

Salud pública en la era digital: innovaciones bioinformáticas para un futuro más saludable

Yesenia Itzel Martínez Jiménez¹, Marco Antonio Meraz Ríos², Rocío Gómez¹

¹Departamento de Toxicología, Cinvestav-IPN
²Departamento de Biomedicina Molecular, Cinvestav-IPN

mrgomez@cinvestav.mx



La salud pública es un campo multidisciplinario dedicado a proteger y mejorar la salud de las comunidades mediante la promoción de estilos de vida saludables, la implementación de políticas públicas y la investigación para prevenir enfermedades¹.

Desde mediados del siglo XX, el inicio de la era digital transformó completamente el panorama de la salud pública al introducir avances tecnológicos que modificaron la forma en que se protege y mejora la salud de las comunidades. La rápida evolución de tecnologías como el internet, las computadoras y los dispositivos móviles catalizaron cambios significativos en múltiples aspectos entre los que destacan²:



Acceso a la información. La disponibilidad de información médica en línea permitió a las personas tomar decisiones informadas sobre su bienestar.



Consultas virtuales. La telemedicina mejoró el acceso a la atención médica especializada, principalmente en áreas remotas y de difícil acceso.



Tecnologías innovadoras. La implementación de dispositivos que monitorean constantes vitales hasta aplicaciones móviles que promueven el bienestar.

Sin embargo, estos avances marcaron solo el comienzo. En el siglo XXI la cuarta revolución industrial integró tecnologías más sofisticadas, como la bioinformática, definida como la aplicación de herramientas computacionales para el análisis e interpretación de datos biológicos, la cual ha mostrado ser una herramienta clave en la evolución de la salud pública.³

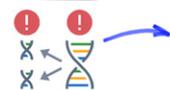
Entre sus principales aportaciones se encuentran⁴:



Monitoreo y vigilancia de enfermedades. Las herramientas bioinformáticas pueden monitorear brotes de enfermedades en tiempo real, facilitando respuestas rápidas y eficaces.



Diseño de nuevos fármacos. La bioinformática desempeña un papel crucial en la priorización de fármacos candidatos en función de su afinidad y especificidad de unión hacia proteínas diana mediante la utilización de modelos predictivos, como el acoplamiento y la dinámica molecular.



Epidemiología genética. El análisis de datos genéticos permite la creación de modelos predictivos que estimen el riesgo de desarrollar ciertas enfermedades, ayudando en la implementación de medidas preventivas.

A su vez, la bioinformática se enlaza con tecnologías emergentes para mejorar la investigación biomédica, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades, entre estas tecnologías se encuentran:



Internet de las cosas (IoT).

Permite que objetos cotidianos se conecten a internet, facilitando la recopilación y el intercambio de datos en tiempo real. Por ejemplo, sensores y dispositivos permiten recopilar datos ambientales para monitorear la calidad del aire y detectar peligros relacionados con la contaminación. La capacidad de rastreo y análisis en tiempo real ayudan a tomar medidas preventivas y correctivas efectivas⁵.

Inteligencia artificial (IA).

Conjunto de tecnologías que permiten que las computadoras realicen variedad de funciones avanzadas que normalmente requerirían de inteligencia humana. Entre los enfoques de la IA el machine learning permite analizar grandes volúmenes de datos médicos para identificar patrones y predecir enfermedades, mejorando la precisión diagnóstica y personalizando los tratamientos⁶.

Realidad aumentada (RA).

Superpone la información digital, como imágenes y sonidos, sobre el mundo real. Las simulaciones interactivas y realistas permiten a los profesionales de la salud practicar procedimientos y mejorar sus habilidades sin riesgos para los pacientes⁷.

Para ilustrar la importancia de las innovaciones bioinformáticas, consideremos el ejemplo de la pandemia de COVID-19.

El monitoreo del SARS-CoV-2, facilitado por herramientas bioinformáticas, fue crucial para implementar medidas de seguridad que evitaran la propagación del virus.

El rastreo de variantes del SARS-CoV-2 y el desarrollo de vacunas en tiempo récord fueron posibles gracias al análisis detallado de estructuras moleculares y simulaciones computacionales⁸.

Además, el análisis de datos genéticos permitió identificar factores de riesgo asociados con la gravedad de los síntomas en los pacientes, ayudando a personalizar los tratamientos y mejorar la gestión clínica de la enfermedad⁹. Por su parte, el análisis de machine learning integró datos clínicos y ambientales, proporcionando una visión más completa y precisa de la enfermedad, lo que facilitó la toma de decisiones informadas en salud pública¹⁰.



A pesar de las aportaciones que brinda la bioinformática y tecnologías emergentes existen desafíos que detienen la implementación de estas a escalas superiores. Entre los principales desafíos en su implementación en la salud pública destacan¹¹:

La integración de datos. Los datos de salud provienen de diversas fuentes y formatos, lo que hace difícil integrarlos y analizarlos de manera coherente.

La falta de personal capacitado. Existe una escasez de profesionales capacitados en bioinformática y en el análisis de datos en el sector de la salud pública. La formación y la educación continua son esenciales para mantener el ritmo con los avances tecnológicos.

Costos de implementación. La adquisición, implementación y mantenimiento de la infraestructura tecnológica avanzada pueden ser prohibitivos, especialmente para organizaciones de salud pública con recursos limitados.

Datos incompletos o inexactos. La calidad de los datos recolectados puede variar, lo que afecta la fiabilidad de los análisis y conclusiones derivados de ellos.

Resistencia al cambio. La introducción de nuevas tecnologías puede encontrar resistencia dentro de las organizaciones debido a la inercia organizacional y a la adaptación a nuevas formas de trabajo.

En conclusión, la salud pública en la era digital se ha visto transformada significativamente por las innovaciones en bioinformática. Estas herramientas tecnológicas han permitido una mejor comprensión de enfermedades, una respuesta más rápida a emergencias sanitarias y un enfoque más personalizado en la prevención y tratamiento de enfermedades. A medida que avanzamos hacia un futuro más digitalizado, es crucial que continuemos integrando y perfeccionando estas tecnologías para enfrentar los desafíos de salud pública con mayor eficacia. La colaboración entre científicos, profesionales de la salud y tecnólogos será esencial para maximizar los beneficios de la bioinformática y garantizar un futuro más saludable para todos.



Referencias bibliográficas

1. Lee D, Chen K, Kruger JS. Public health. In: *Translational Surgery*. Elsevier; 2023: 601-608.
2. Limna P. The Digital Transformation of Healthcare in The Digital Economy: A Systematic Review. *Int J Adv Health Sci Technol*. 2023;3(2):127-132.
3. Bayat, A. Science, medicine, and the future: Bioinformatics. *BMJ*. 2002;324(7344):1018-1022.
4. Zhang Y. Analysis of the application of bioinformatics in the medicine. *TNS*. 2024;29(1):82-86.
5. Kumar S, Tiwari P, Zymbler M. Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *J Big Data*. 2019;6(1):11.
6. Quazi S. Artificial intelligence and machine learning in precision and genomic medicine. *Med Oncol*. 2022;39(8):120.
7. Ley D. Emerging technologies for learning. In: *Web 2.0 and Libraries*. Elsevier; 2010: 123-168.
8. Ma L, Li H, Lan J, Hao X, Liu H, Wang X, et al. Comprehensive analyses of bioinformatics applications in the fight against COVID-19 pandemic. *Comput Biol Chem*. 2021;95107599.
9. Cappadona C, Rimoldi V, Paraboschi EM, Asselta R. Genetic susceptibility to severe COVID-19. *Infect Genet Evol*. 2023;110:105426.
10. Fiorenzato E, Cona G. One-year into COVID-19 pandemic: Decision-making and mental-health outcomes and their risk factors. *J Affect Disord*. 2022;309:418-427.
11. Fernald GH, Capriotti E, Daneshjou R, Karczewski KJ, Altman RB. Bioinformatics challenges for personalized medicine. *Bioinformatics*. 2011;27(13):1741-1748.