

Mejorar la Eficiencia en el Laboratorio Químico de una Farmacéutica a través de Aplicaciones de Metodología de Calidad

*Damián Berríos Rodríguez
Maestría en Manufactura Competitiva
Mentor: Rafael Nieves Castro, PharmD.
Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

Resumen – *Los laboratorios son de suma importancia, no solo en las escuelas y universidades; también lo son para las investigaciones y las farmacéuticas. Estos son los encargados de asegurar la calidad de sus productos. Los laboratorios químicos de las farmacéuticas tienen la oportunidad de alcanzar niveles óptimos. El objetivo de este proyecto es lograr un rendimiento perfecto, cero defectos, que los recursos puedan optimizarse, reducir los tiempos y una mejor satisfacción al cliente, utilizando la metodología de Six Sigma, DMAIC y 5S. En este proyecto se pudo demostrar que el diseño de las metodologías 5S y DMAIC es efectivo en los laboratorios. Sus resultados fueron visibles en la organización, ya que hubo reducción de tiempo y estrés entre los analistas. Estas metodologías traen cambios a gran escala con mayor producción y crecimiento de la farmacéutica, pero se necesita su seguimiento, evaluación y estudio constante para que su efectividad sea duradera.*

Términos Claves – *DMAIC, Eficiencia, Six Sigma, 5S.*

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proyecto consiste en implementar aplicaciones de metodología Lean en el laboratorio químico de una farmacéutica. Se crea para maximizar el tiempo del analista y el valor del cliente, minimizando todas las prácticas innecesarias. Este proyecto surge porque, muchas veces, los productos se tardan en salir de los laboratorios y la carga de trabajo entre en los analistas son dispares. Por este motivo, este proyecto se origina con el propósito de usar aplicaciones de metodología de calidad, como

tarjetas de roles, para estandarizar el trabajo y que el laboratorio tenga un alto rendimiento y sirva de modelo para otros laboratorios.

Descripción de la Investigación

Consiste en implementar aplicaciones de metodología Lean en un laboratorio de química de una farmacéutica para mejorar su rendimiento en producción y satisfacer al cliente. En este proyecto se implementarán tarjetas de roles por cada producto, se trabajará con ruedas y trenes para un flujo de trabajo constante, se estandarizará el trabajo entre los analistas y se eliminarán desechos que impidan el alto rendimiento de laboratorio. Es importante desarrollar este proyecto para mejorar el entorno de trabajo y crear un rendimiento perfecto en la producción.

Objetivos de la Investigación

El objetivo principal es implementar aplicaciones de metodología de calidad en el laboratorio químico de una farmacéutica para lograr un rendimiento perfecto, cero defectos, que los recursos puedan optimizarse, reducir los tiempos y los costos de las actividades del laboratorio y de la empresa, para poder aumentar la satisfacción del cliente. Este proyecto también sirve de modelo para otros laboratorios.

Contribuciones a la Investigación

Las contribuciones en la implementación de este proyecto son que el laboratorio será de alto rendimiento y servirá de modelo para otros laboratorios. Este proyecto involucra a todos los empleados en una herramienta efectiva y simple. Ayuda en la eliminación de desperdicio, reduce el “overtime” de los analistas y reduce el estrés de los

empleados. Mejora los procesos de comunicación interna, reduce el tiempo de entrega de los productos y suaviza el flujo de trabajo. Además, mejora la voluntad hacia el trabajo, balancea el trabajo entre los empleados, maximiza el tiempo del analista para completar las tareas y proporciona un proceso sistemático para la mejora continua. Finalmente, también aumenta la confiabilidad de las entregas producto de los retrasos, mejora la imagen ante los clientes, se identifican mejor los problemas y contribuye a desarrollar buenos hábitos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Los laboratorios son de suma importancia, no solo en la enseñanza de las ciencias en las escuelas y universidades, sino que también lo son para las investigaciones y las industrias como lo son las farmacéuticas. Prácticamente todas las farmacéuticas se desarrollan y progresan gracias a los resultados que se producen en los laboratorios. Estos son los encargados de asegurar la calidad de sus productos. Las técnicas, herramientas y conceptos utilizados en los laboratorios de las industrias se emplean para probar, verificar y certificar productos [1]. El éxito de las farmacéuticas depende de la organización y el diseño de sus laboratorios. Por tanto, la implementación de aplicaciones de metodología de calidad significa progreso en las industrias farmacéuticas, ya que sus productos deben ser de alta calidad y sus empleados deben demostrar un alto rendimiento. Por lo tanto, emplear las metodologías Lean y Six Sigma en los laboratorios ayudará a garantizar el éxito y un mejor rendimiento en las farmacéuticas.

Cuando se implementan Lean y Six Sigma, los errores de producción y errores humanos se reducen, y la calidad de la industria mejora. Según Riebling & Tria [2] una aplicación metodológica utilizando Six Sigma se basa en métodos estadísticos rigurosos e implementar mecanismos de control para vincular la calidad, el costo, el proceso, el trabajo de los empleados y su responsabilidad. El objetivo de Six Sigma en los laboratorios es reducir los procesos de variación, para asegurar el producto final.

En la investigación [2] se explica las fases de la metodología de Six Sigma aplicadas al sistema de salud *North Shore* para demostrar la disminución de errores analíticos. En la primera fase los autores la describen como la definición. En esta fase el equipo se encargaría de desarrollar un mapa de proceso que le permitiría encontrar defectos, para luego definir éstos y pasar a la etapa de la necesidad a cambiar. Esta definición es presentada a los empleados como parte de la primera fase. Para la segunda fase, la medición, se desarrollaron definiciones operativas que implicaban el clasificar errores para medir y analizar los resultados. En esta etapa, el equipo de la investigación de los autores se encontraba en un nivel de 4.8 de Six Sigma. Por tanto, la siguiente etapa comenzó desarrollando un objetivo agresivo de reducción de errores que elevaría su nivel a 5.0. La tercera fase fue la encargada de analizar los resultados, en el que se demostró que el 86% de los errores del sistema se debía a dos tipos de errores: de procedimientos cometidos por los empleados y por errores de auto verificación [2].

Los autores Riebling & Tria [2] destacan que Six Sigma se enfoca en el proceso, no en los empleados. Para esa reducción de errores, los autores explican su fase de mejoramiento. En esta fase se proporcionó una herramienta de revisión de resultados simples que ayudaba en el proceso de toma decisiones críticas. Por tanto, se reevaluó el proceso de modificación y se completó. Se empleó un diseño de software que habilitó el monitoreo y emitía una alerta de audio ante posibles problemas. En la fase final de control, los autores explican que la misma está diseñada para monitorear todos los procesos implementados en la fase anterior. Señalan que para que esta fase se complete el objetivo debe ser subir de un nivel 4.8 sigma a un 5.0 sigma, comprobando la efectividad de la implementación en su artículo. Los autores concluyeron que el enfoque Six Sigma provee todas las herramientas para que se realice un buen proceso y brinda la oportunidad de mejorarlo continuamente.

En cuanto a la metodología Lean, ésta es definida como un conjunto de técnicas que se utiliza para administrar un entorno de trabajo que elimina

desperdicios, organiza el lugar de trabajo, simplifica los procedimientos y establece estándares visuales. Existen siete tipos de residuos que se clasifican entre el transporte, el inventario, el movimiento, la espera, la producción excesiva, el procesamiento excesivo y los productos defectuosos [3]. Para eliminar estos residuos y emplear la metodología Lean, el autor recomienda cuatro técnicas que son esenciales en la eliminación de desperdicios. Para eliminar estos desechos se utiliza la creación de un mapa de flujo de valor, la organización 5S, emplear un lugar de trabajo de visual, y crear y desarrollar el procesamiento de las muestras para determinar la seguridad e integridad de éstas. Nelson [3] concluye su artículo explicando los beneficios de la utilización de cada técnica, paso a paso, ya que ayuda a la organización, limpieza, desarrollo y productividad. El autor finaliza puntualizando la importancia de una buena administración, que desarrolle el compromiso del equipo de trabajo.

En otra investigación [4] este autor indica que existe la necesidad de que las industrias puedan garantizar el control y la calidad. El autor enfoca su investigación en la necesidad existente en los sistemas de salud y la importancia de implementar procesos en los laboratorios clínicos que reduzcan costo y mejoren producción. Hamilton [4] reconoce el Lean y Six Sigma como dos aplicaciones de metodologías efectivas y explica ambas por separado. En la metodología Lean, el autor reconoce que ésta se enfoca en eliminar desperdicios que se dan en algunos procesos de trabajo. Según Hamilton [4] la metodología Lean sirve para aumentar las eficiencias, en función de eliminar desperdicios en forma de trabajo sin valor agregado, pero no aborda otros elementos importantes como lo son las ineficiencias creadas en función de la variación del proceso. Esta ineficiencia solo es corregida cuando se implementa el concepto Six Sigma. Consecuentemente, una aplicación realmente exitosa es una implementación de ambos conceptos porque demuestra beneficiar a los laboratorios o las industrias de forma más amplia. Si solo se utiliza el método Lean, los laboratorios tendrían que lidiar con procesos que pueden no estar bajo el estadístico y sin

enfoque científico de calidad como el que implementa la metodología Six Sigma. Así mismo sucede a la inversa si solo se utiliza el concepto Lean; los laboratorios o las industrias se verían privadas de varios beneficios entre los que se encuentran: a) poder centrarse en aumentar la velocidad del proceso; b) reducción de costos; c) obtener datos, información y resultados más rápidos [1].

Hamilton [4] recomienda utilizar una implementación basada en Lean para eliminar desperdicios y utilizar el concepto Six Sigma para llevar el rigor estadístico que permite reducir la variación y desarrollar consistencia. Esta unión es beneficiosa y logra que los laboratorios en las industrias demuestren mayor calidad en todos los sentidos. Según este mismo autor, Lean Six Sigma (LSS) se deberá implementar no solo como un protocolo de herramientas y técnicas para su éxito, sino que el mismo necesita ser adoptado y apoyado por la cultura organizacional, ya que sin esto la implementación pudiera fracasar. Este concluye su investigación mencionando algunos beneficios del método LSS, en los que incluye: la reducción de costos, mayores ingresos, mayor motivación y compromiso de los empleados, y una mejora en la calidad y los procesos que se trabajan.

Asimismo, bajo esta revisión literaria queda demostrado que la unión de Lean y Six Sigma (LSS) resulta ser beneficioso para las industrias. Consecuentemente, emplearla en los laboratorios de las industrias farmacéuticas aumentaría su calidad de trabajo. Por supuesto, el éxito de esta unión dependerá de la buena administración y el compromiso de los empleados. Este es el principal objetivo de este trabajo: emplear estas metodologías. La industria farmacéutica deberá trabajar siendo un solo sistema y la suma de sus partes determinará la calidad de su producto y su éxito.

METODOLOGÍA

La metodología Lean es un conjunto de técnicas que se utilizan para evitar desperdicios, usar al máximo los recursos ya disponibles y mejorar

constantemente los procesos, para obtener cada vez resultados más eficientes. Al implementar esta metodología en el laboratorio, las iniciativas se centran en que los recursos puedan optimizarse, en reducir los tiempos y los costos de las actividades, reducir errores y mejorar el proceso de manejo de muestras. El propósito de usar aplicaciones de metodología de calidad, como tarjetas de roles, es para estandarizar el trabajo. El objetivo de Lean, al aplicarlo en el laboratorio, es que, al analizar los productos, brinden resultados de calidad, al costo más bajo, en el tiempo más corto posible y manteniendo la satisfacción del cliente. Los resultados del uso de esta metodología Lean se reflejarán en el alto rendimiento del laboratorio y servirán de modelo para otros laboratorios.

Para que el laboratorio químico de una farmacéutica sea Lean, las primeras iniciativas tendrán el objetivo de reducir tiempo, eliminar el desperdicio y cualquier actividad que no agregue valor a los procesos. La primera actividad será identificar cuáles de los siete desperdicios pudieran estar presentes en el laboratorio. Estos desperdicios son: el transporte, inventario innecesario, el movimiento innecesario, el tiempo de espera, la producción excesiva, el procesamiento excesivo y los productos defectuosos. Luego de identificar los desperdicios, se implementará las 5s para eliminar los mismos. La implementación de la 5s no solo eliminará desperdicios, también aumentará la eficiencia del trabajo promoviendo una mejora continua del laboratorio. La 5s es una técnica que tiene cinco fases que son: Seiri (eliminar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina). Al implementar la primera S (eliminar) se separarán las cosas necesarias y las que no lo son manteniendo las necesarias en un lugar conveniente y reducir las necesidades de espacio, inventario, almacenamiento y transporte. En la segunda S (ordenar) se implementará el que cada cosa tenga un único y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo, debe volver a él. En la tercera S (limpiar), todo el personal del laboratorio deberá conocer la importancia de estar en un ambiente limpio. Cada

trabajador de la empresa debe, antes y después de cada trabajo realizado, retirar cualquier tipo de suciedad generada. En la cuarta S (estandarizar) se mantendrá el grado de organización, orden y limpieza alcanzado en las tres primeras fases, a través de manuales, procedimientos y normas de apoyo. En la última S (disciplina) se establecerá una cultura de respeto por los estándares establecidos y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza.

Por otra parte, también se implementará la metodología Six Sigma en el laboratorio, la cual se basará de métodos estadísticos y se implementarán mecanismos de control para mejorar la calidad, reducir costos, fortalecer el proceso, reducir el trabajo de los empleados y sus responsabilidades. El objetivo principal de Six Sigma en el laboratorio será estandarizar el trabajo; para eso se implementarán tarjetas de roles por cada producto, se trabajará con ruedas y trenes para un flujo de trabajo constante y asegurar el producto final. Para la implementación de esta metodología se utilizará la técnica DMAIC, que está compuesta por cinco secciones. Estas secciones son definir, medir, analizar, mejorar y controlar. En la definición se determinarán los productos que se estandarizarán y los mismos serán constantemente evaluados. Para la sección de medición se harán pruebas con varios analistas para medir el tiempo en que un analista realiza las pruebas al producto. En la sección de análisis se interpretarán los resultados de la etapa de medición para determinar el promedio de prueba de cada producto. Para la sección de mejoras se pretenderán realizar acciones que mejore y favorezcan el cambio para estandarizar un tiempo específico de cada prueba por producto. Por último, para la etapa del control se aplican medidas para garantizar la eficacia y la continuidad del proceso de cambio que podrá ser adaptado a nuevos objetivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El laboratorio químico de la farmacéutica tiene la oportunidad de alcanzar niveles óptimos para lograr un rendimiento perfecto, cero defectos, que

los recursos puedan optimizarse, reducir los tiempos y una mejor satisfacción al cliente utilizando la metodología de Six Sigma, DMAIC y 5S. Mediante la incorporación de metodologías previamente discutidas, se desarrolló un análisis de desperdicios en el laboratorio, los cuales se clasificaron como: el transporte, el inventario, el movimiento, la espera, la producción excesiva, el procesamiento excesivo y los productos defectuosos. Para resolver el problema de estos desperdicios se implementaron 5s. No solo las 5s eliminó estos desperdicios, sino que también aumentó la eficiencia del trabajo, promoviendo una mejora continua del laboratorio. La siguiente tabla indica los desperdicios encontrados con su solución.

Tabla 1
Desperdicios con sus Soluciones

Desperdicios	Encontrados en el laboratorio	Solución
Transporte	Movimiento de personas, materiales, inventario, equipo o reactivos más allá de lo necesario.	Se colocaron las fases móviles al lado de los HPLC. Los reactivos como ácidos y bases se colocaron en la parte de materia prima, que es donde más se utilizan.
Inventario	Sobrecompra de reactivos, almacenamiento de reactivo innecesario	Se comprarán los reactivos necesarios y se eliminarán los reactivos que ya no se usan.
Movimiento	Movimiento innecesario de personas, equipos	Se colocaron los "mesh" en un cuarto y en orden de tamaño.
Espera	Espera de materiales o equipo. Equipo inactivo	Se hizo una lista de los materiales, equipo y reactivos necesarios por producto.
Sobreproducción	Se analizan productos antes de que manufactura lo	Se creó una tabla con fechas de salida de cada producto.

	solicite o se requiera.	
Procesamiento excesivo	Se repite las pruebas a los productos. Ejecución de más análisis de los necesarios a los productos.	Se creó una tabla de cada producto con las pruebas requeridas y el analista encargado de realizarlas.
Defectos	Algunos de los productos que se analizan no cumplen con los requerimientos establecidos y el producto no es apto para su uso.	Se hará una investigación cada vez que un producto no cumpla con los requerimientos establecidos.
Habilidades	Desperdicio del potencial o talento del empleado.	Se adiestrarán los analistas en diferentes pruebas y ensayos.

Con la implementación de las 5S se eliminaron los reactivos y equipos innecesarios, se ordenó el laboratorio, se evitaban los errores y los movimientos excesivos y se estandarizó el trabajo con fechas de salidas establecidas. Las metas de trabajo se cumplieron en menos tiempo con este proceso; sin embargo, hubo resistencia del personal a algunos de los cambios, como el movimiento de equipo. A base de los resultados se identificó que es necesario para la implementación del proceso que el personal sea adiestrado antes de iniciar. Por ya estar acostumbrados a un estilo de trabajo se les dificulta llegar a la última fase del proceso basada en la cultura de respeto y disciplina, por lo que se recomienda utilizar un estilo de adiestramiento parecido al que se realiza cuando el empleado inicia al laboratorio por primera vez. La implementación del proceso 5S debe ser evaluada por lo menos cada seis meses por la llegada de equipo y el material nuevo, así como la creación de nuevos productos en el laboratorio. Se debe designar un personal altamente calificado para que se encargue de este proceso de evaluación.

Para la implementación del DMAIC en la primera fase, se definieron los tres productos para

estandarizar. Estos productos son identificados por una numeración primero, segundo y tercer producto. En la segunda fase, que es medición, se escogieron dos analistas por cada producto, en la cual se midió el tiempo de cada analista, realizando una prueba por cada producto. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2
Medición del Tiempo de Dos Analistas en las Diferentes Pruebas de los Productos

Productos	Analista A (min)	Analista B (min)	Diferencia (min)	Promedio (min)
Producto 1	480	450	30	465
Producto 2	540	480	60	510
Producto 3	490	440	50	465

Según los tiempos obtenidos en cada prueba y de cada producto se implementaron tablas de roles para estandarizar las pruebas. A continuación, se presentan las tablas con los resultados obtenidos de tiempos antes de implementar las aplicaciones Lean y luego de implementarlas:

Tabla 3
Tabla de Rol del Producto 1

Producto 1		
Actividad (IR) Cantidad de Lotes: 1 (16 drunes)	Tiempo estándar Pre implementación (min)	Tiempo Actual Post implementación (min)
<ul style="list-style-type: none"> Buscar método y hojas de trabajo Prender horno a 105°C Poner a secar KBr Buscar muestra 	60	53
<ul style="list-style-type: none"> Sacar KBr del horno Dejar enfriar el KBr Pesar muestra Hacer pellet 	170	165
<ul style="list-style-type: none"> Analizar muestra en IR Enviarlo resultados a Nugenesis Firmalo en Nugenesis Imprimir data Firmal la data 	175	162
<ul style="list-style-type: none"> Recoger cristalería y reactivos Entrar resultados a LIMS 	60	55
Total	465	435

Tabla 4
Tabla de Rol del Producto 2

Producto 2		
Actividad (Absorción Atómica) Cantidad de Lotes: 2	Tiempo estándar Pre implementación (min)	Tiempo Actual Post implementación (min)
<ul style="list-style-type: none"> Buscar métodos y hojas de trabajo Calibrar baños de disolución Condicionar el equipo Buscar muestra 	90	60
<ul style="list-style-type: none"> Preparar soluciones Preparar estándar Documentar los estándares Buscar cristalería Coger alícuotas 	175	165
<ul style="list-style-type: none"> Preparar muestra Crear "Sample set" Analizar las muestras 	185	165
<ul style="list-style-type: none"> Lavar los baños de disolución Recoger cristalería y reactivos Entrar resultados a LIMS 	60	55
Total	510	440

Tabla 5
Tabla de Rol del Producto 3

Producto 3		
Actividad (HPLC) Cantidad de Lotes: 5	Tiempo estándar Pre implementación (min)	Tiempo Actual Post implementación (min)
<ul style="list-style-type: none"> Buscar métodos y hojas de trabajo Limpiar equipo Buscar las fases móviles Condicionar el equipo Buscar muestra 	95	60
<ul style="list-style-type: none"> Preparar estándar Documentar los estándares Correr "Trials" Procesar "Trials" 	165	160
<ul style="list-style-type: none"> Preparar muestra Crear "Sample set" Analizar las muestras 	145	132
<ul style="list-style-type: none"> Recoger cristalería y reactivos Entrar resultados a LIMS 	60	50
Total	465	402

Análisis

Al concluir la implementación de la 5S y DMAIC en la fase de análisis se identificó una reducción significativa de tiempo en la producción del laboratorio. Hubo una reducción de poco más de dos horas de trabajo. Si se observa la Tabla 1 del Producto 1, la cual se realiza con IR, se redujo 30 minutos. Igualmente, en la Tabla 2, en la realización de la prueba para el producto 2, que se realiza mediante Absorción Atómica, se redujo 70 minutos. En la Tabla 3 del Producto 3, realizada con HPLC, hubo reducción de 63 minutos. Estos resultados reflejan para la compañía beneficios en la producción, aumentando así la productividad y reduciendo costos. La organización del laboratorio permitió un trabajo libre de estrés, propiciando que la mayoría de los analistas completaran sus tareas en menos tiempo y con menos errores por la eliminación de los desperdicios. Este método, igual que 5S, debe ser evaluado por los menos cada seis meses para no perder el enfoque y su implementación.

Mejoras

La implementación de la metodología 5S y DMAIC trae consigo cambios beneficiosos para cualquier empresa. Su diseño requiere compromiso y continuidad. En este proyecto su efectividad fue solo comprobado en tres productos, que demostraron la reducción de tiempo, estrés y una mejor organización. Dada su efectividad se recomienda la implementación en toda la producción de la farmacéutica, pero cada diseño e implementación debe realizarse con un plan individualizado. El proceso requiere una evaluación constante, por lo que se recomienda un mínimo de seis meses para ser evaluado y determinar nuevos cambios y estrategias. Como todo cambio, requiere un proceso de adaptación; es por eso por lo que se debe adiestrar a los empleados para que conozcan sobre la importancia y utilidad que traería consigo la implementación de estos nuevos métodos. Es importante que comprendan porqué se están haciendo las cosas y se comprometan a colaborar. Se recomienda un adiestramiento similar al que se da al

iniciar un nuevo empleo. También estas primeras semanas de cambio se recomienda la utilización de mapas y tablas que sirvan de guía para la organización de equipos y materiales. La implementación de estas técnicas no refleja cambios de inmediato, ya que su estudio, diseño y fase de implementación toman su tiempo. Es importante mantener su continuidad porque eso permitirá observar beneficios a gran escala, como el aumento en producción y reducción de costos.

CONCLUSIÓN

Las farmacéuticas progresan gracias a los resultados que obtienen en los laboratorios. De la efectividad de los laboratorios depende el éxito de la industria. Con este proyecto se desea implementar metodologías que sirvan para crear un trabajo en los laboratorios más balanceado, en menos tiempo y evitando errores. Se demostró que el diseño de las metodologías 5S y DMAIC son efectivos en los laboratorios. Sus resultados fueron visibles en la organización, ya que hubo reducción de tiempo y estrés entre los analistas. Es importante que antes de emplear cualquier metodología, éstas sean estudiadas y con un plan estructurado. Se recomienda iniciar con cambios pequeños para adaptar a los empleados al cambio del trabajo.

Las industrias que desean emplear estos cambios tienen que contar con sus empleados, ya que ellos son la parte más importante del éxito. Es por eso que el adiestramiento de los empleados debe ser prioritario en cada diseño. Estas metodologías traen cambios a gran escala, ya sea porque llevan a mayor producción, ganancias y crecimiento de la farmacéutica, pero igual que muchas cosas en la vida, se necesita su seguimiento, evaluación y estudio constante para que su efectividad sea duradera.

REFERENCIAS

- [1] G. Lugo. (2009, Diciembre). *La importancia de los Laboratorios* [En línea]. Disponible: <http://www.imcyc.com/revistact06/dic06/INGENIERIA.pdf>. [Accedido: 17 de noviembre de 2019].

- [2] N. Riebling & L. Tria. Six Sigma Project Reduces Analytical Errors in an Automated Lab, in *MLO Med Lab Obs.*, 37(6), pp. 20-22, June 2005. [En línea]. Disponible: EBSCO HOST, <http://ezproxy.pupr.edu:2067/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=25c642d4-f1c8-4e75-af5f-82c2e3f11ce3%40sessionmgr103>. [Accedido: 22 de noviembre de 2019].
- [3] N. Nelson. (2009). Easy Lean Lab Exercises. *Laboratory Equipment*, 46(8):16-18, Dec 2009 [En línea]. Disponible: EBSCO HOST, <http://ezproxy.pupr.edu:2061/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=008ec9f0-82bd-4376-ad93-f17a9c482f37%40sdc-v-sessmgr04>. [Accedido: 16 de noviembre de 2019].
- [4] L. Hamilton. Lean, Lean Six Sigma, and the Clinical Laboratory, in *MLO Med Lab Obs.*, 50(2), pp. 42-43, Feb 2018. [En línea]. Disponible: EBSCO HOST, <http://ezproxy.pupr.edu:2067/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=25c642d4-f1c8-4e75-af5f-82c2e3f11ce3%40sessionmgr103>. [Accedido: 22 de noviembre de 2019].