



Realización manual en las pruebas de laboratorio vs la automatización

Manual performance in laboratory tests vs automation

Desempenho manual em testes de laboratório vs automação

Patricio Leonardo Chong Menendez ^I

patricio.chong@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7265-4957>

Dennys Henry Rodríguez Parrales ^{II}

dennys.rodriguez@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-00003-0843-4658>

Correspondencia: patricio.chong@unesum.edu.ec

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de junio de 2022 * **Aceptado:** 12 de julio de 2022 * **Publicado:** 02 de agosto de 2022

- I. Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Provincia de Manabí, Ecuador.
- II. Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Provincia de Manabí, Ecuador.

Resumen

Los laboratorios clínicos cumplen un rol fundamental dentro del área de la medicina, ya que a través de pruebas o análisis se diagnostican diferentes enfermedades, para luego en base a estos resultados administrar el respectivo medicamento al paciente. Por otra parte, la automatización hasta cierto punto es necesaria porque logra la eliminación de posibles variaciones o fuentes de error respecto a las pruebas manuales de laboratorio. El presente artículo tiene como objetivo dar a conocer la diferencia que existe entre las pruebas de forma manual y aquellas pruebas automatizadas dentro de un laboratorio clínico. El diseño embarga una investigación científica y exploratoria ya que se obtuvo información veraz de páginas como Scielo, Dialnet, OMS, Elsevier, entre otras, por cuanto se aplicó el método descriptivo y deductivo. Se llegó a la conclusión que la realización de pruebas manuales es ejecutada directamente e incluye el uso de herramientas especializadas, mientras que las pruebas automatizadas se ejecutan automáticamente con la ayuda de testers con skills de forma técnica.

Palabras Clave: Laboratorio; tecnología; examen; testers; análisis.

Abstract

Clinical laboratories play a fundamental role in the area of medicine, since through tests or analyzes different diseases are diagnosed, and then based on these results administer the respective medication to the patient. On the other hand, automation to a certain extent is necessary because it achieves the elimination of possible variations or sources of error with respect to manual laboratory tests. The objective of this article is to make known the difference between manual tests and those automated tests within a clinical laboratory. The design imposes a scientific and exploratory investigation since truthful information was obtained from pages such as Scielo, Dialnet, WHO, Elsevier, among others, since the descriptive and deductive method was applied. It was concluded that manual testing is executed directly and includes the use of specialized tools, while automated tests are executed automatically with the help of testers with technical skills.

Keywords: Laboratory; technology; test; testers; analysis.

Resumo

Os laboratórios clínicos desempenham um papel fundamental na área da medicina, uma vez que através de exames ou análises são diagnosticadas diferentes doenças, e depois com base nestes resultados administrar a respetiva medicação ao doente. Por outro lado, a automação até certo ponto é necessária porque consegue eliminar possíveis variações ou fontes de erro em relação aos testes manuais de laboratório. O objetivo deste artigo é dar a conhecer a diferença entre os testes manuais e os testes automatizados dentro de um laboratório clínico. O desenho impõe uma investigação científica e exploratória, uma vez que foram obtidas informações verídicas de páginas como Scielo, Dialnet, OMS, Elsevier, entre outras, já que foi aplicado o método descritivo e dedutivo. Concluiu-se que os testes manuais são executados diretamente e incluem o uso de ferramentas especializadas, enquanto os testes automatizados são executados automaticamente com o auxílio de testadores com habilidades técnicas.

Palavras-chave: Laboratório; tecnologia; teste; testadores; análise.

Introducción

Las pruebas de laboratorio son fundamentales en la medicina actual. Pertenece a un grupo de cosas comúnmente conocidas como "herramientas de diagnóstico". Se han fusionado diferentes campos médicos y no médicos y, en general, se trata de ciencias con características diferenciadas (Coronado et al., 2018). En los últimos años, ha aumentado el uso de laboratorios de laboratorio como herramienta de diagnóstico para ayudar a los médicos. La correlación entre los resultados de las pruebas y el historial médico del paciente permite a los médicos hacer diagnósticos más precisos y considerar varias variables para aplicar la mejor respuesta al tratamiento a lo que está afectando al paciente (M. Murray & Orozco, 2017).

El análisis de orina manual tradicional es un procedimiento largo y laborioso. Como otras técnicas manuales, su estandarización está influenciada por la subjetividad del operador, tanto a nivel fisicoquímico como microscópico (Guillermo, Elias, Cocsia, & Kiener, n.d.), por otro lado, la automatización logra la eliminación de posibles variaciones o fuentes de error como son el volumen de orina y de sedimento a analizar, el tiempo y velocidad de centrifugado, la superficie e instrumento de conteo y la interpretación de lo observado por parte del personal (Morita, n.d.).

Un laboratorio clínico es un espacio físico donde se realizan muchos procedimientos médicos, científicos y técnicos y una clínica para registrar condiciones de salud (preventivas) o enfermedades (médicas) (terapia de estudio). Los veterinarios envían muestras al laboratorio por

una razón. Esto se debe a que necesitamos información para tomar las decisiones correctas. Los médicos solo observan una serie de síntomas clínicos, como signos, síntomas y síndromes en un paciente, pero estos no pueden cuantificarse y deben convertirse en datos concretos (Martín, María, Orozco-Benítez, Isabel, & Colaboradora, 2017).

Existe un gran número de pruebas y análisis clínicos disponibles. Muchas pruebas son específicas para un trastorno en particular o un grupo de trastornos relacionados. En algunos casos una prueba se utiliza con más de un objetivo (Costarricense & Social, 2017).

El análisis de orina es una de las pruebas más antiguas de la medicina, reconociendo que sus propiedades físicas y químicas son importantes indicadores de salud. Esta sigue siendo una base importante para la evaluación renal, que se considera una técnica de cribado adecuada para detectar trastornos del tracto urinario renal y cambios metabólicos específicos. Se utiliza para detectar, diagnosticar y monitorear estas fallas (Guillermo et al., n.d.).

La técnica manual convencional de análisis de orina es un procedimiento que requiere tiempo y considerable labor para su realización. Como en toda técnica manual, su estandarización se ve afectada por la subjetividad del operador, tanto en la etapa físico-química como en la microscópica (“Análisis de Orina Automatizado | LES - Laboratorio Especializado Del Sur,” n.d.).

El presente artículo permitirá conocer la relación y diferencia entre las pruebas manuales y automatizadas dentro de un laboratorio clínico. Por otro lado, se cumplirán con objetivos específicos como el detallar las ventajas y desventajas de ambos métodos y la eficacia de los mismos hasta la actualidad.

Desarrollo

Historia

El laboratorio existe desde hace más de 100 años, pero a principios de la década de 1960 el número de mediciones disminuyó, los reactivos se prepararon en el laboratorio y hubo una gran cantidad de ruido o error, la directriz utilizada usando métodos analíticos. Según el médico en ese momento, "si los resultados de la prueba no coinciden con el cuadro clínico, hay un error en la prueba". Pero desde mediados de la década de 1960 hasta principios de la de 1970, esto condujo a cambios importantes provocados por dos innovaciones. Y la automatización ha llevado a una creciente necesidad de pruebas y/o análisis y un mayor conocimiento en el campo de la fisiopatología (Salinas, López-Garrigós, Uris, & Leiva-Salinas, 2017).

Bioseguridad

La Organización Mundial de la Salud (OMS), establece lo siguiente:

- Bioseguridad: término que hace énfasis en normas, principios, técnicas y prácticas que se aplican con la finalidad de evitar la exposición no intencional a patógenos y toxinas, o su liberación accidental en cualquiera que fuese el sitio (Guillermo et al., n.d.).
- Bio-protección: (Protección Biológica): se refiere al conjunto de medidas de protección aplicadas en la institución y al personal, destinadas principalmente a reducir el riesgo de pérdida, robo, uso incorrecto o liberación intencional de patógenos o toxinas perjudiciales para el cuerpo humano (Gallo, Larios, & Torres, 2016).

Control de calidad

El control de calidad en un laboratorio clínico es un conjunto de estándares preestablecidos que brindan la suficiente confianza para obtener resultados. Por lo tanto, se supone que el proceso mide la calidad real de la prueba en comparación con los estándares establecidos. La calidad se logra y mejora durante todo el proceso. Por lo tanto, el control de calidad debe realizarse en las tres etapas del proceso (preanálisis y post-análisis). (Maza et al., 2017).

Tipos de laboratorios

El Laboratorio Clínico es el espacio físico donde se realizan procedimientos médicos, científicos, técnicos, entre otros (M. Murray & Orozco, 2017). Estos se pueden clasificar en:

- Laboratorios de Referencia: sirve para el diagnóstico de una determinada enfermedad o enfermedades animales y/o a metodología de pruebas; incluye la capacidad para describir y evaluar los reactivos, entre otros.
- Laboratorio Dependiente: aquel que, constituye una unidad integral con la institución o empresa a la cual pertenece.
- Laboratorio Privado: aquel que presta sus servicios al público en general, a la institución o empresa que lo solicite.

- Laboratorio Registrado: toda persona natural o jurídica que resida en el país para actividades de diagnóstico veterinario o con fines de investigación en salud animal. (R. Murray & Orozco, 2017).

Automatización en Latinoamérica

Existen muchas razones por las cuales un laboratorio clínico toma la decisión de pasar de una operación manual a una operación tipo TLA, y la mayoría se relacionan con la necesidad de resolver un reto de gestión ya sea de crecimiento, de reducción de tiempos de respuesta, de disminución de errores (seguridad), de menores costos, de centralización, de optimización de tecnología, de mejoría en el flujo de trabajo (disminución de cuellos de botella), o de una combinación de las anteriores (Betancourt, 2018).

En el contexto latinoamericano, las soluciones TLA fueron diseñadas originalmente para una gran cantidad de laboratorios, pero en nuestro contexto los costos superaron los beneficios. Sin embargo, los desafíos que enfrenta el sector de la salud en la mayoría de los países y los desafíos que enfrentan los gerentes de hospitales y laboratorios para lograr mejores resultados con recursos cada vez más limitados, son los siguientes: El proveedor realiza cambios (Rodríguez, 2016). Es ahí donde el concepto de TLA ha empezado a tomar fuerza, e incluso laboratorios de medio y bajo volumen ven hoy una necesidad perentoria de automatizarse, buscando crecer sin aumentar sus costos (personal, infraestructura, equipamiento, etc.), disminuir pasos innecesarios en sus procesos para mejorar su rendimiento, optimizar tiempos de respuestas y ser más competitivos en el mercado (López, 2017).

Etapas del análisis automatizado

Para que una muestra clínica tenga un análisis de forma automatizada se debe llevar a cabo el siguiente procedimiento:

- Obtención de la muestra: etapa en la que el médico o personal autorizado obtiene la muestra del paciente, para previamente obtener resultados concisos de la persona.
- Preparación de la muestra: en este punto las muestras previamente obtenidas pasan por un proceso de centrifugación (SN, 2017).
- Identificación de la muestra: este proceso es de suma importancia porque es aquí donde la muestra será archivada, hasta la obtención de los resultados finales.

- Muestreo y transporte: este paso puede ser realizado de dos maneras, la primera consiste en muestrear estas directamente a un tubo de recolección primaria, la segunda consiste en muestras estos en forma de alícuotas o en partes (Sánchez, 2017).
- Preparación de reactivos: esta etapa es en la que las soluciones o reactivos a ser empleados son previamente empacados en granel, botella de vidrio o plástico, respectivamente. Sin embargo, en algunos casos es necesario diluir estos en un volumen específico porque son preparados en polvos secos o son reactivos concentrados.
- Transporte y entrega: en esta etapa se requerirá el apoyo de bombas peristálticas y tuberías de plástico, que sirvan para trasportación de los reactivos del sistema.
- Medición de la reacción: La fotometría de absorbancia, turbidimetría, nefelometría, fluorescencia, metodologías colorimétricas, cinéticas, enzimáticas e inmunoenzimáticas. Para determinar la concentración del analito (SN, 2016).

Propósito

Los sistemas de automatización de laboratorio se utilizan para gestionar los tubos de muestra y prepararlos para la prueba. Estos sistemas suelen constar de varios módulos de procesamiento y procesamiento de muestras. Están conectados por un sistema de transporte y actúan como una red controlada por software. Las tareas se pueden realizar en secuencia con una mínima intervención del operador (TecSoluciones, 2016). Los sistemas por lo general incluyen módulos para preparación de muestras, transporte hacia los instrumentos analíticos (p. ej., analizadores de hematología, química clínica, inmunoensayo), y almacenamiento post-analítico. Cada módulo generalmente consta de múltiples unidades (abrebotellas, clasificadores, centrifugadoras, analizadores, dispositivos de enfriamiento, etc.) que son equipos de laboratorio clínico estándar o de rutina, en lugar de unidades diseñadas específicamente para sistemas de automatización. Por lo general, estas unidades se configuran para requisitos específicos de laboratorio. La mayoría de estos sistemas pueden interactuar con los sistemas de información de laboratorios y hospitales (ECRI, 2016).

Riesgos y resultados

Cada prueba conlleva ciertos riesgos. El riesgo es que se lesione durante la prueba o si los resultados obtenidos son inusuales, debe aceptar una nueva prueba. Las pruebas adicionales suelen ser más caras, más peligrosas o ambas cosas. Los médicos evalúan el riesgo de una prueba en función de la utilidad de la información que la prueba puede proporcionar. (Moreno, 2017).

El valor normal de la prueba se expresa como una proporción basada en la media de una población sana. En otras palabras, un valor de 95 cae en esta escala para una persona sana. Sin embargo, el promedio para mujeres y hombres es ligeramente diferente y depende de la edad. Para algunas pruebas, los valores obtenidos también variarán de un laboratorio a otro. Por lo tanto, si los resultados de las pruebas clínicas están disponibles, también se proporciona un valor de referencia para este tipo de prueba (Manual MSD, 2017).

Metodología

Diseño de la investigación

El presente artículo embarga una investigación científica y exploratoria ya que se pretende obtener información oportuna y certificada de fuentes fidedignas, para entender, y analizar los conocimientos acerca del tema planteado.

Métodos

Método Descriptivo, que permitió la descripción y evaluación de ciertas características de una situación particular en base a datos relacionados entre sí.

Método Deductivo, ya que se partió de una hipótesis.

Pregunta de investigación

¿La automatización en pruebas de laboratorio, permiten tener mayor agilidad, y eficacia en los resultados, pese a que las pruebas manuales se realizan desde hace mucho tiempo?

Variables de estudio

Variable dependiente: Pruebas manuales y automatización.

Variable independiente: Laboratorio

Variable interviniente: Resultados de exámenes.

Criterios de elegibilidad

Se eligieron 26 artículos originales, de revisión, y guías de información sobre las pruebas manuales y la automatización de pruebas en laboratorios clínicos, que tengan menos de 5 años de publicación. Se excluyó los artículos que tengan más de 6 años de vigencia.

Fuentes de información

La información bibliográfica se obtuvo mediante la recopilación de información de fuentes confiables como: tesis, libros, artículos científicos indexados en CDCs Lancet, Elsevier, Science, SciELO, Nature, medRxiv, Latindex, Dialnet, Redalyc, BVS, PubMed, Google académico.

Resultados y discusión

En el artículo “Cómo mejorar el diagnóstico gracias a la automatización”, se menciona que: Los laboratorios son vitales para la medicina, la investigación y el desarrollo. Las ideas se desarrollan, aplican y perfeccionan en estos centros. La tecnología innovadora es muy importante en estos procesos, especialmente en el campo de la salud. Siempre deben garantizarse productos fiables y de alta calidad. En este caso, la automatización juega un papel cada vez más importante. Muchos laboratorios han sido equipados con varios sistemas o soluciones de sistemas que pueden satisfacer simultáneamente las necesidades de dispositivos médicos, como IVD (dispositivos in vitro) (SN, 2018).

En el apartado “Automatización en Hematología” se dice que: La técnica manual para la elaboración de pruebas clínicas en cualquier disciplina del laboratorio aumenta el volumen de trabajo en tal magnitud que atenta contra la calidad del mismo haciendo que la práctica manual pierda credibilidad; a esto se suma un gran número de parámetros que manualmente no se alcanzarían a realizar, ya que al ser calculados con fórmulas de manera escrita no son confiables (Alegre, 2017).

En el artículo “Tecnología y sistemas de automatización de laboratorio”, se asevera que: Las pruebas manuales a pesar de ser muy utilizadas en el mundo actual tienen algunas desventajas al momento de emitir los resultados, conllevando a que en ocasiones el diagnóstico sea erróneo o genere equivocaciones al momento de ser presentados, a esto se suma el tiempo que se requiere y la labor en su realización; sin embargo al realizar estas mismas pruebas de forma automatizada se logra eliminar variaciones o fuentes de error, así como mejorar la calidad de los resultados y reducir

el trabajo o mejorar el flujo del mismo. De esta forma se podrán obtener deducciones lógicas a partir de premisas o principios ya establecidos iniciando de lo particular a lo general y de manera concisa (Intel, 2018). La automatización del laboratorio libera a los técnicos y científicos de las tareas manuales que requieren mucho tiempo, lo que les permite concentrarse en tareas más importantes, a esto se suma que los pacientes pueden obtener un diagnóstico rápidamente y recibir la atención oportuna que necesita, así mismo se pueden probar nuevos medicamentos rápidamente, lo que da como resultado los métodos de tratamiento más avanzados. El laboratorio se está desarrollando vigorosamente con alta precisión, velocidad y alto rendimiento. Cuanto más eficiente sea el laboratorio, más rápido los investigadores y los médicos podrán detectar y diagnosticar y brindar una atención de calidad (Intel, 2018).

En el apartado “La Importancia de la automatización en los Laboratorios Clínicos”, se deduce que: Al automatizar un laboratorio se consigue una optimización considerable de costos a diferentes niveles. Al consolidar áreas y al implementar de forma estandarizada el concepto de tubo primario con el cual en un mismo tubo de suero pueden procesarse pruebas de diferentes áreas analíticas y se reduce el consumo de tubos. Esto se traduce en una disminución de gastos en insumos y en eliminación de residuos sólidos y líquidos (Borrallo, 2019). Por otro lado, la integración de módulos y dispositivos ayuda a optimizar el consumo de agua y energía, reducir costes y reducir el impacto medioambiental del laboratorio. Y finalmente, al integrar diferentes áreas clínicas en torno al mismo proceso, los laboratorios pueden gestionar de forma más eficaz la productividad de los empleados y ahorrar dinero a medio y largo plazo (Tecnadi, 2019)

Conclusiones

Existe un gran número de pruebas y análisis clínicos disponibles, sin embargo, es necesario conocer las tecnologías actuales disponibles en el mercado, las mismas que permiten una mayor eficacia en el trabajo, he aquí la importancia de los beneficios que surgen cuando un laboratorio crece de forma proyectiva, es decir que al implementar un sistema de automatización total, los laboratorios pueden tener incrementos importantes de producción de forma inmediata o a más largo plazo, estabilizando sus costos y sin necesidad de aumentar personal, horas de trabajo, instrumentos o espacio físico. Los procesos de automatización de laboratorio son solo diferentes sistemas o procesos disponibles en un laboratorio. Dependiendo del sistema, la calidad y la protección están garantizadas para todo

el personal operativo o de muestreo, asegurando los mejores resultados. Personas que se acercan a este lugar, o que piden su seguridad inmediata.

En base al contexto anterior se deduce que, en el futuro, tanto la realización de simples análisis de sangre como el análisis del impacto del tratamiento en los cultivos llevarán al laboratorio al siguiente nivel, nuevo a través de la inteligencia artificial y la automatización específica. Células, por eso algunas de las respuestas más importantes en las ciencias de la salud y la vida provienen de los laboratorios clínicos.

Referencias

1. Alegre, M. (2017, April 19). Automatización en hematología – NotiWiener Digital. Retrieved July 30, 2021, from <https://notiwiener.net/2015/04/automatizacion-en-hematologia/>
2. Análisis de Orina Automatizado | LES - Laboratorio Especializado del Sur. (n.d.). Retrieved June 11, 2021, from <https://les-lab.com.ar/analisis-de-orina-automatizado/>
3. Betancourt, A. (2018). SISTEMA INTEGRADO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UN LABORATORIO CLÍNICO .
4. Borrallo, E. (2019, July 30). Automatización en la medicina de laboratorio: prácticas de futuro - Idneo - We design your dreams. Retrieved July 30, 2021, from <https://www.idneo.com/es/blog/blog-medtech-es/automatizacion-en-la-medicina-de-laboratorio-practicas-de-futuro/>
5. Coronado, Y., Carballo, M., Abreu, M., Garbosa, K., Fariñas, O., & García, A. (2018). Importancia de la fase preanalítica en el laboratorio clínico de la Atención Primaria de Salud REMIJ 2014;15(1):3-21 Importance of pre-analytical phase in the clinical laboratory of the Primary Health Care. In REMIJ (Vol. 15). Retrieved from <http://www.remij.sld.cu/index.php/remij/article/view/89/188>
6. Costarricense, C., & Social, S. (2017). Procesos estandarizados de los servicios de Laboratorio Clínico CCSS.
7. ECRI. (2016, August). Sistemas de automatización para laboratorio clínico. Retrieved July 30, 2021, from <https://www.elhospital.com/temas/Sistemas-de-automatizacion-para-laboratorio-clinico+98937>

8. Gallo, C., Larios, M., & Torres, S. (2016). MANUAL DE DIAGNOSTICO CON ÉNFASIS EN LABORATORIO CLÍNICO.
9. Guillermo, H., Elias, R., Cocsia, A., & Kiener, O. (n.d.). AUTOMATIZACIÓN DEL ESTUDIO DE ORINA COMPLETA: COMPARACIÓN CON MÉTODO MANUAL.
10. Intel. (2018). Tecnología y sistemas de automatización de laboratorio . Retrieved July 30, 2021, from <https://www.intel.es/content/www/es/es/healthcare-it/lab-automation.html>
11. López, C. (2017). AUTOMATIZACIÓN TOTAL DEL LABORATORIO. Retrieved from <https://www.elhospital.com/temas/Automatizacion-Total-del-Laboratorio,-mas-que-una-solucion-tecnologica+120879?pagina=2>
12. Manual MSD. (2017). Pruebas de laboratorio habituales . Retrieved July 30, 2021, from <https://www.msmanuals.com/es-ec/hogar/recursos/resources-pruebas-de-laboratorio-habituales/pruebas-de-laboratorio-habituales>
13. Martín, R., María, M.-N., Orozco-Benítez, G., Isabel, M., & Colaboradora, V.-G. (2017). ECORFAN ® L-Manuals T-III Manual Básico de Prácticas para Análisis Clínicos. Retrieved from www.ecorfan.org
14. Maza, G., Navarro, J., Alcides, H., Rivas, J., Serpas, V., García, E., ... Guzmán, G. (2017). AUTORIDADES DEL MINISTERIO DE SALUD.
15. Moreno, M. (2017). Manual de toma de muestra de Laboratorio Clínico.
16. Morita, M. (n.d.). Urinalysis-Solution-Brochure-SPANISH. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/361748402/Urinalysis-Solution-Brochure-SPANISH-pdf>
17. Murray, M., & Orozco, M. (2017). Manuals T-III Manual Básico de Prácticas para Análisis Clínicos. Retrieved from www.ecorfan.org
18. Murray, R., & Orozco, M. (2017). ECORFAN ® L-Manuals T-III Manual Básico de Prácticas para Análisis Clínicos. Retrieved from www.ecorfan.org
19. Rodríguez, I. (2016). Manual de procesos de laboratorio clínico. 275.
20. Salinas, M., López-Garrigós, M., Uris, J., & Leiva-Salinas, C. (2017). El Laboratorio Clínico en Atención Sanitaria. *Revista de Calidad Asistencial*, 28(4), 260–261. <https://doi.org/10.1016/J.CALI.2012.10.002>
21. Sánchez, M. (2017). Manual de Laboratorio Química Clínica.

22. SN. (2016). Automatización del laboratorio clínico. Retrieved from http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/AUTOANALIZADORESQUIMICACLINICA_10740.pdf
23. SN. (2017). Automatización de Procesos. Retrieved July 30, 2021, from https://www.auraquantic.com/es/plataforma-digital-bpm/automatizacion-de-procesos/?utm_term=automatizacion de pruebas&utm_campaign=BUS+N1+Es&utm_medium=ppc&utm_source=adwords&hsa_src=g&hsa_net=adwords&hsa_mt=b&hsa_cam=9134846565&hsa_grp=94055516122&hsa_kw=automatizacion de pruebas&hsa_ver=3&hsa_acc=1207609380&hsa_tgt=kwd-298941800335&hsa_ad=416160792444&gclid=CjwKCAjwxo6IBhBKEiwAXSYBsx4NhI0hRh405PRUt6luxWN6JDApYlsQYzoX8fpixQccVGQUIQFsxRoC8CUQAvD_BwE
24. SN. (2018, April 23). Laboratorio 4.0: Cómo mejorar el diagnóstico gracias a la automatización. Retrieved July 30, 2021, from <https://clinical.r-biopharm.com/es/news/laboratorio-4-0-como-mejorar-el-diagnostico-gracias-a-la-automatizacion/>
25. Tecmadi. (2019). La Importancia de la automatización en los Laboratorios Clínicos. Retrieved July 30, 2021, from <https://tecmadi.com/la-importancia-de-la-automatizacion-en-los-laboratorios-clinicos/>
26. TecSoluciones. (2016). Automatizacion de Laboratorio clinicos. Retrieved July 30, 2021, from <http://www.tecsoluciones.com.ec/index.php/servicios/automatizacion-de-laboratorios-clinicos>

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).