

ARTICULO DE REVISIÓN/REVIEW ARTICLE

Lean Seis-Sigma y su importancia en la mejora continua de la calidad en el laboratorio clínico

Lean Six-Sigma and their importance in continuous quality improvement in the clinical laboratory

William Antonio Lino Villacreses*, Lorena Anahis Lino Villacreses
y Jose Humberto Guaman Guanca

Universidad Estatal del Sur de Manabí. Facultad de Ciencias de la Salud. Jipijapa, Manabí, Ecuador.

Article history:

Received September 21, 2023

Received in revised from
September 26, 2023

Accepted September 27, 2023

Available online October 31, 2023

* Corresponding author:

William Antonio Lino Villacreses

Electronic mail address:

william.lino@unesum.edu.ec

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-5613-9958>

RESUMEN

En los laboratorios clínicos, la combinación de metodologías Lean y Six Sigma puede generar mejoras significativas en la calidad, la productividad y la seguridad del paciente, la implementación de estas metodologías puede ayudar a los laboratorios a reducir errores, minimizar desperdicios y aumentar la eficiencia en la prestación de servicios de diagnóstico, el uso de metodologías Lean y Six Sigma también puede ayudar a los laboratorios a cumplir con los requisitos reglamentarios y los estándares de acreditación, lo que garantiza que los pacientes reciban resultados de pruebas precisos y confiables, la aplicación de metodologías Lean y Six Sigma en laboratorios clínicos puede generar mejores resultados para los pacientes y una mayor satisfacción con los servicios de laboratorio. El objetivo de la presente investigación fue analizar la aplicación de Lean Six Sigma en el laboratorio clínico y como esta metodología interviene en la mejora continua de la calidad en el Laboratorio Clínico. El estudio es de diseño y tipo revisión sistemática documental y bibliográfico, ya que se llevaron a cabo búsquedas en las diversas bases de datos científicas: pubmed, scielo, Sciencedirect. Los resultados indican que las metodologías de mejora de procesos Lean y Six Sigma son adecuadas para ayudar a lograr en un 98% la eficacia del laboratorio. Se concluyó, que Lean Six Sigma es una metodología poderosa que puede ayudar a los laboratorios clínicos a mejorar sus procesos.

Palabras claves: Calidad, Laboratorio clínico, metodología Lean, Seis-Sigma

ABSTRACT

In clinical laboratories, the combination of Lean and Six Sigma methodologies can generate significant improvements in quality, productivity and patient safety, the implementation of these methodologies can help laboratories reduce errors, minimize waste and increase efficiency in the provision of diagnostic services, the use of Lean and Six Sigma methodologies can also help laboratories meet regulatory requirements and Accreditation standards, ensuring that patients receive accurate and reliable test results, applying Lean and Six Sigma methodologies in clinical laboratories can lead to better patient outcomes and greater satisfaction with laboratory services. The objective of this research was to analyze the application of Lean Six Sigma in the clinical laboratory and how this methodology intervenes in the continuous improvement of quality in the Clinical Laboratory. The study is of design and type systematic documentary and bibliographic review, since searches were carried out in the various scientific databases: pubmed, scielo, Sciencedirect. The results indicate that Lean and Six Sigma process improvement methodologies are adequate to help achieve 98% laboratory efficiency. It was concluded that Lean Six Sigma is a powerful methodology that can help clinical laboratories improve their processes.

Keywords: Quality, Clinical laboratory, Lean methodology, Six-Sigma

INTRODUCCIÓN

En primer lugar, debemos mencionar la importancia de la validez de contenido dado que se trata de determinar si el contenido del instrumento de medición es relevante, representativo y completo para su uso en la medición de un constructo específico. Por lo que se pueden emplear distintos métodos como lo es el juicio por expertos, el cual abarcaremos en este artículo de revisión. Según Cuervo-Martínez y Escobar-Pérez (2008) se trata una opinión informada de personas con experiencia en el campo que son consideradas por otros como expertos calificados y que pueden proporcionar información, evidencia, juicios y evaluaciones (p.29). Sumado a ello, Cabero y Llorente (2013) lo sintetizan como la importancia en la calidad teórica recibida de parte de los expertos, la profundidad de las valoraciones obtenidas, la facilidad de su uso práctico, la capacidad de utilizar una variedad de estrategias de recopilación de información de manera útil para determinar el conocimiento de contenidos y temas complejos (p. 14). En resumen, el juicio de expertos es un proceso riguroso y transparente para obtener una evaluación bien fundamentada de un tema complejo o controvertido por parte de un panel de expertos calificados en el área en cuestión.

Por otra parte, el objetivo es obtener una evaluación rigurosa y bien fundamentada de un tema complejo o controvertido por parte de un panel de expertos calificados en el área en cuestión para identificar las principales incertidumbres relacionadas con el tema en cuestión y de esa manera proporcionar una visión diversa de los distintos aspectos del tema en cuestión, incluyendo diferentes perspectivas disciplinarias, culturales y/o sectoriales (García *et al.*, 2022).

También es necesario recalcar la importancia de considerar la validación del contenido de la herramienta, a través de la evaluación de expertos, que demanden un interés particular. En concreto, los aspectos más importantes son la selección de los expertos que integrarán los ensayos, la

utilización de escalas para la valoración cuantitativa y el estudio de los resultados sobre la valoración a través coeficientes de correlación (Berlaga y Juárez, 2020).

Asimismo, los instrumentos son adaptaciones que pueden sumar o restar ítems, esto mismo deberá ser explicado por los jueces antes de que la herramienta sea evaluada. Sin embargo, se recomienda predecir la cantidad de jueces que cooperarán en el estudio estadístico, puesto que algunos métodos se han proyectado para ser medido entre dos jueces, mientras que en otros casos es necesaria una mayor cantidad de jueces (Pedrosa *et al.*, 2014).

De la misma forma, existen algunos criterios para seleccionar a los expertos los cuales menciona Juárez-Hernández y Tobón (2018) citando a Cabero y Infante (2014), son la experiencia y dominio del tema en estudio, así como su voluntad en participar de proyectos de investigación disponiendo de tiempo y compromiso para comunicarse de manera efectiva. Sumado a ello, existen tres tipos de expertos en donde los tácticos se seleccionan por su experiencia y especialización en el tema, los conciliadores imparten imparcialidad y sentido común y los comunicadores son participantes de la investigación por lo que sus percepciones proporcionan criterios de viabilidad. A la vez Pedrosa *et al.* (2014), comenta con relación a las competencias de los expertos, los cuales deben de tener en cuenta el grado académico, experiencia proveniente de la investigación, la reputación que poseen en el mundo académico, familiaridad en la contestación de los instrumentos, entre otros.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño y tipo de estudio

Para la investigación se aplicó un diseño de revisión sistemática documental. El tipo de estudio del estudio es documental, bibliográfico, ya que se llevó a cabo una revisión de literatura científica procedente de las diversas investigaciones.

Estrategias de búsqueda

Se consideró para la búsqueda de artículos de hasta 7 años de antigüedad, en base al tema, se usaran palabras claves terminología MeSH como: Lean, Six sigma, control de calidad, laboratorio clínico, se obtuvieron artículos en diferentes bases de datos tales como: SciELO, PubMed, Elsevier, incluyendo información, tanto en inglés como en español y cuyo origen se remonta a Europa, Asia, Oceanía, África, Norteamérica y Sudamérica, se seleccionó 140 artículos que abordaban la temática, entre ellos se contó con artículos de trabajos originales y artículos de revisión de distintos idiomas. Las presentes fuentes de información, permitieron determinar la relevancia e importancia de la temática propuesta, que se presenta en relación a Lean Six-Sigma y su importancia en la mejora continua.

Criterios de inclusión

Se incluyeron artículos provenientes de fuentes científicas, revistas indexadas, y páginas de organismos de salud, cuya información fue publicada durante los últimos siete años, en idiomas tanto inglés como en español.

Criterios de exclusión

Se excluyeron fuentes poco confiables o información proveniente de páginas web, blogs o de más de 10 años de antigüedad, cartas al editor, monografías.

Consideraciones éticas

Se respetaron los derechos de autor, realizando una adecuada citación y referenciación, de acuerdo con la normativa Vancouver.

Manejo y compilación de la información

Se empleó una matriz, donde se ingresaron los datos para el análisis e interpretación de los resultados, se compila los artículos que contienen información como: la metodología de estudio, país, población, edad, técnicas. Para ello, se toma en consideración la identificación, selección, inclusión y distribución de todos los artículos, como se observa en la **Figura 1**.

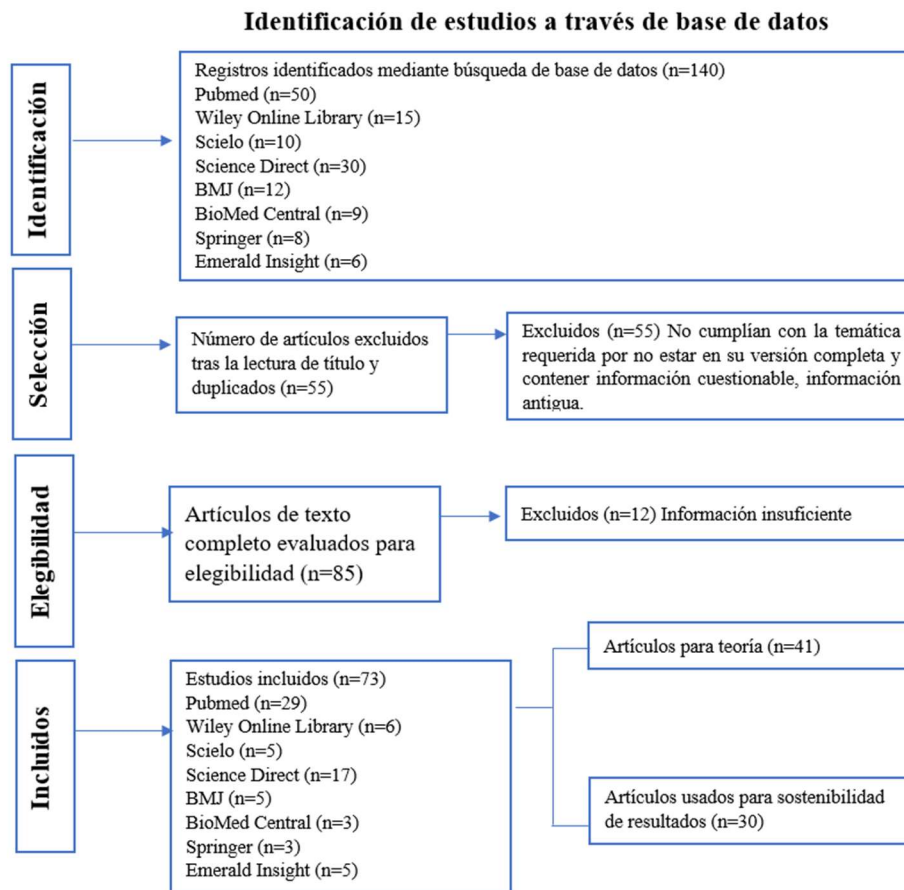


Figura 1. Artículos de búsqueda
Figure 1. Search items

RESULTADOS

Dentro de los estudios analizados, es evidente las metodologías de mejora de procesos Lean y Six Sigma son adecuadas para ayudar a lograr el objetivo del laboratorio, es decir que los análisis sean más eficientes y rentables, se evidencia que en la mayoría de las investigaciones la utilización de estos métodos mejora hasta en un 98% la eficacia del laboratorio, obteniendo un valor sigma mayor al 3.4 DPMO lo que representa un nivel de calidad excelente (Ver **Tabla 1**). Los estudios analizados, ponen en evidencia lo importante que es la aplicación de lean y six sigma, ya que permite controlar varios aspectos dentro del laboratorio, como la calidad, los costos de atención y ofrece una mejor atención a los pacientes, entre los beneficios más destacados se encuentran la mejora

de los resultados, la reducción de muestras rechazadas, logro de objetivos, disminución de errores en las fases de laboratorio y aumento de las pruebas a analizar (Ver **Tabla 2**). La mejora de la calidad dentro de los laboratorios clínicos es de suma importancia, en este caso la aplicación de estas metodologías ha permitido la reducción de errores costos y mejoramiento de la calidad dentro de las unidades de análisis clínicos. Soy evidenciado mejoras dentro de los resultados de hematología, bioquímica y microbiología, obteniéndose resultados confiables y eficiente, adicional esto ha permitido que los errores aún existentes sin evidenciados y clasificados, inclusive la utilización de esta ha permitido obtener un buen resultado bajo en enfoque seis sigma utilizado por las instituciones (Ver **Tabla 3**).

Tabla 1. Aplicación de Lean Six Sigma en el laboratorio clínico
Table 1. Application of Lean Six Sigma in the clinical laboratory

Autor	Año	País	Hallazgos
Ibrahim y col. (42)	2022	Egipto	1 % de los hemogramas se verificaron, nivel Sigma mejoró de 2.4 a 3.7.
McDermott y col. (43)	2022	Reino Unido	98% de mejora en eficiencia y eficacia del servicio de atención médica
Miño, R y col. (44)	2022	Ecuador	Desempeño sigma de 3,2 DPMO.
Apostu y col. (45)	2021	Rumania	95% aumento de la eficiencia.
Huq y col. (46)	2021	Estados Unidos	Reducción del 75 % en defectos por millón de oportunidades.
Kanani, F y col. (47)	2021	Pakistán	Ninguna de las magnitudes estudiadas obtuvo <3 Sigma
Cazarré, V y col. (48)	2020	Argentina	El valor de six sigma para los procesos fue de 3,8 DPMO.
Carchio, S. (4)	2019	Argentina	El valor sigma es mayor o igual a 3 DPMO.
Quevedo, M y col. (49)	2019	México	90% de precisión en los analitos controlados.
García, E y col. (50)	2019	México	Todos los laboratorios obtuvieron un valor sigma de 1 DPMO
Salazar, S y col. (51)	2019	México	Aumento de la medición > 3.00 DPMO del valor sigma.

Elaborado por: Autores de la investigación **DPMO:** Defectos por millón de oportunidades

Tabla 2. Hallazgos en la mejora continua aplicando Lean Six-Sigma
Table 2. Findings in continuous improvement applying Lean Six-Sigma

Autor	Año	País	Hallazgos
Weiss y col. (52)	2022	Estados Unidos	Mejorar la seguridad del paciente y mejorar los resultados.
Gupta y col. (53)	2021	Reino Unido	Muestras de sangre rechazadas se redujo del 1,43 %, al 0,47 % en 2018
Kachuwaire y col. (54)	2021	Francia	Los puntajes mejoraron en un rango de 7 a 39 %.
White y col. (55)	2021	Estados Unidos	Impacto específico en las pruebas de tiroides
Zohoun y col. (56)	2021	Estados Unidos	Mejoró su puntuación en un 29 % a través de un proceso de mejora de la calidad
Gómez, J y col. (57)	2020	España	Los objetivos se alcanzaron exitosamente en un 96,3% de los casos.
Lee, N. (58)	2019	Corea del Sur	Errores preanalíticos se redujeron del 0,42% en el período previo a la intervención al 0,32% en el período posterior a la intervención.
Pacheco, A y Zamory, E. (59)	2019	Argentina	Disminución del riesgo en un 35%, 61% de los analitos mejoró el desempeño de los métodos.
Musabaike y col. (60)	2018	Reino Unido	Se rechazaron más de 4500 (1,0 %) muestras.
Hooper y col. (61)	2018	Estados Unidos	Aumento de menos del 10 % de las muestras analizadas.

Elaborado por: Autores de la investigación

Tabla 3. Mejora de la calidad con Lean Six-Sigma en los procedimientos realizados en el laboratorio clínico
Table 3. Quality improvement with Lean Six-Sigma in procedures performed in the clinical laboratory

<i>Autor</i>	<i>Año</i>	<i>País</i>	<i>Hallazgos</i>
Pasic y Sehercehajic. (62)	2022	Bosnia y Herzegovina	Útil para mejorar todas las fases del trabajo de laboratorio, evaluación detallada de todos los procedimientos de las fases de trabajo.
Nagaraj y col. (63)	2021	Rumania	Sesgo más alto es 6,5 % en Hb y el más bajo <1 % para WBC.
Gopolang y col. (64)	2021	Estados Unidos	Los laboratorios aumentaron su cumplimiento con el estándar 15189
Maheshwari y col.(65)	2021	India	Se notaron ALT y AST con valor sigma <3
Zhou, B y col. (66)	2020	China	Cinco analitos con $\sigma \geq 6$ lograron un rendimiento de clase mundial.
Girma y col. (67)	2020	Etiopía	(77,7%) El control tenía un resultado de desempeño deficiente.
Zorbozan y col. (69)	2019	Turquía	Procesos con seis-sigma e indicadores de calidad son limitados en los laboratorios de microbiología y parasitología.
Cruz, A. (70)	2018	Puerto Rico	Resultados eficientes en la identificación y eliminación de "desperdicios".
Pérez, F. (71)	2017	México	Los resultados sigma en hematología fue de: Hb 10,Hto 5, Leuco 10, PLT 7.13, Eritr 6.6
Messinger y col. (72)	2017	Estados Unidos	La media fue de 19,84 DPMO (DE 18,46)

Elaborado por: Autores de la investigación.

Hto: hematocrito; **Hb:** hemoglobina, **Eritr:** eritrocito; **Plt:** plaquetas; **Leuco:** leucocitos, **ALT:** alanina aminotrasferasa; **AST:** aspartato aminotrasferasa; **WBC:** recuento de glóbulos blancos.

DISCUSIÓN

Lean Six Sigma es una metodología de mejora de procesos que combina dos enfoques separados: Lean, que se enfoca en eliminar el desperdicio y aumentar la eficiencia, y Six Sigma, que enfatiza la reducción de la variabilidad y la mejora de la calidad. Según Ibrahim y col. (42) indican en su investigación que LSS(Lean Six Sigma) se puede implementar con éxito en entornos de atención médica desafiantes del sector público, mejorando los procesos llevados a cabo dentro de la institución. De la misma forma McDermott y col. (43) menciona que la implementación de LSS en el cuidado de la salud mejoró el desempeño operativo y financiero, mejoró la satisfacción del cliente y la calidad, redujo los tiempos de espera, los errores médicos y minimizó los tiempos de respuesta. De acuerdo con Apostu y col. (45) la implementación de LSS aumento de la eficiencia en un 95%, permitiendo que se mejoren los procesos dentro del laboratorio.

Sin embargo, Ahmed, S y col. (73) añaden que la aplicación de LSS tiene otra motivación, entre ellos esta aumentar su competitividad actuando sobre elementos de costo y rentabilidad. Akmal, A y col. (74) señala que LSS logra beneficios en términos de calidad y costos, más sin embargo el pensamiento Lean en entornos de atención médica aún está en pañales y, a menudo, carece de los componentes básicos necesarios para el éxito.

La mejora continua de la calidad es un proceso de mejora constante de los productos, servicios o procesos de una organización, con el objetivo de aumentar la satisfacción del cliente y mejorar la eficiencia del laboratorio. Weiss y col. (52) aseguran que en el proceso de mejora continua de la calidad mejora la seguridad del paciente y los resultados en una de pruebas auxiliares y moleculares y proporciona informes estandarizados en el laboratorio. Gupta y col. (53) señalan que la implementación de la mejora continua de la calidad reduce significativamente los errores mediante el cumplimiento de las mejores prácticas, disminuyendo por ejemplo el

rechazo de muestras de sangre. Lee, N. (58) también menciona que gracias a la mejora continua permite la reducción de errores, en un 0,42% en el período previo a la intervención al 0,32% en el período posterior a la intervención.

La mejora de la calidad en un laboratorio clínico es esencial para garantizar la precisión y la fiabilidad de los resultados de las pruebas. Pasic y Sehercehajic. (62,68) indican que la mejora de la calidad ha mejorado las respuestas en cada una de las áreas del laboratorio, mejorando así su eficacia y la seguridad del paciente. Nagaraj y col. (63) sostiene que la aplicación de la mejora de la calidad en los procedimientos del laboratorio contribuyó a que se mejoren los procesos dentro del área de hematología, emitiendo resultados con sesgos altos y bajos. Maheshwari y col. (65) sustentan que la mejora de la calidad se puede utilizar como una herramienta no solo para contar defectos, sino también para evaluar métodos analíticos, optimizar planes de control de calidad y comparar la calidad analítica de los instrumentos. Por otro lado Girma y col. (67) mencionan que los indicadores de calidad estudiados, el 77,7% de los participantes del estudio percibieron que el control de los documentos tenía un resultado de desempeño deficiente.

Los laboratorios clínicos están bajo una presión cada vez mayor para mejorar su eficiencia interna y, al mismo tiempo, aumentar la calidad de la atención y reducir los riesgos para los pacientes, sin embargo, en los últimos años han surgido dos métodos de gestión de operaciones, que permiten conocer todo el proceso de atención y el concepto de eficiencia y calidad: Lean Management (con énfasis en el flujo de pacientes y eliminación de residuos) y Six Sigma (con un énfasis en la reducción de la variabilidad y los errores).

CONCLUSIÓN

En general, Lean Six Sigma es una metodología poderosa que puede ayudar a los laboratorios clínicos a mejorar sus procesos, reducir errores y

brindar un mejor servicio a los pacientes al mismo tiempo que reduce los costos.

El valor de Six Sigma radica en su capacidad para mejorar la calidad de los productos o servicios que se ofrecen, lo que a su vez aumenta la satisfacción del cliente, además, promueve la mejora continua y el trabajo en equipo, lo que fomenta la innovación y el crecimiento en la organización.

Implementar políticas de control de calidad, capacitar al personal, mejorar los procesos y utilizar tecnología y equipos actualizados son formas efectivas de mejorar la calidad en cada una de las áreas del laboratorio clínico.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

REFERENCIAS

1. Woodnutt S. Is Lean sustainable in today's NHS hospitals? A systematic literature review using the meta-narrative and integrative methods. *International Journal for Quality in Health Care*. 1 de octubre de 2018;30(8):578-86.
2. Hamelmann C, Turatto F, Then V, Dyakova M. Social return on investment: accounting for value in the context of implementing Health 2020 and the 2030 Agenda for Sustainable Development (Investment for Health and Development Discussion Paper) [Internet]. World Health Organization. Regional Office for Europe; 2017 [citado 8 de febrero de 2023]. Report No.: WHO/EURO:2017-2240-41995-57722. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/340348>
3. Jones J, Saul R, Sathe L, Xie J, Marquette D, Arboleda VA. Lean Principles to Improve Quality in High-Throughput COVID-19 Testing Using SwabSeq: A Barcoded Sequencing-Based Testing Platform. *Laboratory Medicine*. 1 de enero de 2022;53(1):e8-13.
4. Carchio SM, Cappella AC, Goedelmann C, Pandolfo M, Bustos D. Aplicación de Seis Sigma en el Laboratorio Clínico. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*. diciembre de 2019;53(4):525-37.
5. Ortiz Castro WD. Análisis Lean Six sigma de la fase preanalítica del proceso de Laboratorio Clínico del Hospital del IESS Ambato [Internet]

- [bachelorThesis]. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización; 2022 [citado 8 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/37005>
6. Nkengasong JN, Yao K, Onyebujoh P. Laboratory medicine in low-income and middle-income countries: progress and challenges. *Lancet*. 12 de mayo de 2018;391(10133):1873-5.
 7. Linsuke S, Nabazungu G, Ilombe G, Ahuka S, Muyembe JJ, Lutumba P. Laboratoires médicaux et qualité des soins: la partie la plus négligée au niveau des hôpitaux ruraux de la République Démocratique du Congo. *Pan Afr Med J*. 24 de enero de 2020;35:22.
 8. Randell EW, Yenice S, Khine Wamono AA, Orth M. Autoverification of test results in the core clinical laboratory. *Clinical Biochemistry*. 1 de noviembre de 2019;73:11-25.
 9. Kirwan JA, Gika H, Beger RD, Bearden D, Dunn WB, Goodacre R, et al. Quality assurance and quality control reporting in untargeted metabolic phenotyping: mQACC recommendations for analytical quality management. *Metabolomics*. 27 de agosto de 2022;18(9):70.
 10. Kammergruber R, Durner J. Laboratory information system and necessary improvements in function and programming. *Journal of Laboratory Medicine*. 1 de diciembre de 2018;42(6):277-87.
 11. Inal TC, Goruroglu Ozturk O, Kibar F, Cetiner S, Matyar S, Daglioglu G, et al. Lean six sigma methodologies improve clinical laboratory efficiency and reduce turnaround times. *J Clin Lab Anal*. 15 de febrero de 2017;32(1):e22180.
 12. Ciulla TA, Tatikonda MV, ElMaraghi YA, Hussain RM, Hill AL, Clary JM, et al. LEAN SIX SIGMA TECHNIQUES TO IMPROVE OPHTHALMOLOGY CLINIC EFFICIENCY. *Retina*. septiembre de 2018;38(9):1688-98.
 13. Johannessen KA, Alexandersen N. Improving accessibility for outpatients in specialist clinics: reducing long waiting times and waiting lists with a simple analytic approach. *BMC Health Services Research*. 1 de noviembre de 2018;18(1):827.
 14. Thakur V, Akerele OA, Randell E. Lean and Six Sigma as continuous quality improvement frameworks in the clinical diagnostic laboratory. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*. 17 de agosto de 2022;0(0):1-19.
 15. Kaswan MS, Rathi R. Analysis and modeling the enablers of Green Lean Six Sigma implementation using Interpretive Structural Modeling. *Journal of Cleaner Production*. 10 de septiembre de 2019;231:1182-91.
 16. Rathi R, Vakharia A, Shadab M. Lean six sigma in the healthcare sector: A systematic literature review. *Materials Today: Proceedings*. 1 de enero de 2022;50:773-81.
 17. Albliwi SA, Antony J, Lim SA halim. A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal*. 1 de enero de 2015;21(3):665-91.
 18. Raja Sreedharan V, Raju R. A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries. *International Journal of Lean Six Sigma*. 1 de enero de 2016;7(4):430-66.
 19. Nair P, Barai I, Prasad S, Gadhvi K. Quality improvement teaching at medical school: a student perspective. *AMEP*. 18 de marzo de 2016;7:171-2.
 20. Curry LA, Brault MA, Linnander EL, McNatt Z, Brewster AL, Cherlin E, et al. Influencing organisational culture to improve hospital performance in care of patients with acute myocardial infarction: a mixed-methods intervention study. *BMJ Qual Saf*. 1 de marzo de 2018;27(3):207-17.
 21. Mannion R, Davies H. Understanding organisational culture for healthcare quality improvement. *BMJ*. 28 de noviembre de 2018;363:k4907.
 22. Simons P, Backes H, Bergs J, Emans D, Johannesma M, Jacobs M, et al. The effects of a lean transition on process times, patients and employees. *International Journal of Health Care Quality Assurance*. 1 de enero de 2017;30(2):103-18.
 23. Heneghan C, Mahtani KR, Goldacre B, Godlee F, Macdonald H, Jarvies D. Evidence based medicine manifesto for better healthcare. *BMJ*. 20 de junio de 2017;357:j2973.
 24. Lawal AK, Rotter T, Kinsman L, Sari N, Harrison L, Jeffery C, et al. Lean management in health care: definition, concepts, methodology and effects reported (systematic review protocol). *Syst Rev*. 19 de septiembre de 2014;3:103.

25. Cohen RI. Lean Methodology in Health Care. *Chest*. diciembre de 2018;154(6):1448-54.
26. Jones B, Horton T, Warburton W. The improvement journey: why organisation-wide improvement in health care matters, and how to get started [Internet]. Health Foundation; 2019 may [citado 20 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://apo.org.au/node/233101>
27. Makary MA, Daniel M. Medical error—the third leading cause of death in the US. *BMJ*. 3 de mayo de 2016;353:i2139.
28. Gonzalez-Aleu F, Van Aken EM, Cross J, Glover WJ. Continuous improvement project within Kaizen: critical success factors in hospitals. *The TQM Journal*. 1 de enero de 2018;30(4):335-55.
29. Marin-Garcia JA, Vidal-Carreras PI, Garcia-Sabater JJ. The Role of Value Stream Mapping in Healthcare Services: A Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. enero de 2021;18(3):951.
30. Hartzband P, Groopman J. Medical Taylorism. *N Engl J Med*. 14 de enero de 2016;374(2):106-8.
31. Schonberger RJ. Reconstituting lean in healthcare: From waste elimination toward ‘queue-less’ patient-focused care. *Business Horizons*. 1 de enero de 2018;61(1):13-22.
32. Poksinska BB, Fialkowska-Filipek M, Engström J. Does Lean healthcare improve patient satisfaction? A mixed-method investigation into primary care. *BMJ Qual Saf*. febrero de 2017;26(2):95-103.
33. Muenz Raquel. The Main Goal of Six Sigma Implementation [Internet]. *Today’s Clinical Lab*. 2020 [citado 8 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.clinicallabmanager.com/trends/the-automated-lab/the-main-goal-of-six-sigma-implementation-21937>
34. Niñerola A, Sánchez-Rebull MV, Hernández-Lara AB. Quality improvement in healthcare: Six Sigma systematic review. *Health Policy*. abril de 2020;124(4):438-45.
35. Lakhiani C, Moroni E, Evans KK, Steinberg J, Kim PJ, Attinger CE. Abstract: Utility of Six Sigma Methodology for Improving Quality and Safety in a Large Surgical Service: A Resident Driven Protocol. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2 de octubre de 2017;5(9 Suppl):102-3.
36. Hynes JP, Murray AS, Murray OM, Eustace SK, Gilchrist S, Dolan A, et al. Use of Lean Six Sigma methodology shows reduction of inpatient waiting time for peripherally inserted central catheter placement. *Clin Radiol*. septiembre de 2019;74(9):733.e5-733.e9.
37. Sugianto JZ, Stewart B, Ambruzs JM, Arista A, Park JY, Cope-Yokoyama S, et al. Applying the Principles of Lean Production to Gastrointestinal Biopsy Handling: From the Factory Floor to the Anatomic Pathology Laboratory. *Lab Med*. 2015;46(3):259-64.
38. Abu Bakar FA, Subari K, Mohd Daril MA. Critical success factors of Lean Six Sigma deployment: a current review. *International Journal of Lean Six Sigma*. 1 de enero de 2015;6(4):339-48.
39. O’Mahony L, McCarthy K, O’Donoghue J, Teeling SP, Ward M, McNamara M. Using Lean Six Sigma to Redesign the Supply Chain to the Operating Room Department of a Private Hospital to Reduce Associated Costs and Release Nursing Time to Care. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. enero de 2021;18(21):11011.
40. Teeling SP, Dewing J, Baldie D. A Discussion of the Synergy and Divergence between Lean Six Sigma and Person-Centred Improvement Sciences. *International Journal of Research in Nursing*. 13 de abril de 2020;11(1):10-23.
41. Pradhan DP, Pandit D, Sahoo S, Rattan R, Mohanty S. Six Sigma Metrics: An Evolving Indicator of Quality Assurance for Clinical Biochemistry. *JCDR [Internet]*. 2022 [citado 8 de febrero de 2023]; Disponible en: https://www.jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2022&month=August&volume=16&issue=8&page=BC14-BC18&id=16718
42. Ibrahim I, Sultan M, Yassine OG, Zaki A, Elamir H, Guirguis W. Using Lean Six Sigma to improve timeliness of clinical laboratory test results in a university hospital in Egypt. *International Journal of Lean Six Sigma*. 1 de enero de 2022;13(5):1159-83.
43. McDermott O, Antony J, Bhat S, Jayaraman R, Rosa A, Marolla G, et al. Lean Six Sigma in Healthcare: A Systematic Literature Review on Motivations and Benefits. *Processes*. octubre de 2022;10(10):1910.
44. Miño R, Reinoso K, Salazar X, Galarza S. Incidentes preanalíticos en muestras biológicas en el Laboratorio Clínico del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) Quito – Ecuador 2016. *REFLEXIONES Revista científica*

- del Hospital Eugenio Espejo [Internet]. 19 de marzo de 2022 [citado 22 de febrero de 2023];19(1). Disponible en: <http://rev-reflexiones.hee.gob.ec/ojs-3.1.2/index.php/reflexiones/article/view/3>
45. Apostu SA, Vasile V, Veres C. Externalities of Lean Implementation in Medical Laboratories. Process Optimization vs. Adaptation and Flexibility for the Future. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. enero de 2021;18(23):12309.
 46. Huq Ronny F, Almadani M, Fallon J, Adem P. Lean six sigma process improvement in specimen receiving to improve stat chemistry turnaround times. *Modern Medical Laboratory Journal*. 10 de enero de 2021;4(1):1-4.
 47. Kanani FZ, Kazmi AH, Kaleem B. La métrica Sigma del sistema Alinity ci: estudio sobre 39 magnitudes químicas y de inmunoensayo. *Advances in Laboratory Medicine / Avances en Medicina de Laboratorio*. 1 de junio de 2021;2(2):277-85.
 48. Cazarré V, Pedernera JA, Vallory JH, Lujan PR. Evaluación del desempeño del proceso de recepción de pacientes en un laboratorio clínico. *Revista Bioquímica y Patología Clínica*. 2020;84(2):43-8.
 49. Quevedo MCC, Martén RA, Serra LR, Brown YC. Evaluación de la calidad de los procesos analíticos en un laboratorio clínico mediante el cálculo del error total y la métrica seis sigma. *MediSan*. 2019;23(03):495-508.
 50. García EJA, Peñate E, Núñez G, Montilla C, Vásquez R. Competencias y desempeño de laboratorios clínicos en la determinación de colesterol y triglicéridos. *Rev Mex Patol Clin Med Lab*. 18 de febrero de 2019;65(4):192-9.
 51. Salazar-Agudelo SC, Ruiz-Cadavid A, Salazar JV. Incremento en la medición sigma por la implementación de estrategias en inmunoquímica del Laboratorio Médico Echavarría. *Rev Mex Patol Clin Med Lab*. 24 de julio de 2019;66(1):46-52.
 52. Weiss VL, Heher YK, Seegmiller A, VanderLaan PA, Nishino M. All in for patient safety: a team approach to quality improvement in our laboratories. *Journal of the American Society of Cytopathology*. 1 de marzo de 2022;11(2):87-93.
 53. Gupta P, Thomas M, Sbetan N, Chacko G, Savarimuthu I, Cherian P, et al. A Quality Improvement Initiative to Reduce Rejected Laboratory Samples and Enhance Specimen Acceptability. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*. 1 de agosto de 2021;47(8):519-25.
 54. Kachuwaire O, Zakaryan A, Manjengwa J, Davtyan Z, Châtard J, Orelle A, et al. Quality management system implementation in human and animal laboratories. *One Health*. 1 de diciembre de 2021;13:100278.
 55. White TE, Wong WB, Janowiak D, Hilborne LH. Strategies for laboratory professionals to drive laboratory stewardship. *Practical Laboratory Medicine*. 1 de agosto de 2021;26:e00249.
 56. Zohoun A, Agbodandé TB, Kpadé A, Goga RO, Gainsi R, Balé P, et al. From benchmarking to best practices: Lessons from the laboratory quality improvement programme at the military teaching hospital in Cotonou, Benin. *African Journal of Laboratory Medicine*. 2021;10(1):1-7.
 57. Gómez-Sanz JE, Gallego-Gavela V, Simón-Sacristán M, Mateo-Maestre M, Jiménez-Garofano MC, Virseda-Chamorro I, et al. Estrategias para la implantación de un sistema de gestión de la calidad en los laboratorios clínicos del Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. *Sanidad Militar*. diciembre de 2020;76(4):245-53.
 58. Lee NY. Reduction of pre-analytical errors in the clinical laboratory at the University Hospital of Korea through quality improvement activities. *Clinical Biochemistry*. 1 de agosto de 2019;70:24-9.
 59. Pacheco AB, Zamory ES, Collino CJG. Impacto de la implementación de un sistema documental en el aseguramiento de la calidad en un laboratorio de análisis clínicos de un hospital público. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*. diciembre de 2019;53(4):511-24.
 60. Musabaike W, Wu Y, Morris C, Heales S. 063 Quality improvement project on reducing laboratory sample rejection due to pre-analytical errors – improving patient experience, quality and efficiency. *Archives of Disease in Childhood*. 1 de diciembre de 2018;103(Suppl 2):A26-A26.
 61. Hooper JE, Richardson H, Maters AW, Carroll KC, Pronovost PJ. The Association of Departmental Quality Infrastructure and Positive Change: A Pathology Department Illustration. *Academic Pathology*. 1 de enero de 2018;5:2374289517744753.
 62. Pasic A, Sehercehajic E. “SIX SIGMA” STANDARD AS A LEVEL OF QUALITY OF

- BIOCHEMICAL LABORATORIES. 1 [Internet]. 8 de diciembre de 2022 [citado 7 de febrero de 2023];17(3). Disponible en: <https://aseestant.ceon.rs/index.php/sanamed/articloe/view/40408>
63. Nagaraj RB, Ansari MKA, Shivanna D, Mariyappa BD. Evaluation of Quality Control in Clinical Hematology laboratory by using Six-Sigma. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 10 de julio de 2021;20354-9.
 64. Gopolang F, Zulu-Mwamba F, Nsama D, Kruuner A, Nsofwa D, Kasvosve I, et al. Improving laboratory quality and capacity through leadership and management training: Lessons from Zambia 2016-2018. *Afr J Lab Med*. 2021;10(1):1225.
 65. A M, B S, Hn J, D S. Quality improvement in clinical biochemistry laboratory using six sigma metrics and quality goal index. *J Med Sci Res*. 19 de abril de 2021;9(2):101-7.
 66. Zhou B, Wu Y, He H, Li C, Tan L, Cao Y. Practical application of Six Sigma management in analytical biochemistry processes in clinical settings. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*. 2020;34(1):e23126.
 67. Girma M, Deress T, Adane K. Laboratory Quality Management System and Quality Indicators Implementation Status as Perceived by Laboratory Professionals in Preparation for the Accreditation Process from Selected Government Hospitals of Ethiopia. *Clin Lab*. 1 de abril de 2020;66(4).
 68. Rodríguez-Jacobo, I., Galindo-López, F. J., Aguirre-García, J., Navarro-Villarruel, C. L., Castro-Almanza, M. C., Eufrazio-Maciel, A. R., & Padilla-Frausto, J. J. (2020). Estandarización de una técnica eficiente para el reporte de UFC / mL en muestras de orina con citolisis celular bacteriana. *Journal of Microbiology & Health Education*, 2(1), 30–34.
 69. Zorbozan O, Zorbozan N, Turgay N. [Evaluation of Pre-analytical Process with Quality Indicators and Six Sigma Methodology in the Parasitology Laboratory of a Tertiary Healthcare Center]. *Mikrobiyol Bul*. julio de 2019;53(3):319-29.
 70. Cruz Sanabria A. Vision of a Microbiology Laboratory of Excellence using Lean Methodology. 2018 [citado 7 de febrero de 2023]; Disponible en: <https://prcrepository.org/443/xmlui/handle/20.500.12475/88>
 71. Pérez FL. The Six Sigma model in the Hematology internal quality control assessment. *Rev Esp Cienc Salud*. 15 de enero de 2017;18(2):5-8.
 72. Messinger BL, Rogers DN, Hawker CD. Use of Automation and Process Improvement to Achieve a Six Sigma Level of Nonanalytic Quality. *The Journal of Applied Laboratory Medicine*. 1 de julio de 2017;2(1):86-91.
 73. Ahmed S, Abd Manaf NH, Islam R. Measuring Lean Six Sigma and quality performance for healthcare organizations. *International Journal of Quality and Service Sciences*. 1 de enero de 2018;10(3):267-78.
 74. Akmal A, Greatbanks R, Foote J. Lean thinking in healthcare – Findings from a systematic literature network and bibliometric analysis. *Health Policy*. 1 de junio de 2020;124(6):615-27.



Mexican Academy of Health Education A.C. Membership: Our commitment is to keep professionals and students in training updated in this constantly evolving area. If you are interested in being part of our community and accessing exclusive benefits, the first step is to obtain your membership. Join us and stay up to date with advances in health education.

MEMBERSHIP SUBSCRIPTION IS FREE. Request your membership to the <https://forms.gle/kVYBYRdRnYZff14y9>

