

Tipo de artículo: Artículo de revisión

# Gestión de información y análisis de datos clínicos en los laboratorios de microbiología, una revisión de la literatura

## *Information management and clinical data analysis in microbiology laboratories, a literature review*

Ana María Calderón Villa<sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0003-2662-0948>  
Fredy Gavilanes-Sagnay<sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0001-5494-374X>

<sup>1</sup> Investigador Independiente. [anitacalderonvilla@gmail.com](mailto:anitacalderonvilla@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo. Departamento de Informática y Ciencias de la Computación, Facultad de Ingeniería de Sistemas Escuela Politécnica Nacional Ecuador. [fmgavilanes1@espe.edu.ec](mailto:fmgavilanes1@espe.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [anitacalderonvilla@gmail.com](mailto:anitacalderonvilla@gmail.com)

### Resumen

La microbiología es un campo de las ciencias médicas que tiene como propósito el estudio de los microorganismos que se relacionan con el ser humano, las infecciones producidas y las enfermedades existentes. Debido a ello, existen numerosas investigaciones que persiguen optimizar el trabajo, así como el empleo de tecnología, que impacten en una mejor solución de los problemas de salud que aquejan a la sociedad. El objetivo de la investigación es analizar el estado actual en cuanto a gestión de información y análisis de datos clínicos en los laboratorios de microbiología que permita a los profesionales de la salud una toma de decisiones oportuna, basada en datos, a partir del empleo de sistemas automatizados. La investigación tiene un alcance exploratorio de tipo retrospectivo, con diseño no experimental de corte transversal y enfoque cualitativo. Se utilizó el análisis documental como método científico para la recopilación de información con una alta tasa de actualidad, soportado en la metodología Prisma. Los resultados obtenidos permiten concluir que el empleo de tecnología en los laboratorios de microbiología es un aspecto esencial en la gestión y análisis de la información existente, para propiciar un mejor desempeño del microbiólogo clínico y de las instituciones de salud.

**Palabras clave:** análisis de datos, gestión de información, instituciones de salud, laboratorio clínico, microbiología.

### Abstract

*Microbiology is a field of medical sciences whose purpose is the study of microorganisms that are related to humans, the infections produced and the existing diseases. Due to this, there are numerous investigations that seek to optimize work, as well as the use of technology, that impact on a better solution of the health problems that afflict society. The objective of the research is to analyze the current state in terms of information management and clinical data analysis in microbiology laboratories that allows health professionals a timely decision-making, based on data, from the use of systems automated. The research has a retrospective exploratory scope, with a non-experimental cross-sectional design and a qualitative approach. The documentary analysis was used as a scientific method for the compilation of information with a high current rate, supported by the Prisma methodology. The results obtained allow us to conclude that the use of technology in microbiology laboratories is an essential aspect in the management and analysis of existing information, to promote better performance of the clinical microbiologist and health institutions.*

**Keywords:** data analysis, information management, health institutions, clinical laboratory, microbiology.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo Atribución 4.0 Internacional

(CC BY 4.0)

**Recibido: 14/03/2021**  
**Aceptado: 28/08/2021**

## Introducción

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ocupan un papel esencial en todas las actividades de la sociedad. En la salud particularmente la automatización ha sido bien recibida para bien de la población, favoreciendo la mejora de la calidad de los servicios de atención médica, mejorando los procesos asistenciales y administrativos, así como los costos y la efectividad de los tratamientos (Cristo, Pérez & Izaguirre, 2020; Izaguirre, Cossio, Pérez & García, 2020; Pérez, Sentí, Valdés & Pérez, 2017). La microbiología es un área de conocimiento dentro de las ciencias de la salud que se orienta al estudio de los microorganismos que se relacionan con el ser humano, las infecciones producidas y las enfermedades existentes. En esta área el empleo de las TIC ocupa también un papel determinante, con amplia evidencia en la literatura científica. Ello se debe a que la gestión de información, así como el análisis de datos que se producen con el empleo de herramientas tecnológicas favorecen la adecuada ejecución de los procesos que son llevados a cabo por el microbiólogo clínico. Asimismo, mejoran la toma de decisiones, hacen más oportunos y precisos los diagnósticos emitidos, y optimizan los análisis que son realizados con los datos obtenidos (Naugler & Church, 2018; Leitmeyer, Espinosa, Broberg & Struelens, 2020).

Tales afirmaciones realizadas anteriormente parten de las funciones que tienen los laboratorios de microbiología relacionadas con los servicios clínicos. Entre ellas se pueden enunciar: informar sobre las pruebas y las muestras más apropiadas en cada caso, emitir un informe de resultados que le permita al clínico tomar decisiones de forma oportuna, e informar al clínico sobre nuevas técnicas diagnósticas y datos epidemiológicos, entre otras (Besser et al., 2018; Forbes, Knox, Peterson & Reimer, 2018). En todas estas funciones es necesario el empleo de las TIC para soportar la gestión de la información generada, el seguimiento y trazabilidad de los datos, y el análisis de la información generada para propiciar una adecuada toma de mejores decisiones que mejore la calidad de vida de pacientes, familiares y sociedad, menor gasto de recursos y ejecución de mejores tiempos (Gil-Setas, Ramos & De Azcárate, 2002).

En los procesos de negocio que se llevan a cabo en los laboratorio de microbiología se genera información relacionada con cada uno de cuadros infecciosos que sufren los pacientes que se encuentran hospitalizados y no hospitalizados (Naugler & Church, 2018). Esta información, en muchos casos, condiciona unas actuaciones preventivas y asistenciales por parte de las comisiones hospitalarias, de los servicios asistenciales y de las autoridades sanitarias (Forbes et al., 2018; Turner et al., 2021). Los sistemas de información de laboratorio, basados en el empleo



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

de las TIC deben ser capaces de almacenar y preparar estos datos para su posterior análisis. Además, como en la mayoría de los servicios hospitalarios, un aspecto importante de la actividad del laboratorio de microbiología es la docencia y la investigación. Solo aquellos laboratorios que tengan perfectamente diseñado y definido el programa informático, podrán explotar la información necesaria para esas funciones (Izaguirre, Díaz, Peña, Izquierdo & Hernández, 2021; Vandenberg et al., 2021).

En este contexto, los laboratorios de microbiología son una parte integrante del sistema de salud, el cual necesita interiorizar y dominar sus procesos y actividades, así como los costos en que incurre para adoptar modelos de gestión y de calidad. El sistema de gestión de información de las unidades de laboratorio clínico debe estar desarrollado de manera que posibilite el análisis de los procesos docentes, asistenciales y de investigación que allí se producen, así como los recursos humanos y materiales que se utilizan. En tal sentido, este sistema de información en salud debe propiciar la gestión de la información de inventario y almacén, los procesos de facturación, y toda aquella información adicional que favorezca el mejoramiento de los procesos y el empleo eficiente de los recursos a disposición de la entidad sanitaria. En cada una de estas actividades está presente la gestión de la información y el análisis de datos por medio de las TIC para propiciar un correcto funcionamiento hospitalario.

En las últimas dos décadas los datos que son generados por los laboratorios de microbiología se han incrementado como resultado del incremento de las técnicas para el establecimiento de diagnósticos, de la creciente demanda de servicios de salud por la existencia de una población envejecida y con enfermedades crónicas, así como por los continuos descubrimientos y avances de la ciencias de la microbiología. Los primeros sistemas de información de los laboratorios de microbiología se desarrollaron durante los años 80 del pasado siglo para facilitar la facturación en los hospitales (Nabovati et al., 2021). Lo que inicialmente era una herramienta de gestión administrativa, se ha convertido en un instrumento de gestión de toda la información generada por el laboratorio (Besser et al., 2018).

Las herramientas informáticas de los laboratorios anteriormente se delimitaban a la gestión de los datos demográficos de pacientes y a las peticiones de pruebas de clínicas, sin llevar a cabo una gestión integral del proceso. Posteriormente, las herramientas computacionales para la identificación microbiológica y serológica añadieron aplicaciones informáticas para la gestión de la información en los laboratorios clínicos. La mayoría de estos sistemas informáticos solo cubren de manera parcial los requerimientos y necesidades de los servicios de microbiología. Ello se debe a que son muy dependientes del empleo de equipos y reactivos muy específicos, lo que obliga a que la gestión de información se limite a aquellos resultados que solo son incorporados en los equipos empleados (Schønning et al., 2021; Kaazan et al., 2021).



Teniendo en cuenta los elementos abordados anteriormente, el objetivo de la investigación es analizar el estado actual en cuanto a gestión de información y análisis de datos clínicos en los laboratorios de microbiología que permita a los profesionales de la salud una toma de decisiones oportuna, basada en datos, a partir del empleo de sistemas automatizados.

## **Materiales y métodos**

La investigación realizada tiene un alcance exploratorio de tipo retrospectivo, con diseño no experimental de corte transversal y enfoque cualitativo. Se utilizó el análisis documental como método científico para la recopilación de información, con una tasa de actualidad del 94.17% comprendido entre los años 2017 y 2021. Las variables objeto de estudio analizadas fueron: la gestión de la información y el análisis de datos clínicos en los laboratorios de microbiología.

El trabajo se centra en demostrar, a partir de la consulta de libros y de artículos científicos de actualidad, publicados en revistas indizadas de alto impacto, que el empleo de tecnología en los laboratorios de microbiología son un aspecto esencial en la gestión y análisis de la información existente, para propiciar un mejor desempeño del microbiólogo clínico y de las instituciones de salud.

En tal sentido, se llevó a cabo un análisis documental en el periodo comprendido de noviembre de 2020 a abril de 2021, donde la bibliografía analizada se comprendió esencialmente en el periodo de 2017 a 2021. La búsqueda se realizó en revistas científicas de alto impacto indizadas en bases de datos como Scopus, *Web of Sciences*, Scielo y Ebsco.

Para su realización, se emplearon las siguientes palabras clave: análisis de datos, gestión de información, instituciones de salud, laboratorio clínico y microbiología. Los métodos de investigación empleados fueron el histórico-lógico, el análisis documental y el análisis-síntesis. Del mismo modo, fue aplicada la metodología Prisma para guiar el análisis documental realizado. Prisma facilita la presentación de los resultados de la revisión sistemáticas de la literatura, aplicada también a los meta-análisis. Se compone de una lista de verificación de 27 aspectos y de un diagrama de flujo de cuatro fases. Las fases son:

- La identificación de los manuscritos o fuentes primarias a utilizar a partir de su búsqueda en las bases de datos antes seleccionadas.



- La revisión exhaustiva de los manuscritos identificados, donde se excluyen los trabajos duplicados y se descartan los trabajos de investigación que no cumplen con el objeto de estudio y campo de acción de la investigación.
- La elección del número total de artículos aprobados para ser elegibles por el contenido tratado, afín con el propósito de la investigación, donde se descartan los que no se ajustan al mismo.
- La inclusión de determinados artículos para los análisis cualitativos y/o cuantitativos a realizar.

## Resultados y discusión

Como resultado fundamental del proceso de investigación y del análisis documental realizado, se puede afirmar que el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación en los laboratorios de microbiología es un aspecto esencial en la gestión y análisis de la información existente, para propiciar un mejor desempeño del microbiólogo clínico y de las instituciones de salud. A tal conclusión arriban otros autores como Kaazan et al. (2021), Nabovati et al. (2021), Ni et al. (2018), Schønning et al. (2021), Wang et al. (2018) y Wang et al. (2021).

En las figura 1, 2 y 3 se muestran los análisis de revisión preliminares realizados donde se identifican para los términos “*information management and clinical laboratory and microbiology and information technology*” 61 resultados de investigación que coinciden con los criterios de búsqueda establecidos para el periodo de 2012 a 2021. La búsqueda fue realizada en el portal de la *Web of Sciences*. La ilustración 1 muestra el tipo de documento publicado, donde el 91.8% constituyen artículos originales y artículos de revisión, ambos considerados como fuentes primarias y de alto impacto científico.



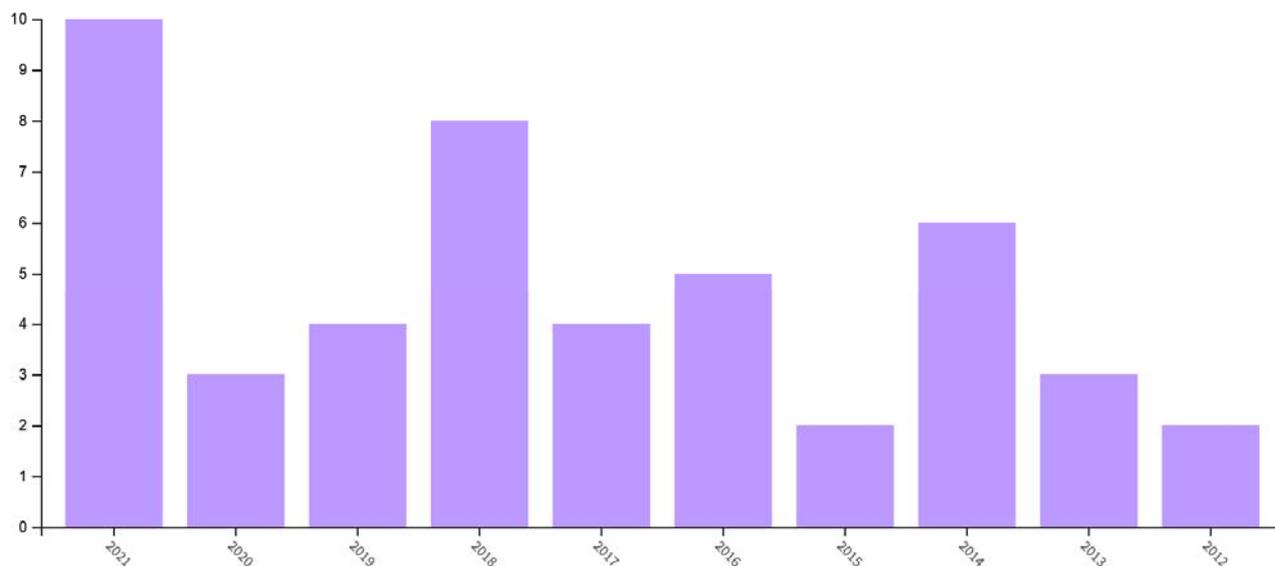
**Figura 1.** Tipo de documento en la *Web of Science*. Fuente: elaboración propia.



En cambio, en la ilustraciones 2 se observan las principales áreas de investigación trabajadas en los manuscritos publicados, mientras que la ilustración 3 grafica la publicación de estos materiales por año, desde 2012 hasta la fecha.



**Figura 2.** Principales áreas de investigación en la *Web of Science*. Fuente: elaboración propia.



**Figura 3.** Fecha de las fuentes consultadas. Fuente: elaboración propia.

En ocasiones los informes microbiológicos se entienden como solo la transcripción de un conjunto de resultados, los cuales han sido obtenidos mediante el análisis de muestras. En la desarrollo de estos informes, el especialista de microbiología debe elegir los resultados que sean más relevantes de cada una de las muestras realizadas. En tal sentido, los informes microbiológicos tienen los apartados que a continuación se muestran (Gil-Setas et al., 2002):

- Examen de la muestra de manera directa: Este tipo de evaluación suministra datos diagnósticos que son valiosos para interpretar de manera correcta los informes practicados al paciente y orientar los tratamientos.
- Determinación de microorganismos y su cuantificación: Pueden obtenerse resultados cuantitativos positivos o negativos en esta prueba de laboratorio, los cuales se definen a partir de un umbral, en el que el número de microorganismos puede ser superior o inferior a una unidad de medida previamente definida.
- El especialista de microbiología debe realizar un antibiograma interpretativo y dar un resultado, en los casos que las pruebas de antimicrobianos muestren datos sensibles o de importancia diagnóstica. De esta manera le posibilitará al clínico conocer los antimicrobianos que se encuentran potencialmente activos sobre aquellos microorganismos que están provocado una determinada infección.
- Descubrimiento de antígenos microbianos: Los resultados de estas pruebas son variables y muestran una sensibilidad específica por paciente. Cada uno de los resultados debe ir acompañado de su interpretación, que ayude a los especialistas médicos (clínicos y microbiólogos) a determinar correctamente el diagnóstico para proceder a la determinación de tratamientos adecuados.
- Exámenes de microbiología molecular: La genómica de los microorganismos actualmente tiene una gran connotación e importancia en el diagnóstico de enfermedades de todo tipo. Muestra de la afirmación anterior es el elevado número de investigaciones existentes en los últimos cinco años en la materia. Para cada una de las técnicas de microbiología molecular se pueden identificar numerosos algoritmos de interpretación, los cuales además sufren de una actualización continua. Por todo ello, los resultados obtenidos siempre deben ir acompañados de una valoración precisa.
- Detección de los anticuerpos. Los resultados cualitativos que se arrojan al respecto deben ser informados como negativos, positivos o, en el último de los casos, como indeterminados. En cambios, los resultados en el orden cuantitativo deben darse en las unidades de medida que para tal efecto rigen internacionalmente los resultados de laboratorio, de manera que se encuentren estandarizados y puedan ser interpretados adecuadamente por cualquier profesional clínico.



Luego de abordados los aspectos anteriores, es válido precisar que la microbiología puede definirse como una ciencia que es interpretativa. Es por ello que entre las funciones básicas que tiene un microbiólogo se encuentra la de transmitir al especialista clínico lo que significa cada hallazgo de las pruebas que fueron obtenidas para determinado paciente. En tal sentido, los sistemas informáticos de apoyo a las actividades del laboratorio clínico y de microbiología deben contar con una sección en el informe de resultados de análisis de laboratorio en el que puedan insertarse recomendaciones y comentarios que faciliten la toma de decisiones de los especialistas clínicos en el diagnóstico de enfermedades y en la determinación de tratamientos adecuados.

Para la gestión de la información de cada uno de estos puntos abordados, como refiere Kaazan et al. (2021) y Wang et al. (2021), se necesitan de sistemas automatizados que le impriman rapidez a la emisión de informes para mejorar el proceso asistencial. Los laboratorios de microbiología deben contar con sistemas de información adecuados para propiciar la gestión y análisis de los informes diagnósticos por el médico que los solicita en el plazo establecido. No obstante, una adecuada gestión no es lo único que se persigue con la aplicación del sistema informático, también una mejora de la calidad (Turner et al., 2021).

Para Rosa et al. (2018) la aplicación de software en los laboratorios de microbiología es útil para la gestión de la calidad del laboratorio porque integra ese manual de procedimientos, de forma que al registrarse cada una de las muestras de laboratorio se definen las determinaciones que van a ser practicadas. De la misma manera, el sistema de gestión de la calidad considera en su evaluación el registro de las acciones que se hacen, de esta forma se posibilita saber cómo, cuándo y quién ha ejecutado determinada actividad. Un diseño adecuado del programa informático facilita mucho a todo el personal implicado, el registro de toda la documentación e información de un sistema de gestión de la calidad. El laboratorio de microbiología tiene que cumplir cada una de las especificaciones del sistema de calidad que se haya adoptado, como autorización, acreditación o certificación, entre otros.

Para este caso de la calidad, y validando la elevada importancia que se le confieren a los sistemas de información automatizados para la gestión de la información y análisis en el laboratorio de microbiología, el sistema informático debe registrar el cumplimiento de esas especificaciones, consideradas como registros básicos (Mansotra & Vakhlu, 2021):

- Los materiales que fueron empleados y considerados como referencia
- Los equipos autoanalizadores de laboratorio
- El control de cada una de las no conformidades que han sido identificadas



- Los procedimientos de trabajo normalizados
- Los chequeos de la calidad que han sido realizados, tanto en el orden externo como interno
- El registro de las acciones entendidas como correctivas ante determinadas situaciones
- La gestión de las reclamaciones existentes
- El registro de las acciones preventivas
- Los indicadores que son tenidos en cuenta para asegurar la calidad

Cada uno de los aspectos abordados refiere la importancia del empleo de las TIC en los laboratorios de microbiología. Ambas actividades se consideran tan importantes, donde las TIC proveen el soporte para facilitar la ejecución de los procesos.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación en los laboratorios de microbiología es un aspecto esencial en la gestión y análisis de la información existente, para propiciar un mejor desempeño del microbiólogo clínico y de las instituciones de salud. Los resultados obtenidos y la discusión realizada con base en autores de prestigio con manuscritos publicados en bases de datos de alto impacto dan muestra de ello. Se ha aplicado tecnología en diversas latitudes con resultados satisfactorios para la gestión de la información, apoyo de procesos asistenciales, soporte para análisis, procesamiento de datos y toma de decisiones. Del mismo modo, en las investigaciones se demuestra una mejoría en el trinomio calidad-costos-efectividad en los laboratorios de microbiología con el empleo de tecnología.

La principal limitante del estudio realizado surge del alcance de la investigación, la cual al ser exploratoria solo identifica el objeto de análisis y discute el empleo que se le da a la tecnología para favorecer el desarrollo satisfactorio de los procesos llevados a cabo en los laboratorios de microbiología. En tal caso, el análisis crítico sobre el empleo de tecnología va enfocado a su empleo para la gestión de la información, análisis de datos y optimización de procesos asistenciales. Por todo ello, se deben realizar estudios de intervención más profundos que analicen concretamente el impacto real que tiene la gestión de la información y las analíticas de datos en la ejecución satisfactoria de los procesos sustantivos de los laboratorios de microbiología para la obtención de resultados más confiables, en menor tiempo y posibiliten una mejoría en el estado de salud de la sociedad.



Los trabajos futuros deben dirigirse al desarrollo tecnológico, a los análisis de factibilidad y a procesos experimentales que evalúen el impacto real de la aplicación de tecnología en el área del laboratorio de microbiología. De esta manera se podrá evaluar concretamente el impacto que se tiene sobre la gestión adecuada de la información, sobre el análisis de datos clínicos y sobre los resultados obtenidos que permitan mejorar la toma de decisiones y la calidad de los procesos ejecutados.

## Conflictos de intereses

No existe conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Ana María Calderón Villa, Fredy Gavilanes-Sagnay
2. Curación de datos: Ana María Calderón Villa, Fredy Gavilanes-Sagnay
3. Análisis formal: Ana María Calderón Villa, Fredy Gavilanes-Sagnay
4. Investigación: Ana María Calderón Villa, Fredy Gavilanes-Sagnay
5. Metodología: Ana María Calderón Villa, Fredy Gavilanes-Sagnay
6. Administración del proyecto: Ana María Calderón Villa, Fredy Gavilanes-Sagnay
7. Supervisión: Ana María Calderón Villa, Fredy Gavilanes-Sagnay
8. Redacción – borrador original: Ana María Calderón Villa, Fredy Gavilanes-Sagnay
9. Redacción – revisión y edición: Ana María Calderón Villa, Fredy Gavilanes-Sagnay

## Financiamiento

La investigación ha sido financiada con recursos propios de los autores.

## Referencias

BESSER, J., CARLETON, H. A., GERNER-SMIDT, P., LINDSEY, R. L., TREES, E. Next-generation sequencing technologies and their application to the study and control of bacterial infections. *Clinical microbiology and infection*. 2018, 24(4), 335-341.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**

(CC BY 4.0)

- CRISTO, N. M., PÉREZ, J. F. R., IZAGUIRRE, L. V. Estrategia de entrenamiento y acompañamiento a usuarios para el Sistema de Información Hospitalaria XAVIA HIS. *Revista Cubana de Informática Médica*. 2020, 12(1), 76-91.
- FORBES, J. D., KNOX, N. C., PETERSON, C. L., REIMER, A. R. Highlighting clinical metagenomics for enhanced diagnostic decision-making: a step towards wider implementation. *Computational and structural biotechnology journal*. 2018, 16, 108-120.
- GIL-SETAS, A., RAMOS, A. M., DE AZCÁRATE, J. C. G. La gestión de la información del laboratorio de microbiología clínica. *Informes SEIS*. 2002, 145.
- IZAGUIRRE, L. V., COSSIO, F. L., PÉREZ, J. F. R., GARCÍA, A. O. Impacto de las aplicaciones y servicios informáticos desarrollados por la Universidad de las Ciencias Informáticas para el sector de la salud. *Revista Cubana de Informática Médica*. 2020, 12(1), 58-75.
- IZAGUIRRE, L. V., DÍAZ, V. M. Q., PEÑA, R. T., IZQUIERDO, Y. D. D., HERNÁNDEZ, Y. M. Sistema para el manejo de datos de Ensayos Clínicos XAVIA SIDEC. *Revista Cubana de Informática Médica*. 2021, 13(1).
- KAAZAN, P., LI, T., SEOW, W., BEDNARZ, J., PIPICELLA, J. L., KRISHNAPRASAD, K., ANDREWS, J. M. (2021). Assessing effectiveness and patient perceptions of a novel electronic medical record for the management of inflammatory bowel disease. *JGH Open*. 2021.
- LEITMEYER, K. C., ESPINOSA, L., BROBERG, E. K., STRUELENS, M. J. Automated digital reporting of clinical laboratory information to national public health surveillance systems, results of a EU/EEA survey, 2018. *Eurosurveillance*. 2020, 25(39), 1900591.
- LUZ, C. F., VOLLMER, M., DECRUYENAERE, J., NIJSTEN, M. W., GLASNER, C., SINHA, B. Machine learning in infection management using routine electronic health records: tools, techniques, and reporting of future technologies. *Clinical Microbiology and Infection*. 2020, 26(10), 1291-1299.
- Mansotra, R., & Vakhlu, J. (2021). Comprehensive account of present techniques for in-field plant disease diagnosis. *Archives of Microbiology*, 1-12.
- NABOVATI, E., JEDDI, F. R., FARRAHI, R., ANVARI, S. Information technology interventions to improve antibiotic prescribing for patients with acute respiratory infection: a systematic review. *Clinical Microbiology and Infection*. 2021.
- NAUGLER, C., CHURCH, D. L. Clinical laboratory utilization management and improved healthcare performance. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*. 2018, 55(8), 535-547.



- NI, L., WEN, Z., HU, X., TANG, W., WANG, H., ZHOU, L., WANG, D. W. Effects of Shuanghuanglian oral liquids on patients with COVID-19: a randomized, open-label, parallel-controlled, multicenter clinical trial. *Frontiers of medicine*. 2021, 1-14.
- PAREKH, B. S., OU, C. Y., FONJUNGO, P. N., KALOU, M. B., ROTTINGHAUS, E., PUREN, A., NKENGASONG, J. N. Diagnosis of human immunodeficiency virus infection. *Clinical microbiology reviews*. 2018, 32(1), e00064-18.
- PÉREZ, J. F., R. SENTÍ, V. E., VALDÉS, M. M., PÉREZ, L. A. Modelo para la gestión y análisis de conocimiento para la selección de equipos de trabajo quirúrgico en sistemas de información en salud mediante técnicas de inteligencia organizacional. *Revista cubana de información en ciencias de la salud*. 2017 28(1), 43-60.
- Rosa, R., Zavala, B., Cain, N., Anjan, S., Aragon, L., & Abbo, L. M. (2018). Antimicrobial stewardship program implementation of a quality improvement intervention using real-time feedback and an electronic order set for the management of *Staphylococcus aureus* bacteremia. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 39(3), 346-349.
- SCHØNNING, K., DESSAU, R. B., JENSEN, T. G., THORSEN, N. M., WIUFF, C., NIELSEN, L., VOLDSTEDLUND, M. Electronic reporting of diagnostic laboratory test results from all healthcare sectors is a cornerstone of national preparedness and control of COVID-19 in Denmark. *APMIS*. 2021.
- TURNER, P., RUPALI, P., OPINTAN, J. A., JAOKO, W., FEASEY, N. A., PEACOCK, S. J., & ASHLEY, E. A. Laboratory informatics capacity for effective antimicrobial resistance surveillance in resource-limited settings. *The Lancet Infectious Diseases*. 2021.
- VANDENBERG, O., DURAND, G., HALLIN, M., DIEFENBACH, A., GANT, V. et al. Consolidation of clinical microbiology laboratories and introduction of transformative technologies. *Clinical microbiology reviews*. 2020, 33(2), e00057-19.
- WANG, H. Y., CHEN, C. H., LEE, T. Y., HORNG, J. T., LIU, T. P., TSENG, Y. J., LU, J. J. Rapid detection of heterogeneous vancomycin-intermediate *Staphylococcus aureus* based on matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight: using a machine learning approach and unbiased validation. *Frontiers in microbiology*, 2018, 9, 2393.
- WANG, M., JIANG, N., LI, C., WANG, J., YANG, H., LIU, L., ZHANG, G., et al. Sex-Disaggregated Data on Clinical Characteristics and Outcomes of Hospitalized Patients With COVID-19: A Retrospective Study. *Frontiers in cellular and infection microbiology*. 2021, 11, 467.

