en el rendimiento de la empresa. Si el trabajo incluye mejora continua y estándares de calidad, resolución de problemas o toma de decisiones, entonces las herramientas de calidad se ajustan a esta definición (Cohen et ál, 2020; Goetsch & Davis, 2013).

En este sentido, las herramientas de calidad son útiles para hallar y encontrar un número diverso de soluciones, a la inmensa mayoría de problemas que surgen en las organizaciones. Las herramientas aplicadas con el enfoque adecuado permiten dar solución al 95 por ciento de los problemas en las áreas, puestos y/o departamentos de cualquier organización, siendo el restante un 5 por ciento de casos, en los que se debe hacer uso de otro tipo de herramientas o estrategias más complejas y con alcance avanzado (Mulugeta, 2020; Cardona y Romero, 2017). Asimismo, la selección de las herramientas de calidad estará orientada al objetivo que se persiga y en el contexto

real donde se aplican de forma simultánea y conjunta (Camisio2017), impulsando a las empresas a la mejora continua de sus procesos y toma de decisiones flexibles y oportunas, basadas en el análisis de datos previamente recopilados y las herramientas idóneas, para su control preciso (Nedeliaková, et ál, 2017). Sin embargo, existen sucesos en los que no se dispone de datos exactos, pero sí de herramientas de medición objetivas que, suministran factores y coeficientes que conllevan a la construcción de información subjetiva, en objetiva y fiable (Torrel, 2014).

Es un hecho que en las diferentes tipos de organizaciones manufactureras o servicios, el control de los procesos y manejo de la información, requieren especial atención y seguimiento, lo cual requiere que éstas sean analizadas y valoradas con rigor científico, para obtener las causa raíz de los problemas que se presentan facilitando la toma de decisiones acertada a fin de mejorar los resultados operacionales y económicos de las organizaciones (Arevalo, 2020).

Para el desarrollo metodológico de esta investigación se identificaron los siguientes interrogantes problemas: ¿Cómo categorizar las temáticas aplicadas por sector?, ¿Cómo identificar las herramientas más utilizadas por sector?, ¿Cuál es el sector donde más se aplican las herramientas de calidad?, con lo cual se pretende dar respuesta a partir del proceso sistemático de revisión científica de la literatura relacionada.

El tipo de investigación aplicada fue de tipo revisión sistemática de la literatura, mediante la selección de 45 publicaciones de bases de datos científicas especializadas como Science Direct, Scopus, Ebsco Host y Web of Science, para el periodo comprendido entre los años 2004 y 2020. La metodología empleada fue abordada con desde una perspectiva racional, analítica y descriptiva, donde se elaboraron tablas y gráficos para la estructuración y categorización de los casos discriminados, tipo de herramienta de calidad usada, sector empresarial en donde se aplica y autores de mayor relevancia.

Este artículo fue estructurado de la siguiente forma: en primer lugar, se presenta en el marco referencial con todos los elementos conceptuales involucrados en la temática de investigación, seguidamente, la metodología, donde se evidenciarán las herramientas gráficas y estadísticas utilizadas y, finalmente, los resultados que muestran la categorización por sectores, las herramientas de calidad más utilizadas y el sector empresarial donde las herramientas presentan mayor aplicabilidad.

## **Marco Referencial**

### **Herramientas para la mejora de la calidad**

Las herramientas empleadas para el mejoramiento de la calidad en los sectores empresariales manufactureros y servicios, tuvo su aparición en Japón, poco después del final de la Segunda Guerra Mundial. Las empresas necesitaban capacitar mano de obra para el control de calidad, pero no era posible enseñar estadísticas a todos los trabajadores (Foster, 2010). Luego centraron sus esfuerzos en capacitar a las personas para dibujar gráficos y cartas de control que, aunque simples, resolverían la mayoría de los problemas, lo cual resultó ser un instrumento valioso para el incremento de la productividad (Aloraini et ál, 2019). Por ello, las siete herramientas estadísticas

para el control de calidad, constituyen un conjunto de técnicas gráficas que, permiten resolver muchos de los problemas estadísticos que surgen durante el análisis de los datos, cuando la intención es mantener la calidad (Simanová & Gejdoš, 2015). Estas herramientas son realmente indispensables y tienen la ventaja de ser aprendidas por los colaboradores fácilmente, sin capacitación formal en estadística. las cuales se relacionan a continuación: hoja de verificación, estratificación, diagrama de Pareto, histograma, diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa y gráfico de control (Bentaha et ál, 2020; Vieira 2012).

Las herramientas de calidad arriba mencionadas, representan un valor estructural, dada la importancia del sistema de gestión de calidad en todos los elementos involucrados en la transformación y valor agregado del proceso productivo, incluyendo la satisfacción de las expectativas y necesidades del grupo de interés (Praditya, 2020). Por su parte, Cruz (2017) menciona que a través del tiempo el uso de herramientas de la calidad se han utilizado con éxito para la mejora continua de las organizaciones, promoviendo la competitividad y estableciendo fundamentos de cero error, desde que inicia un proceso hasta que finaliza. Otro aspecto primordial en las empresas, es la toma de decisiones por parte de la gerencia, en cuanto a ¿cómo se va a medir su estado y el cumplimiento de objetivos?, en este sentido, la selección de lo que se busca medir y analizar, es lo que transmite valor, guiando el pensamiento de los trabajadores y determinando las prioridades (Morelos et ál, 2018). Es decir, medir representa uno de los aspectos fundamentales en el control estadístico, para la predicción del rendimiento y la aplicación de estrategias de largo plazo para el incremento de la productividad (Delgado, 2018; Goetsch & Davis, 2013).

Asimismo, la implementación de los diversos métodos en la búsqueda de la calidad es un supuesto para el logro del éxito, por lo tanto, la finalidad de estos métodos de control, es lograr que los productos y servicios estén en concordancia con los criterios de calidad, optimizando el funcionamiento de las organizaciones para conseguir la eficacia y eficiencia, suministrando a los clientes certificaciones mediante el estudios exhaustivos de la calidad en los productos y servicios que ofrecen las organización (Mittal et ál 2020). Por ello, el uso de las herramientas de calidad permite a las organizaciones desarrollar mejoras para su rendimiento en los procesos, los cuales consisten en determinar y focalizar las causas fundamentales de los errores, defectos y retrasos en dichos procesos. Abarcan un sistema cuantitativo y ordenado que favorece la toma de decisiones para las estrategias de mejora continua en cualquier área de las empresas (Mukhopadhyay, 2020). A través de las herramientas de calidad, se descubren las causas y circunstancias particulares que afectan a los procesos lograr su máxima capacidad y estabilidad para óptimos resultados. Estas herramientas constituyen solo el aspecto técnico de un conglomerado de medios, para direccionar un estado en el que todos los factores intervinientes en las organizaciones, involucren productividad, competitividad y mejoramiento continuo (Viero & Trojan, 2020). Autores como Galvão et ál (2020) y Bamford (2005), mencionan que la aplicación de herramientas y técnicas de calidad, es primordial para la comprensión y efectividad de cualquier proceso, pero esta aplicación debe estar precedida de una correcta capacitación y enfoque dado que el éxito de la implementación de estas herramientas, es función de la habilidad y experiencia de quien las aplique (Keckler et ál, 2019).

## Herramientas básicas de calidad

En las últimas décadas, la importancia por la adopción de las herramientas básicas de calidad en la organizaciones ha sido notoria (Delgado, 2018). Esto es destacado por Shivajee et ál (2019), el cual manifiesta como estas herramientas se han agrupado de muchas formas, según las propuestas de diversos autores, pero todos coinciden en la pertinencia de las siete herramientas básicas a saber: diagrama de causa – efecto, diagrama de dispersión, diagrama de Pareto, estratificación, gráficos de control, histograma y hojas de verificación (Abdel-Hamid & Abdelhaleem, 2019; Castello et ál, 2019. Según Gonzales (2010), Ishikawa (1986) fue el creador e impulsor de los círculos de calidad en Japón y, con ellos, la masificación del uso de las siete herramientas básicas de calidad (Ahmed & Hassan, 2003); en el desarrollo de estas herramientas se han destacado las técnicas estadísticas que estas contienen para precisar su finalidad e interpretación, las cuales se definen a continuación:

### Diagrama Causa - Efecto

Permite identificar todas las posibles causas de un problema y organiza las ideas sueltas en categorías, es una técnica de fácil manejo y extremadamente útil dado que dota de una perspectiva gráfica de un listado, en la cual se puede detallar y estructurar todos los motivos probables que dan origen a un problema, lo cual avala el correcto funcionamiento de un proceso (Abbasi et ál, 2020, Dceker et ál 2010). Su trascendencia reside en que de carácter obligatorio se buscan todas las causas que afectan a la problemática por medio de análisis y, así se previene caer en el error de asignar causas directas sin cuestionar cuales son las causas genuinas (Xu & Dang, 2020).

De acuerdo con López et ál (2019), la literatura aporta a este propósito de identificación de problemas causales, distintas metodologías desarrolladas por Ishikawa, como se muestran a continuación:

### Método de las 6M

Este método resulta ser una variante del modelo de Ishikawa, es una técnica de construcción gráfica, donde se asocian todas las causas probables de un proceso de acuerdo con aspectos de maquinaria, método, mano de obra, material, materia prima, medición y medio ambiente (Boca, 2015).

### Método tipo flujo de proceso

Es un método de construcción gráfico en el que se dibuja una línea elemental que recrea el flujo del proceso, y, en el mismo orden del proceso, se van adicionando las causas, con base en el diagnóstico del proceso productivo, esta técnica es también conocida con el nombre de Diagrama de Espina de Pescado, dado que, adquiere una forma similar a la antes mencionada; es un gráfico que ordena de manera lógica la importancia de las causas potenciales que ayudan a la creación de un efecto o problema específico (Zhou et ál, 2020).

### Estratificación 7

Esta herramienta pretende identificar las causas de un problema agrupando los datos en categorías, estos grupos incluyen por lo general un elemento en común entre los datos o características que facilitan la agrupación de los mismos y los posiciona en rangos o jerarquías (Johnson et ál, 2020).

### Diagrama de Dispersión

Permite representar gráficamente la comparación y/o relación entre dos variables, con el propósito de proporcionar una distinción de los elementos que se presentan paralelamente en un proceso existente. Para Ajadi et ál (2020), este diagrama se expone mediante un plano cartesiano y, las coordenadas trazadas resultantes, se denominan diagrama de dispersión. Sobre la probable relación causa–efecto, se precisa aclarar que, cuando dos variables se relacionan, no obligatoriamente comprende que una está causada por la segunda, es decir, lo que señala el diagrama de dispersión, es que hay una correlación entre las mismas (Bagodi et ál, 2020).

### Diagrama de Pareto

Técnica creada para presentar mediante gráfico de barras las causas de variación de un proceso en forma estratificada (Villar, 2016). Es muy útil para la identificación de causas y prioridades, debido a su campo de análisis con datos categóricos. El principio de Pareto consiste en que la minoría de las causas conduce a la mayoría de los problemas, esto significa que todos los recursos (tiempo, energía y dinero) necesitan ser aplicados donde verdaderamente correspondan; el propósito del diagrama de Pareto, es mostrar donde aplicar los recursos haciendo una significativa distinción entre lo que puede esperar y lo que no (Ratnadi & Suprianto, 2020).

### Gráficos de Control

Los gráficos de control tienen la función de monitorear el comportamiento de un proceso a lo largo del tiempo, con el uso apropiado de éstos se alertará al operario de manera inmediata ante cualquier cambio en el proceso, la respuesta apropiada para la alerta es detener el proceso y prevenir que salgan productos defectuosos; solo en caso que el problema sea corregido se podrá restaurar el proceso (Kaigorodtseva et ál, 2020). Existen varios tipos de gráficos de control para las diferentes variables identificadas en el proceso ( $\bar{X} - R, \bar{X} - S, p$  y  $np, c$  y  $u$ ) (Konieczka & Namiesnik, 2018).

### Histograma

Permite graficar la frecuencia de las ocurrencias de los procesos con dos tipos de datos relacionados con las variables y los atributos, estos datos se categorizan por la magnitud que posean en una determinada cantidad de clases, suministra información acerca de la tendencia central, la forma de la distribución y la dispersión. Generalmente, el eje horizontal se encuentra constituido por la escala numérica para contemplar la magnitud de los datos, mientras que, en el eje vertical se realiza la representación mediante frecuencias (Saldanha, 2015).

### Hojas de Verificación

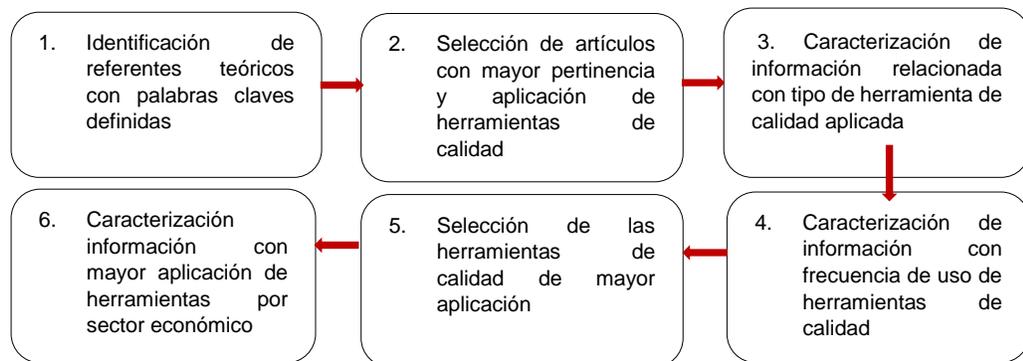
La fuente de todas las herramientas de calidad son los datos, por lo que tener acceso a estos es esencial. El objetivo de las hojas de verificación es recolectar datos para propósitos específicos y, presentar los éstos, de manera que sean de fácil conversión a información útil. Según Andrade (2019), las hojas de verificación ayudan la medición y análisis del desempeño de cualquier actividad en las organizaciones, con el fin de orientar la información obtenida para actuar y decidir objetivamente.

## Metodología

Esta investigación es de tipo analítica y descriptiva; se consideraron las fuentes de información primarias y secundarias procedentes de documentos y bases de datos especializadas como Scopus, Science Direct, Ebsco Host y Web of Science. Inicialmente, se seleccionaron 45 artículos publicados para el periodo de años 2004 a 2020, mediante la búsqueda de las palabras claves “herramientas para el control de la calidad (quality control tools)” y “herramientas básicas de calidad (basic quality tools)”. El filtro realizado, facilitó la pertinencia de clasificación de 21 artículos, y la diferencia de los 24 restantes, fueron redundantes con baja aportación al tema de investigación. Seguidamente, se realizó un análisis profundo y racional que, posibilitó la estructuración y comparación de las herramientas de calidad con relación a los criterios de escogencia definidos con el tipo y frecuencia de herramienta de calidad utilizada y sector empresarial de aplicación.

En proceso de análisis y selección de artículos se establecieron las siguientes fases que, apoyaron el desarrollo de los hallazgos obtenidos en proceso de revisión sistemática de información (Ver Figura 1).

Figura 1. Fases para el desarrollo metodológico



Fuente: Autores.

## Resultados

Para llevar a cabo la caracterización de las herramientas de calidad en el sector manufacturero, se consideró la revisión de los 21 artículos seleccionados, teniendo en cuenta las 3 categorías definidas en el proceso de revisión sistemática, correspondientes al sector salud, sector servicios y el sector industrial, como se describe a continuación:

Respecto al análisis del sector salud, este se logró definir en 4 subsectores principales tales como: i) fármaco-terapéutico, en la cual se logró identificar el uso del diagrama de Ishikawa, ii) quirúrgico, que aplicó 3 herramientas de calidad, diagramas de Ishikawa, Pareto y la hoja de verificación en el sector salud, iii) medicina general, representado con el sector de mayor aplicación de los diagramas de Ishikawa, siendo el único subsector en tomar acción con los gráficos de control, y como último subsector, iv) fisioterapéutico, el cual aplicó los diagramas de Ishikawa y Pareto,

conjuntamente con los histogramas, esta última herramienta, solo fue utilizada por este subsector (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización uso herramientas de calidad sector salud

Caracterización herramientas de calidad					
Referencia Bibliográfica	Nombre de artículo	Sector empresarial	Herramienta de calidad aplicada	Enfoque / Campo de aplicación	Herramienta con mayor aplicación por sector empresarial
Álvarez Seoane, J., Campelo Sánchez, E., Gómez Bezares, C., & Inaraja Bobo, M. T. (2007). Tratamiento con factor VII activado tras hemorragia intensa por disección aórtica. <i>Farmacia Hospitalaria</i> , 31(5), 320–321. <a href="https://doi.org/10.1016/S1130-6343(07)75399-0">https://doi.org/10.1016/S1130-6343(07)75399-0</a>	Tratamiento con factor VII activado tras hemorragia intensa por disección aórtica	Salud	Diagrama de causa - efecto o Ishikawa	Fisioterapéutico	
Alfaro-González, J. V., García-Giralda, L., Guirao, L., Casas, I., Sandoval, C., & Buitrago, L. (2004). Gestión de calidad en el programa de cirugía menor en atención primaria. <i>Revista de Calidad Asistencial</i> , 19(6), 380–387. <a href="https://doi.org/10.1016/s1134-282x(04)77728-3">https://doi.org/10.1016/s1134-282x(04)77728-3</a>	Gestión de calidad en el programa de cirugía menor en atención primaria	Salud	Diagrama causa - efecto o Ishikawa Diagrama de Pareto	Quirúrgico	
Ruiz-López, P., Rodríguez-Salinas, C. G., & Alcalde-Escribano, J. (2005). Análisis de causas raíz. Una herramienta útil para la prevención de errores. <i>Revista de Calidad Asistencial</i> , 20(2), 71–78. <a href="https://doi.org/10.1016/s1134-282x(08)74726-2">https://doi.org/10.1016/s1134-282x(08)74726-2</a>	Análisis de causas raíz. Una herramienta útil para la prevención de errores	Salud	Diagrama de causa - efecto o Ishikawa	Medicina General	
Castellano Ortega, M. A., Romero De Castilla, R. J., Rus Mansilla, C., Cortez Quiroga, G. A., Bayona Gómez, A. J., & Duran Torralba, M. C. (2011). Mejora de la calidad asistencial a los pacientes de la unidad de dolor torácico de un hospital comarcal. <i>Revista de Calidad Asistencial</i> , 26(4), 242–250. <a href="https://doi.org/10.1016/j.cali.2011.02.004">https://doi.org/10.1016/j.cali.2011.02.004</a>	Mejora de la calidad asistencial a los pacientes de la unidad de dolor torácico de un hospital comarcal	Salud	Diagrama de causa - efecto o Ishikawa	Medicina General	Diagrama Causa - Efecto o Ishikawa
Escrig Sos, J. (2014) Current methods for quality control and monitoring of medical care. <i>Revista de Senología y Patología Mamaria</i> , 27(2), 94–98. <a href="https://doi.org/10.1016/j.senol.2013.11.001">https://doi.org/10.1016/j.senol.2013.11.001</a>	Métodos actuales para la monitorización y control de calidad de los procesos clínicos	Salud	Gráficos de control	Medicina General	
Vázquez-González, A., Luque-Ramírez, J. M., del Nozal-Nalda, M., Barroso-Gutierrez, C., Román-Fuentes, M., & Vilaplana-García, A. (2016). Efectividad de una intervención para mejorar la cumplimentación del listado de verificación de seguridad quirúrgica en un hospital de tercer nivel. <i>Revista de Calidad Asistencial</i> , 31, 24–28. <a href="https://doi.org/10.1016/j.cali.2016.04.007">https://doi.org/10.1016/j.cali.2016.04.007</a>	Efectividad de una intervención para mejorar la cumplimentación del listado de verificación de seguridad quirúrgica en un hospital de tercer nivel	Salud	Hoja de verificación	Quirúrgico	

Caracterización herramientas de calidad					
Referencia Bibliográfica	Nombre de artículo	Sector empresarial	Herramienta de calidad aplicada	Enfoque / Campo de aplicación	Herramienta con mayor aplicación por sector empresarial
Abril Belchi, E., Gómez-Conesa, A., & Gutiérrez-Santos, M. (2008). Evaluación y mejora del protocolo de atención al paciente con afección lumbar en una unidad de fisioterapia de atención primaria. <i>Revista de Calidad Asistencial</i> , 23(3), 109–113. <a href="https://doi.org/10.1016/S1134-282X(08)70480-9">https://doi.org/10.1016/S1134-282X(08)70480-9</a>	Evaluación y mejora del protocolo de atención al paciente con afección lumbar en una unidad de fisioterapia de atención primaria	Salud	Diagrama causa - efecto o Ishikawa Diagrama de Pareto Histograma	Fisioterapéutico	

Fuente: Autores.

Con relación al análisis de sector servicios, éste se encuentra integrado por el subsector bancario, en la cual algunos estudios han aplicado herramientas tales como: el método de Pareto, los gráficos de control y la estratificación. Asimismo, el subsector telecomunicaciones ha considerado el uso del diagrama de Pareto e histograma. Esta última herramienta, también fue aplicada por el subsector turismo. En el caso de los subsectores, de servicios médicos y farmacéuticos, se presentó se identificó la aplicación de los diagramas de Ishikawa e histogramas (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Caracterización uso herramientas de calidad sector servicios

Caracterización herramientas de calidad					
Referencia Bibliográfica	Nombre de artículo	Sector empresarial	Herramienta de calidad aplicada	Enfoque / Campo de aplicación	Herramienta con mayor aplicación por sector empresarial
Novokreshchenova, O. A., Novokreshchenova, N. A., & Terehin, S. E.(2016). Improving bank's customer service on the basis of quality management tools. <i>European Research Studies Journal</i> , 19(3), 19–38.	Mejora del servicio al cliente de un banco en base a las herramientas de gestión de la calidad	Servicios	Estratificación	Bancario	
Silva, E. F., Silva, R. F., Matias, J., Vieira, E., & Rangel, D.(2019). Case Study: Application of the Pareto's Diagram or Improving the GPON Network Links Recovery Process, (June), 1–5. <a href="https://doi.org/10.23919/cisti.2019.8760599">https://doi.org/10.23919/cisti.2019.8760599</a>	Caso de estudio: Aplicación del diagrama de Pareto para la mejora del proceso de recuperación en enlaces de red GPON	Servicios	Diagrama de Pareto Histograma	Telecomunicaciones	Histograma
Infante Sánchez, E. del P.(2014). Elementos determinantes en Cundinamarca para el desarrollo del turismo como actividad estratégica regional. <i>Suma de Negocios</i> , 5(10), 40–48. <a href="https://doi.org/10.1016/s2215-910x(14)70008-4">https://doi.org/10.1016/s2215-910x(14)70008-4</a>	Elementos determinantes en Cundinamarca para el desarrollo del turismo como actividad estratégica regional	Servicios	Histograma	Turismo	

Caracterización herramientas de calidad					
Referencia Bibliográfica	Nombre de artículo	Sector empresarial	Herramienta de calidad aplicada	Enfoque / Campo de aplicación	Herramienta con mayor aplicación por sector empresarial
González Álvarez, R.(2015). Volumen 25-1 ciencia e ingeniería neogranadina 113 evaluación de la calidad del servicio percibida en entidades bancarias a través de la escala servqual evaluation of perceived service quality in banks using the servqual scale. <i>Ciencia e Ingeniería Neogranadina</i> , 25(1), 113–135.	Evaluación de la calidad del servicio percibida en entidades bancarias a través de la escala SERVQUAL	Servicios	Diagrama de Pareto Gráfico de control	Bancario	
Govindarajan, R., Molero, J., Tuset, V., Arellano, A., Ballester, R., Cardenal, J., Feliu, E. (2007).El análisis modal de fallos y efectos (AMFE) ayuda a aumentar la seguridad en radioterapia. <i>Revista de Calidad Asistencial</i> , 22(6), 299–309. <a href="https://doi.org/10.1016/S1134-282X(07)71238-1">https://doi.org/10.1016/S1134-282X(07)71238-1</a>	El análisis modal de fallos y efectos (AMFE) ayuda a aumentar la seguridad en radioterapia	Servicios	Diagrama causa - efecto o Ishikawa Histograma	Médico	
Gutiérrez, E. V., Galvis, O. D., López, D. A., Mock-Kow, J. S., Zapata, I., & Vidal, C. J. (2014).Gestión logística en la prestación de servicios de hospitalización domiciliaria en el Valle del Cauca: caracterización y diagnóstico. <i>Estudios Gerenciales</i> , 30(133), 441–450. <a href="https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.06.004">https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.06.004</a>	Gestión logística en la prestación de servicios de hospitalización domiciliaria en el Valle del Cauca: Caracterización y diagnóstico	Servicios	Histograma	Médico	
De Oca Martínez, N. M., Martín, A. I., & Piñero, E. R. (2014).Perfeccionamiento del proceso de servicio posventa. <i>Revista Cubana de Farmacia</i> , 48(2), 273–284.	Perfeccionamiento del proceso de servicio posventa	Servicios	Diagrama causa - efecto o Ishikawa Histograma	Farmacéutico	

Fuente: Autores.

El sector industrial se dividió en 6 subsectores principales, correspondientes al sector de hidrocarburos. Este subsector arrojó haber aplicado el diagrama de Pareto para la mejora de los procesos productivos. Con relación al subsector de la industria peletera, aplicó en sus procesos los diagramas de Ishikawa y Pareto. Por su parte, el subsector industria automotriz. Se apoyó en los diagramas de Ishikawa, Pareto y hojas de verificación. Cabe destacar que, en el sector industrial, la herramienta de calidad hoja de verificación fue la única que se aplicó en subsector automotriz. La industria textil, se apoyó en los diagramas de Ishikawa y el uso de histogramas. En cuanto al subsector construcción, se identificaron la aplicación de los histogramas y diagrama de dispersión, por último, la industria manufacturera, consideró el uso de cuatro herramientas de calidad a saber: los diagramas de Ishikawa, Pareto, los gráficos de control y los histogramas (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Caracterización uso herramientas de calidad sector industrial

Caracterización herramientas de calidad					
Referencia Bibliográfica	Nombre de artículo	Sector empresarial	Herramienta de calidad aplicada	Enfoque / Campo de aplicación	Herramienta con mayor aplicación por sector empresarial
Gonçalves, C. D. S., Bernardin, A. M., Boca Santa, R. A. A., Leoni, C., Martins, G. J. M., Kniess, C. T., & Riella, H. G.(2018). Production of vitreous materials from mineral coal bottom ash to minimize the pollution resulting from the waste generated by the thermoelectrical industry. <i>Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio</i> , 57(4), 142–150. <a href="https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2017.10.007">https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2017.10.007</a>	Producción de materiales vítreos a partir de escoria de carbón mineral para educir la contaminación producida por los residuos generados por la industria termoeléctrica	Industria	Diagrama de Pareto	Hidrocarburos	
Swarna, N. A., & Sayid Mia, M. A. S.(2018). Productivity improvement of leather products industry in Bangladesh using lean tools: A case study. <i>Leather and Footwear Journal</i> , 18(3), 219–230. <a href="https://doi.org/10.24264/lfj.18.3.7">https://doi.org/10.24264/lfj.18.3.7</a>	Caso de estudio: Mejora de la productividad de la industria de cuero en Bangladesh utilizando herramientas Lean	Industria	Diagrama de causa - efecto o Ishikawa Diagrama de Pareto	Peletera	
Shivajee, V., Singh, R. K., & Rastogi, S. (2019).Manufacturing conversion cost reduction using quality control tools and digitization of real-time data. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 237, 117678. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117678">https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117678</a>	Reducción de costos de conversión de fabricación utilizando herramientas de control de calidad y digitalización de datos en tiempo real	Industria	Diagrama causa - efecto o Ishikawa Diagrama de Pareto	Automotriz	
Pérez Gao Montoya, M. (2017). Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA. <i>Industrial Data</i> , 20(2), 95. <a href="https://doi.org/10.15381/idata.v20i2.13955">https://doi.org/10.15381/idata.v20i2.13955</a>	Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA	Industria	Diagrama de causa - efecto o Ishikawa Histograma	Textil	Diagrama Causa-Efecto o Ishikawa, Diagrama de Pareto e Histograma
Mínguez Algarra, J., González Cabrera, D., & Vicente Cabrera, M. Á. (2017). Influencia de la orientación y la densidad de las fibras en la resistencia a tracción por flexión de hormigones. <i>Hormigón y Acero</i> . <a href="https://doi.org/10.1016/j.hya.2017.05.007">https://doi.org/10.1016/j.hya.2017.05.007</a>	Influencia de la orientación y la densidad de las fibras en la resistencia a tracción por flexión de hormigones	Industria	Diagrama de dispersión Histograma	Construcción	
Hernández Pedrera, C., & Da Silva Portofilipe, F. (2015).Application of Statistical Process Control (SPC) in it's Quality control. <i>Tecnología Química</i> , 36(1), 130–145. <a href="https://doi.org/10.1590/2224-6185.2016.1">https://doi.org/10.1590/2224-6185.2016.1</a>	Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad	Industria	Gráficos de control Histograma	Manufactura	

Caracterización herramientas de calidad					
Referencia Bibliográfica	Nombre de artículo	Sector empresarial	Herramienta de calidad aplicada	Enfoque / Campo de aplicación	Herramienta con mayor aplicación por sector empresarial
Pulido, A. D., & Bocanegra, C. A. (2015). Mitigation of defects in products manufactured. Ingeniería y Competitividad, 17(1), 161–172.	Mitigación de defectos en productos manufacturados	Industria	Diagrama causa - efecto o Ishikawa Diagrama de Pareto	Manufactura	
			Histograma		

Fuente: Autores.

Asimismo, se observó que la herramienta de calidad con mayor aplicación para la mejora de los procesos productivos correspondió al diagrama de Ishikawa con 30,1%, seguido del histograma con 27,8%, y, en la tercera posición se encontró el diagrama de Pareto con 22%, dentro del total de artículos seleccionados y categorizado en los sectores salud, servicios e industrial definidos en el estudio. En cuanto al sector servicios, éste presentó la mayor aplicación de los histogramas en la resolución de los problemas presentados en el sector, conjuntamente con el sector industrial. También se observó que el sector salud, presentó la mayor frecuencia de utilización de diagrama de Ishikawa, por último, el sector industrial tuvo como herramientas de calidad de mayor pertinencia y utilización, el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto y el histograma, en las variaciones técnicas presentadas en los procesos productivos (Ver tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia uso de herramientas de calidad por sector empresarial

Frecuencia de utilización de herramientas					Frecuencia relativa de utilización de herramientas			
Herramienta de calidad aplicada	Sector de la salud	Sector de servicios	Sector industrial	Total	Sector de la salud	Sector de servicios	Sector industrial	Total
Diagrama de causa - efecto o Ishikawa	5	2	4	11	0,1389	0,0556	0,1111	0,3056
Diagrama de Pareto	2	2	4	8	0,0556	0,0556	0,1111	0,2222
Gráficos de control	1	1	1	3	0,0278	0,0278	0,0278	0,0833
Histograma	1	5	4	10	0,0278	0,1389	0,1111	0,2778
Hoja de verificación	1	0	1	2	0,0278	0,0000	0,0278	0,0556
Estratificación	0	1	0	1	0,0000	0,0278	0,0000	0,0278
Diagrama de dispersión	0	0	1	1	0,0000	0,0000	0,0278	0,0278
TOTAL	10	11	15	36	0,2778	0,3056	0,4167	1

Fuente: Autores.

En relación con los datos de sector servicios, se llegó a concluir que las herramientas de gestión de la calidad generan un impacto positivo, llevando el cumplimiento de los requisitos para la buena prestación de servicios de un 54% al 100%, demostrando la capacidad de mejora con el uso de estas herramientas. La herramienta más utilizada en los casos analizados para los subsectores tales como el bancario, telecomunicaciones, turismo, médico y el farmacéutico, fueron los histogramas, seguidas del uso del diagrama de Ishikawa y de Pareto. Y para el caso de los subsectores, hidrocarburos, peletera, automotriz, textil, construcción y manufactura que conforman al sector industrial, se observó que, las herramientas con mayor utilización fueron los diagramas de Ishikawa y los histogramas. Para el subsector peletero, el estudio demostró que, al aplicar el uso de herramientas de gestión de la calidad, se alcanzan importantes mejoras en la productividad, con un 85% de incremento y disminución en el tiempo de espera en un 47% (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Frecuencia de uso de herramientas de calidad por subsector empresarial.

Frecuencias por subsectores									
Sector	Enfoque/ Campo de aplicación	Diagrama de causa - efecto o Ishikawa	Diagrama de Pareto	Gráficos de control	Hoja de verificación	Histograma	Estratificación	Diagrama de dispersión	Total
Servicios	Bancario		1	1			1		3
Servicios	Telecom		1			1			2
Servicios	Turismo					1			1
Servicios	Medico	1				2			3
Servicios	Farmacéutico	1				1			2
Salud	Farmacéutico	1							1
Salud	Quirúrgico	1	1		1				3
Salud	Medicina general	2		1					3
Salud	Fisioterapéutico	1	1			1			3
Industrial	Hidrocarburos		1						1
Industrial	Peletera	1	1						2
Industrial	Automotriz	1	1		1				3
Industrial	Textil	1				1			2
Industrial	Construcción					1		1	2
Industrial	Manufactura	1	1	1		2			5
	Total	11	8	3	2	10	1	1	36

Fuente: Autores.

### Conclusiones

Este artículo tuvo como finalidad caracterizar la aplicación de las herramientas de calidad en el sector empresarial. Para ello, se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura que abarco 21 artículos en total de los 45 identificados en las bases datos científicas. Los resultados mostraron que existe una mayor utilización (30%) de las herramientas de calidad aplicadas de calidad en el sector industrial, en comparación al sector salud y servicios, cuyos resultados presentaron guarismos similares. Las herramientas más utilizadas se presentaron en los diagramas de Ishikawa e histogramas.

De la información obtenida referente a los estudios de caso del sector salud, se observó que, en los casos prácticos, se obtuvieron significativos resultados con la aplicación de las herramientas de gestión de la calidad, cuyo valor promedio rondaba el 80%, según los estudios. El uso del diagrama de Ishikawa, se presentó en todos los subsectores del sector salud, seguido del uso del diagrama de Pareto y, dentro de éstos, se encontraron el sector fármaco-terapéutico, el quirúrgico, el de medicina general y el fisioterapéutico.

Se recomienda para futura investigaciones, realizar estudios estadísticos más avanzados en cuanto al uso de herramientas de calidad aplicada, basados en los usos por sector demostrados en esta investigación, además, es de suma importancia continuar con el estudio de la calidad en la empresa, debido a que gracias a estas herramientas es posible favorecer el crecimiento empresarial en el país y en el mundo, debido a la aceptación de estas herramientas alrededor del globo. Por último, se evidencio que, la teoría de Ishikawa mostró la mayor pertinencia y eficacia en la identificación de las raíces de los problemas presentado en el sector empresarial estudiado.

### Referencias bibliográficas

- Abril, E., Gómez, A., & Gutiérrez, M. (2008). Evaluación y mejora del protocolo de atención al paciente con afección lumbar en una unidad de fisioterapia de atención primaria. *Revista de Calidad Asistencial*, 23(3), 109–113. [https://doi.org/10.1016/S1134-282X\(08\)70480-9](https://doi.org/10.1016/S1134-282X(08)70480-9)
- Ahmed, S., & Hassan, M. (2003). Survey and case investigations on application of quality management tools and techniques in SMIs. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 20(7),795-826 <https://doi.org/10.1108/02656710310491221>
- Ajadi, J. O., Wang, Z., & Zwetsloot, I. M. (2020). A review of dispersion control charts for multivariate individual observations. *Quality Engineering*, 1(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/08982112.2020.1755438>
- Alfaro, J., García, L., Guirao, L., Casas, I., Sandoval, C., & Buitrago, L. (2004). Gestión de calidad en el programa de cirugía menor en atención primaria. *Revista de Calidad Asistencial*, 19(6), 380–387. [https://doi.org/10.1016/s1134-282x\(04\)77728-3](https://doi.org/10.1016/s1134-282x(04)77728-3)
- Álvarez Seoane, J., Campelo Sánchez, E., Gómez Bezares, C., & Inaraja Bobo, M. T. (2007). Tratamiento con factor VII activado tras hemorragia intensa por disección aórtica. *Farmacia Hospitalaria*, 31(5), 320–321. [https://doi.org/10.1016/S1130-6343\(07\)75399-0](https://doi.org/10.1016/S1130-6343(07)75399-0)
- Andrade, A. (2019). A study on time and motion to increase the efficiency of a shoe manufacturing company. *Informacion Tecnologica*, 30(3), 83–94. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- Arevalo, M. (2020). Gestión de la calidad en empresas de servicios: evaluación de la empresa inmobiliaria crea en la provincia de pastaza, 41(3), 425–431. Retrieved from

<http://unicartagena.elogim.com:2061/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=403dd18c-fd4b-4e9d-a248-d9bd91334d52%40pdc-v-sessmgr03>

- Bagodi, V., Venkatesh, S. T., & Sinha, D. (2020). A study of performance measures and quality management system in small and medium enterprises in India. *Benchmarking: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2020-0444>
- Bamford, D., & Greatbanks, R. (2005). The use of quality management tools and techniques: A study of application in everyday situations. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 22(4), 376–392. <https://doi.org/10.1108/02656710510591219>
- Bentaha, M. L., Voisin, A., & Marangé, P. (2020). A decision tool for disassembly process planning under end-of-life product quality. *International Journal of Production Economics*, 219, 386–401. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.015>
- Boca, G. D. (2015). 6M in Management Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 182, 4–9. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.727>
- Camision, C. (2017). *Gestión de calidad: Conceptos, enfoque, modelos y sistemas*. Barcelona. Vol. 18001. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=k449DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Cardona Arbelaez, D. & Romero González, Z. (2017). Marketing interno como estrategia para el desarrollo del talento humano: Una perspectiva del cliente interno. *Aglala*, 8(1), 183–192. <https://doi.org/10.22519/22157360.1031>
- Castello, J., De Castro, R., & Marimon, F. (2019). Use of quality tools and techniques and their integration into ISO 9001. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 37(1), 68–89 <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2018-0171>
- Castellano Ortega, M. A., Romero De Castilla, R. J., Rus Mansilla, C., Cortez Quiroga, G. A., Bayona Gómez, A. J., & Duran Torralba, M. C. (2011). Mejora de la calidad asistencial a los pacientes de la unidad de dolor torácico de un hospital comarcal. *Revista de Calidad Asistencial*, 26(4), 242–250. <https://doi.org/10.1016/j.cali.2011.02.004>
- Ciancio, V., Homri, L., Dantan, J. Y., & Siadat, A. (2020). Towards prediction of machine failures: overview and first attempt on specific automotive industry application. *IFAC-PapersOnLine*, 53(3), 289–294. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.11.047>
- Cruz, F. (2017). Sistema De Gestión Iso 9001-2015: Técnicas Y Herramientas De Ingeniería De Calidad Para Su Implementación. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 17(1), 59–69. <https://doi.org/10.19053/1900771x.v17.n1.2017.5306>
- Cohen, A., Alhuraish, I., Robledo, C., & Kobi, A. (2020). A statistical analysis of critical quality tools and companies' performance. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120221. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120221>
- Cubillos, M. (2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. *Revista Universidad de La Salle*, 0(48), 80–99.
- De Oca Martínez, N. M., Martín, A. I., & Piñero, E. R. (2014). Perfeccionamiento del proceso de servicio posventa. *Revista Cubana de Farmacia*, 48(2), 273–284.
- Decker, S., Moore, A., Thal, W., Opton, L., Caballero, S., & Beasley, M. (2010). Synergistic integration of concept mapping and cause and effect diagramming into simulated experiences. *Clinical Simulation in Nursing*, 6(4), 153–159. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2009.11.010>
- Delgado, D. (2018). Administración De La Calidad Total: *Global Business Administration Journal*, 2(1), 21–26. <https://doi.org/10.31381/gbaj.v2i1.1454>

- Escrig Sos, J. (2014). Current methods for quality control and monitoring of medical care. *Revista de Senologia y Patologia Mamaria*, 27(2), 94–98. <https://doi.org/10.1016/j.senol.2013.11.001>
- Foster, S. T. (2010). *Managing quality*. New Jersey: Pearson.
- Galvão, E. S., Reis, N. C., & Santos, J. M. (2020). The role of receptor models as tools for air quality management: a case study of an industrialized urban region. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-12. <https://doi.org/10.1016/J.ATMOSENV.2014.08.032>
- Goetsch, D., & Davis, S. (2013). *Quality management for organizational excellence : introduction to total quality LK. Always learning TA - TT -*. <https://doi.org/British Library Cataloguing-In Publication data>
- Gonçalves, C. D. S., Bernardin, A. M., Boca Santa, R. A. A., Leoni, C., Martins, G. J. M., Kniess, C. T., & Riella, H. G. (2018). Production of vitreous materials from mineral coal bottom ash to minimize the pollution resulting from the waste generated by the thermoelectrical industry. *Boletín de La Sociedad Espanola de Ceramica y Vidrio*, 57(4), 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2017.10.007>
- González Álvarez, R. (2015). Volumen 25-1 ciencia e ingeniería neogranadina 113 evaluación de la calidad del servicio percibida en entidades bancarias a través de la escala servqual evaluation of perceived service quality in banks using the servqual scale. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(1), 113–135.
- González, C. (2010). Técnicas básicas de mejora de la Calidad: Las 7H. *Tecnicas de Mejora de La Calidad*, 3(403), 456.
- Govindarajan, R., Molero, J., Tuset, V., Arellano, A., Ballester, R., Cardenal, J., ... Feliu, E. (2007). El análisis modal de fallos y efectos (AMFE) ayuda a aumentar la seguridad en radioterapia. *Revista de Calidad Asistencial*, 22(6), 299–309. [https://doi.org/10.1016/S1134-282X\(07\)71238-1](https://doi.org/10.1016/S1134-282X(07)71238-1)
- Gutiérrez, E. V., Galvis, O. D., López, D. A., Mock-Kow, J. S., Zapata, I., & Vidal, C. J. (2014). Gestión logística en la prestación de servicios de hospitalización domiciliaria en el Valle del Cauca: caracterización y diagnóstico. *Estudios Gerenciales*, 30(133), 441–450. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.06.004>
- Gutiérrez, H. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma* (2 edition). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Heras, I. (2011). Impact of quality improvement tools on the performance of firms using different quality management systems. *Innovar*, 21(42), 161–173.
- Hernández Pedrera, C., & Da Silva Portofilipe, F. (2015). Application of Statistical Process Control (SPC) in it's Quality control. *Tecnología Química*, 36(1), 130–145. <https://doi.org/10.1590/2224-6185.2016.1>
- Infante Sánchez, E. del P. (2014). Elementos determinantes en Cundinamarca para el desarrollo del turismo como actividad estratégica regional. *Suma de Negocios*, 5(10), 40–48. [https://doi.org/10.1016/s2215-910x\(14\)70008-4](https://doi.org/10.1016/s2215-910x(14)70008-4)
- Ishikawa, K. (1986). *¿Qué es el contro total de calidad? La modalidad japonesa*. Grupo editorial norma.
- Johnson, N. L., Kotz, S., & Wu, X. Z. (2020). *Inspection errors for attributes in quality control*. CRC Press.
- Kaigorodtseva, N. V., Simak, N. U., Simak, R. S., Mashkarin, M. I., Achilova, D. A., & Kuchkarova, D. F. (2020, April). Quality Control of Training in Engineering and Computer Graphics. In *2020 V International Conference on Information Technologies in Engineering*

- Education*. 1(1), 1-4. <https://doi.org/10.1109/Inforino48376.2020.9111862>
- Konieczka, P., & Namiesnik, J. (2018). *Quality assurance and quality control in the analytical chemical laboratory: a practical approach*. CRC Press.
- Lavalle, L. (2006). Análisis didáctico de regresión y correlación para la enseñanza media. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 9(3). Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-24362006000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362006000300004)
- Lopez, P. M., Subramanian, S. V., & Schooling, C. M. (2019). Effect measure modification conceptualized using selection diagrams as mediation by mechanisms of varying population-level relevance. *Journal of clinical epidemiology*, 113(1), 123-128. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2019.05.005>
- Mínguez Algarra, J., González Cabrera, D., & Vicente Cabrera, M. Á. (2017). Influencia de la orientación y la densidad de las fibras en la resistencia a tracción por flexión de hormigones. *Hormigón y Acero*. <https://doi.org/10.1016/j.hya.2017.05.007>
- Mittal, S., Chadchan, J., & Mishra, S. K. (2020). Review of concepts, tools and indices for the assessment of urban quality of life. *Social Indicators Research*, 149(1), 187-214. <https://doi.org/10.1007/s11205-019-02232-7>
- Morelos-Gómez, J., Gómez-Yaspe, I., & De Ávila-Suarez, R. (2021). Capacidades de innovación de las pequeñas y medianas empresas del sector metalmeccánico en Cartagena, Colombia. *Entramado*, 17(1), 12-29. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.7076>
- Morelos, J. G., Herrera, T. J. F., & Granadillo, E. D. L. H. (2018). Behaviour of Productivity Indicators and Financial resources in the field of extraction and exploitation of minerals in Colombia. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 25(3), 349-367. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2018.095651>
- Mukhopadhyay, M. (2020). *Total quality management in education*. SAGE Publications Pvt. Limited.
- Mulugeta, L. (2020). Productivity improvement through lean manufacturing tools in Ethiopian garment manufacturing company. *Materials Today: Proceedings*. In Press, Corrected Proof. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.599>
- Nedeliaková, E., Štefancová, V., & Kudláč, Š. (2017). Six Sigma and Dynamic Models Application as an Important Quality Management Tool in Railway Companies. *Procedia engineering*, 187(1), 242-248. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.371>
- Novokreshchenova. (2016). Improving bank's customer service on the basis of quality management tools. *European Research Studies Journal*, 19(3), 19-38. <https://doi.org/10.35808/ersj/562>
- Orlandoni, G. (2012). Gestión de la Calidad: Control Estadístico y Seis Sigma. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 14(2), 269-274. <http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/2014>
- Peinado, J. (2007). *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços) Jurandir Peinado Alexandre Reis Graeml - PDF Free Download*. Retrieved from <https://docplayer.com.br/409870-Administracao-da-producao-operacoes-industriais-e-de-servicos-jurandir-peinado-alexandre-reis-graeml.html>
- Pérez Gao Montoya, M. (2017). Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA. *Industrial Data*, 20(2), 95. <https://doi.org/10.15381/idata.v20i2.13955>
- Praditya, R. A. (2020). Leadership, Work Motivation, Competency, Commitment and Culture: Which influences The Performance of Quality Management System in Automotive

- Industry?. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 1(1), 53-62. <https://doi.org/10.7777/jiemar.v1i1.27>
- Pulido, A. D., & Bocanegra, C. A. (2015). Mitigation of defects in products manufactured. *Ingeniería y Competitividad*, 17(1), 161–172.
- Rodriguez, A. (2009). Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. *Política y Cultura*, 32, 151–169. Retrieved from <http://unicartagena.elogim.com:2057/ehost/detail/detail?vid=0&sid=828b5c9d-70a7-408f-9b9a-34e60a7aac1f%40pdc-v-sessionmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=45827796&db=fua>
- Rodríguez, J., Peluffo, D., Cuesta, D., & Castellanos, G. (2012). Unsupervised feature relevance analysis applied to improve ECG heartbeat clustering. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 108(1), 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2012.04.007>
- Romero, E. (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 40(3–4), 127–142. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/270/27018888005.pdf>
- Ruiz-López, P., Rodríguez-Salinas, C. G., & Alcalde-Escribano, J. (2005). Análisis de causas raíz. Una herramienta útil para la prevención de errores. *Revista de Calidad Asistencial*, 20(2), 71–78. [https://doi.org/10.1016/s1134-282x\(08\)74726-2](https://doi.org/10.1016/s1134-282x(08)74726-2)
- Saldanha, P. (2015). Contribuições do uso do controle estatístico de processos na análise do desempenho na indústria química. *Revista Ingeniería Industrial*, 14(1), 37–50. <http://unicartagena.elogim.com:2057/ehost/detail/detail?vid=0&sid=6ed8a365-cad5-45e5-aa78-0c5b535f014e%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=110038436&db=fua>
- Shivajee, V., Singh, R., & Rastogi, S. (2019). Manufacturing conversion cost reduction using quality control tools and digitization of real-time data. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117678>
- Silva, E. F., Silva, R. F., Matias, J., Vieira, E., & Rangel, D. (2019). Case Study: Application of the Pareto's Diagram or Improving the GPON Network Links Recovery Process, (June), 1–5. <https://doi.org/10.23919/cisti.2019.8760599>
- Swarna, N. A., & Sayid Mia, M. A. S. (2018). Productivity improvement of leather products industry in Bangladesh using lean tools: A case study. *Leather and Footwear Journal*, 18(3), 219–230. <https://doi.org/10.24264/lfj.18.3.7>
- Torrel, F. (2014). La excelencia empresarial: las herramientas de calidad total como motor para la gestión del cambio en las organizaciones. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 19(1), 11–28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4968877>
- Vázquez-González, A., Luque-Ramírez, J. M., del Nozal-Nalda, M., Barroso-Gutierrez, C., Román-Fuentes, M., & Vilaplana-Garcia, A. (2016). Efectividad de una intervención para mejorar la cumplimentación del listado de verificación de seguridad quirúrgica en un hospital de tercer nivel. *Revista de Calidad Asistencial*, 31, 24–28. <https://doi.org/10.1016/j.cali.2016.04.007>
- Vieira, S. (2012). Parte 1 – Sete Ferramentas Estatísticas para o Controle da Qualidade. *Estatística Para a Qualidade*, 5–6. <https://doi.org/10.1016/B978-85-352-4490-8.50017-0>
- Viero, A., & Trojan, F. (2020). Integration of quality tools and multi-criteria methods: a bibliometric and systemic analysis. *Gestão & Produção*, 27(3). <http://orcid.org/0000-0003-2274-5321>

- Villar, L. (2016). Aplicación de herramientas estadísticas para el análisis de indicadores. *Ingeniería Industrial*, 37(2). Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362016000200004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000200004)
- Xhema, J., Metin, H., & Groumpos, P. (2018). Switching-costs, corporate image and product quality effect on customer loyalty: Kosovo retail market. *IFAC-PapersOnLine*, 51(30), 287-292. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.303>
- Xu, Z., & Dang, Y. (2020). Automated digital cause-and-effect diagrams to assist causal analysis in problem-solving: a data-driven approach. *International Journal of Production Research*, 58(17), 5359-5379. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1727043>
- Zhou, Y., Soh, Y. S., Loh, H. S., & Yuen, K. F. (2020). The key challenges and critical success factors of blockchain implementation: Policy implications for Singapore's maritime industry. *Marine Policy*, 122(1), 104265. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104265>