

Ciencia y gestión del conocimiento: un desafío para la salud pública cubana

Science and knowledge management: A challenge for the Cuban public health

Suset Oropesa Fernández^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-5159-3350>

Isabel Martínez Motas² <https://orcid.org/0000-0001-8703-960X>

¹Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí (IPK). La Habana, Cuba

²Escuela Latinoamericana de Medicina. La Habana, Cuba

*Autor para la correspondencia. s.oro@ipk.sld.cu; soro@infomed.sld.cu

RESUMEN

Desde el año 2020, con la pandemia de COVID-19, la humanidad resistió un impacto global y en respuesta, la comunidad científica se vio obligada a producir conocimientos de forma acelerada. La OMS se constituyó en un catalizador de este esfuerzo sin precedentes. En el Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí las autoras lo aquilatamos por medio de un compendio construido con los saberes difundidos desde 2020 hasta junio de 2022 en 217 actualizaciones internas, donde se abordaron 933 temas, todos seleccionados de 713 documentos generados por la OMS. La magnitud de ese condensado informacional se valoró en diversas dimensiones. Así se llegó a una concepción sobre desarrollo institucional en la gestión del conocimiento, de elevado interés para el sistema de salud cubano, compartida en esa publicación. En ese lapso la OMS transmitió información sobre el comportamiento del virus, estrategias de control, diagnóstico, secuenciación, manejo clínico, tratamiento y desarrollo de vacunas, hasta abarcar toda la amplitud

del enfrentamiento a la pandemia, incluyendo varias plataformas colaborativas. Al concluir esa tarea quedaron objetivados los conocimientos puestos a disposición global en su génesis, gracias a una tormenta perfecta, que conjugó la ciencia y experticias previas, la colaboración internacional, la elevada inversión en investigación y las organizaciones internacionales, nacionales y privadas. También quedó patentizada la dificultad para asimilar la explosión de conocimientos acaecida, una expresión de la ciencia contemporánea y generadora de la gestión del conocimiento, única respuesta posible a su propio crecimiento exponencial y en plena transformación de sus paradigmas, por las posibilidades abiertas desde las TIC, el procesamiento del lenguaje natural y la inteligencia artificial. En ese panorama las autoras apreciamos, desde nuestra posición y por analogía con estudios en América Latina, cómo se trabajó con las herramientas más elementales de la nueva rama.

En el horizonte ya visible esos conocimientos serán trascendentales para el sector de la salud, pero no avanzamos hacia su punto de encuentro. Mientras más demoremos más difícil y lejano estará ese momento.

Hoy necesitamos promover las acciones para apropiarnos de todas estas herramientas, abrirnos a sus posibilidades ilimitadas para la humanidad y aplicarlas en nuestro sistema de salud.

Palabras clave: COVID-19; SARS-CoV-2; Organización Mundial de la Salud; OMS; ciencia; gestión del conocimiento; salud pública; Cuba.

ABSTRACT

Since 2020, with the COVID-19 pandemic, humanity has endured a global impact, and in response, the scientific community has been forced to produce knowledge at an accelerated pace. The WHO has become a global catalyst for this unprecedented effort. At the Pedro Kourí Tropical Medicine Institute, we have compiled a compendium of knowledge disseminated from 2020 to June 2022 in 217 internal updates, addressing 933 topics, all selected from 713 documents generated by the WHO. The magnitude of this condensed information was

assessed in various dimensions. This led to a conception of the institutional development in knowledge management, of great interest to the Cuban health system, shared in that publication. During this period the WHO has provided information on the behavior of the virus, control strategies, diagnosis, sequencing, clinical management, treatment, and vaccine development, covering the full breadth of the outbreak, including various collaborative platforms. Upon completion of this task, the knowledge made globally available at its genesis and was objectified, thanks to a perfect storm that combined previous science and expertise, international collaboration, significant investment in research, and international, national, and private organizations. It also demonstrated the difficulty of assimilating the explosion of knowledge that occurred, an expression of contemporary science and a generator of knowledge management, the only possible response to its own exponential growth and the rapid transformation of its paradigms, due to the possibilities opened up by ICTs, natural language processing, and artificial intelligence. In this context, we appreciate, from our perspective and by analogy with studies in Latin America, how the most basic tools of the new branch were used. On the horizon, these insights will be crucial for the health sector, but we are not making progress towards their meeting point. The longer we delay, the more difficult and distant that moment will be.

Today we need to promote actions to harness all these tools, open ourselves to their unlimited possibilities for humanity, and apply them to our health system.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2; World Health Organization; WHO; science; knowledge management; public health; Cuba.

Recibido: 19/08/2024

Aceptado: 05/01/2025

Introducción

El año 2020 sorprendió al mundo con el nuevo coronavirus SARS-CoV-2,⁽¹⁾ agente causal de la COVID-19. Desde entonces se diseminó a todos los continentes para derivar en una amenaza global y grave a la salud pública, con efectos socioeconómicos disruptivos. El 11 de marzo de 2020 la enfermedad quedó declarada pandemia por el Director General de la Organización Mundial de la Salud (OMS).⁽²⁾

Para la ciencia contemporánea la COVID-19 constituyó un reto colosal, obligando a desentrañar desde lo más elemental de una enfermedad desconocida hasta los métodos para conjurarla en los más diversos espacios a escala global. Fue una construcción ladrillo a ladrillo para llegar a puntos nodulares.

La *web* quedó transformada en el escenario para la convergencia de esos saberes, que aparecían publicados de forma acelerada en calidad de pre-publicaciones (*preprints*) disponibles en servidores como *medRxiv* (<https://connect.medrxiv.org/relate/content/181>) y *bioRxiv* (<https://connect.biorxiv.org/relate/content/181>). Una búsqueda en el ciberespacio desde 2020 a 2022 con el término "COVID" en el título arrojó la fabulosa cifra de 902 mil artículos científicos publicados (<http://scholar.google.com>)

Diversas instituciones y grupos científicos procesaron esas informaciones, las evaluaron y fueron puestas a disposición de la lucha antipandémica. Una parte decisiva de ese esfuerzo corrió a cargo de la OMS. Desde febrero de 2020 esta organización emitió de forma sistemática informes denominados *situation reports*,⁽³⁾ y guías de trabajo con actualizaciones operativas, resúmenes basados en evidencias y procedimientos ajustados a ellos.

Hasta junio de 2022, en el Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí de Cuba (IPK), se habían procesado 713 de esos documentos para mantener informados a epidemiólogos, clínicos, inmunólogos, virólogos y otros especialistas involucrados en la lucha contra el evento, sobre acciones de importancia mundial.⁽⁴⁾

Estos conocimientos sobre una amenaza a la existencia humana, que puede repetirse en algún momento bajo cualquier circunstancia, volverán a ser imprescindibles junto con otros saberes, para defendernos y salvarnos.

Como especialistas hemos expresado algunas ideas generales relacionadas con los conocimientos científicos, su adquisición y divulgación durante la pandemia, y su trascendencia, que de por sí obligan a ampliar y profundizar en el tema. La necesidad se nos hizo patente en razón de nuestras funciones durante la pandemia. Recientemente se ha publicado una investigación retrospectiva sobre esa labor, que brindó la oportunidad de abordarla en varias dimensiones.⁽⁴⁾

Nuestro punto de partida fue un resumen conceptual de las informaciones sistemáticas de la OMS, donde se aprecia su magnitud, integralidad y coherencia.

A partir de ahí se examinaron otros aspectos:

- los factores que posibilitaron ese nivel de respuesta,
- su relación con el desarrollo de las ciencias contemporáneas, y
- la gestión del conocimiento (GC) y el papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en su desarrollo.

En este contexto surgió una valoración de nuestra posición como investigadoras en el ámbito de la GC, un enfoque integrador de saberes tecno-científicos con implicaciones en el futuro de la salud pública en el país. Convencidas de su trascendencia y conscientes de las diferencias entre nuestros perfiles con estos campos de saberes, obstáculo real para enfocarnos hacia adelante, hemos decidido transmitir aquí nuestras opiniones y consideraciones sobre los aspectos antes referidos, en aras de promover la imprescindible generación de acciones positivas.

Conocimientos transmitidos desde la OMS en la pandemia, una suma de la producción científica mundial

Objetivar los conocimientos generados por la OMS para llegar a sus dimensiones reales es una tarea virtualmente imposible. Esta quedó solucionada por un procedimiento recursivo, con un compendio de las actualizaciones generales emitidas a los especialistas del IPK desde febrero 2020 hasta junio de 2022. La posibilidad de hacerlo estuvo en la solidez de esos documentos, con informaciones de comprobada confiabilidad, integralidad, relevancia y una dinámica en relación con la evolución de la pandemia.⁽⁴⁾

Desde febrero de 2020, la OMS sistematizó la información sobre el comportamiento del SARS-CoV-2 en Wuhan, China⁽¹⁾ y su propagación global. El 11 de febrero organizó un fórum en alianza con *Global Outbreak Alert and Response Network (GOARN, siglas en inglés)*,⁽⁵⁾ donde se concretaron aspectos descriptivos de la enfermedad, su transmisión y procedimientos clínicos, sin contar aún con una confirmación científica sobre su origen y tratamiento. Posteriormente se definieron términos como SARS-CoV-2 y COVID-19⁽⁶⁾ y se discutieron los desafíos iniciales relacionados con los suministros y los viajes de pasajeros. También se examinaron las primeras informaciones sobre el origen zoonótico de la enfermedad.⁽⁷⁾

Con la declaración de la pandemia,⁽²⁾ se promovió la solidaridad internacional (<https://www.who.int/es/about/governance/world-health-assembly/seventy-fourth-world-health-assembly>) y la OMS propuso su Plan Estratégico de Preparación y Respuesta a la COVID-19, documento guía para los estados miembros y la comunidad internacional actualizado periódicamente. (<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-WHE-2021.02>)

Paralelamente comenzaron los esfuerzos para desarrollar y promover métodos y herramientas para el rastreo de contactos, el aislamiento desde los primeros casos hasta las comunidades, el relajamiento de las medidas en momentos de baja transmisión y respuestas a las nuevas olas del virus. Para realizar el control en

tiempo real la OMS introdujo la plataforma *Go-Data*. (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240043893>).

Por otra parte, en guías y materiales educativos se definieron los grupos vulnerables, las medidas específicas para su protección y en otros entornos críticos, como escuelas centros laborales y eventos públicos. Sobre la base del Reglamento Sanitario Internacional⁽⁸⁾ se crearon plataformas y protocolos para el control en puntos de entrada de países y regiones. Se emitieron orientaciones específicas sobre la lactancia materna, salud sexual y mental, la violencia en los hogares, la atención a los cuidadores, el deporte, la actividad física y los ejercicios respiratorios.

Desde los primeros momentos quedó organizada la información sobre la diseminación mundial de la enfermedad, con valoraciones epidemiológicas integrales. Se abordaron sistemáticamente los impactos en servicios esenciales de salud y las necesidades hospitalarias.

Una vertiente de elevada significación y amplitud estuvo dirigida al diagnóstico. La OMS difundió listas de pruebas aprobadas y estandarizadas, como la reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa en tiempo real (RT-PCR), las pruebas rápidas y la serología, así como los procedimientos y guías para su empleo efectivo, organización del trabajo del laboratorio y su control de calidad.⁽⁹⁾

Ante un agente desconocido, la comunidad científica no contaba con un tratamiento ni antivirales específicos. Para enfrentar la tarea se realizaron más de 500 ensayos clínicos, evaluados y divulgados por la OMS, con una inversión sin precedentes. Entre otras soluciones estuvo la recomendación de la dexametasona en casos críticos; no mostraron beneficios en la reducción de la gravedad y mortalidad el interferón beta 1-a; lopinavir-ritonavir y quedó desaprobada la hidroxiclороquina.⁽¹⁰⁾ Objeto de atención sistemática tuvo la resistencia antimicrobiana

Las plataformas *Tool Accelerator*, (<https://www.who.int/initiatives/act-accelerator>) y *Solidarity Therapeutics Trial*, sustentaron los esfuerzos globales de fármacos contra la COVID-19 (<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/global->

[research-on-novel-coronavirus-2019-ncov/solidarity-clinical-trial-for-covid-19-treatments](#)).

Desde el año 2020, la plataforma *Global Initiative on Sharing All Influenza Data* (GISAID, siglas en inglés; <https://gisaid.org/submission-tracker-global/>) quedó disponible para coleccionar, estudiar y organizar los datos de las secuencias del SARS-CoV-2 a nivel global. Hasta mayo de 2022 GISAID albergaba más de 11 millones de genomas de SARS-CoV-2 y 15 millones en el año 2023, compartidos por la comunidad científica.⁽¹¹⁾

Desde la plataforma *Tracking SARS-CoV-2 Variants*,⁽¹²⁾ se identifican todavía las variantes de interés (VOC, siglas en inglés) y de bajo monitoreo (VUM, siglas en inglés) en circulación mundial y divulga los estudios de la diseminación de las variantes y sus linajes, las características fenotípicas, su impacto en la transmisión, la hospitalización, la severidad de la enfermedad y su capacidad de escape a los anticuerpos naturales y los adquiridos por la vacunación.

La OMS definió y publicó criterios científicos para la aprobación de emergencia de vacunas a través del grupo *Strategic Advisory Group of Experts on Immunization* (SAGE, siglas en inglés)⁽¹³⁾ y promovió e impulsó mecanismos de equidad y el financiamiento para los países más necesitados a través de COVAX.⁽¹⁴⁾

Se creó otra plataforma para recopilar informaciones sobre la inmunidad natural y adquirida y se presentó la Estrategia Global de Vacunación.⁽¹⁵⁾ El panorama de vacunas candidatas y la diversidad de plataformas para su producción incluían vacunas de ARMm, vectores virales, subunidades proteicas y virus inactivados, reflejando el esfuerzo global. Hasta 2022 se analizaron 27 vacunas en Fase III y 13 en Fase II. Los datos quedaron integrados al Registro Internacional de datos clínicos de la OMS (ICTRP), a *PubMed* y a *Clinical Trials*. Se publicaron estudios de efectividad y protocolos para optimizar campañas de inmunización y comunicación pública.

Con la disminución de casos a nivel mundial se propuso la vigilancia ambiental y el control de las aguas residuales. La vigilancia de la influenza y otros virus respiratorios se ajustó a la nueva coyuntura epidemiológica.⁽¹⁶⁾

Las evidencias constituyeron bases metodológicas para el conjunto de las orientaciones y definiciones emitidas, con su afiliación a *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE, siglas en inglés)*.⁽¹⁷⁾

Un problema crucial en la pandemia lo tuvo el comportamiento de las personas y las comunidades. Para alcanzarlo se desarrolló el enfoque *Comunicación de Riesgo y Compromiso Comunitario (RCCE, siglas en inglés)*.⁽¹⁸⁾ Sus esfuerzos estaban dirigidos a generar y fomentar decisiones responsables y monitorear reacciones sociales, sustentados en los impactos de la comunicación social y estados de ánimo a través de las redes sociales.

Entre los temas globales se incorporaron los dirigidos al perfeccionamiento del trabajo como *Intra-Action Review (IAR, siglas del inglés)*,⁽¹⁹⁾ con el propósito de sistematizar la autorevisión crítica de las acciones, algo muy relacionado con sus llamamientos a evitar lo que identificó como el ciclo “pánico-olvido”.

Este conjunto de acciones y todo este conocimiento se divulgó mediante canales digitales y materiales audiovisuales, y dieron soporte a más de 300 cursos online en diferentes idiomas.⁽²⁰⁾

Insoslayable es el enfoque “una sola salud”.⁽²¹⁾ Llevar las acciones a un plano superior, prevenir y evitar las zoonosis, tratar la salud del individuo en su integralidad individual y social, mientras se consideran sus gastos en términos de una inversión futura, son parte de esas ideas, con dimensiones ilimitadas. Es una sólida evidencia del papel desempeñado por la OMS hasta derivar, incluso, en catalizador del desarrollo científico.

Una sólida evidencia constituyeron las *Unity Studies*,⁽²²⁾ un marco estandarizado para realizar investigaciones epidemiológicas rápidas y comparables.

Tenemos hasta aquí una apretada síntesis de la producción científica en la pandemia. Releerla es impresionante. En apenas 30 meses la humanidad transitó desde la ignorancia casi absoluta sobre un evento de magnitud mundial, hasta una impresionante explosión exponencial de saberes. La magnitud del reto, su amplitud e intensidad fueron el generador a tan amplia escala. Ahora es necesario

comprender cómo ese torrente de conocimientos concebidos y organizados bajo monumentales esfuerzos globales se conjugaron para convertirse en conocimientos condensados, en verdades perentorias, urgentes, decisivas y en acciones

En la fig. 1 se pretende brindar una visión de las capacidades científicas conjugadas a nivel internacional, provocadas por la pandemia de COVID-19.

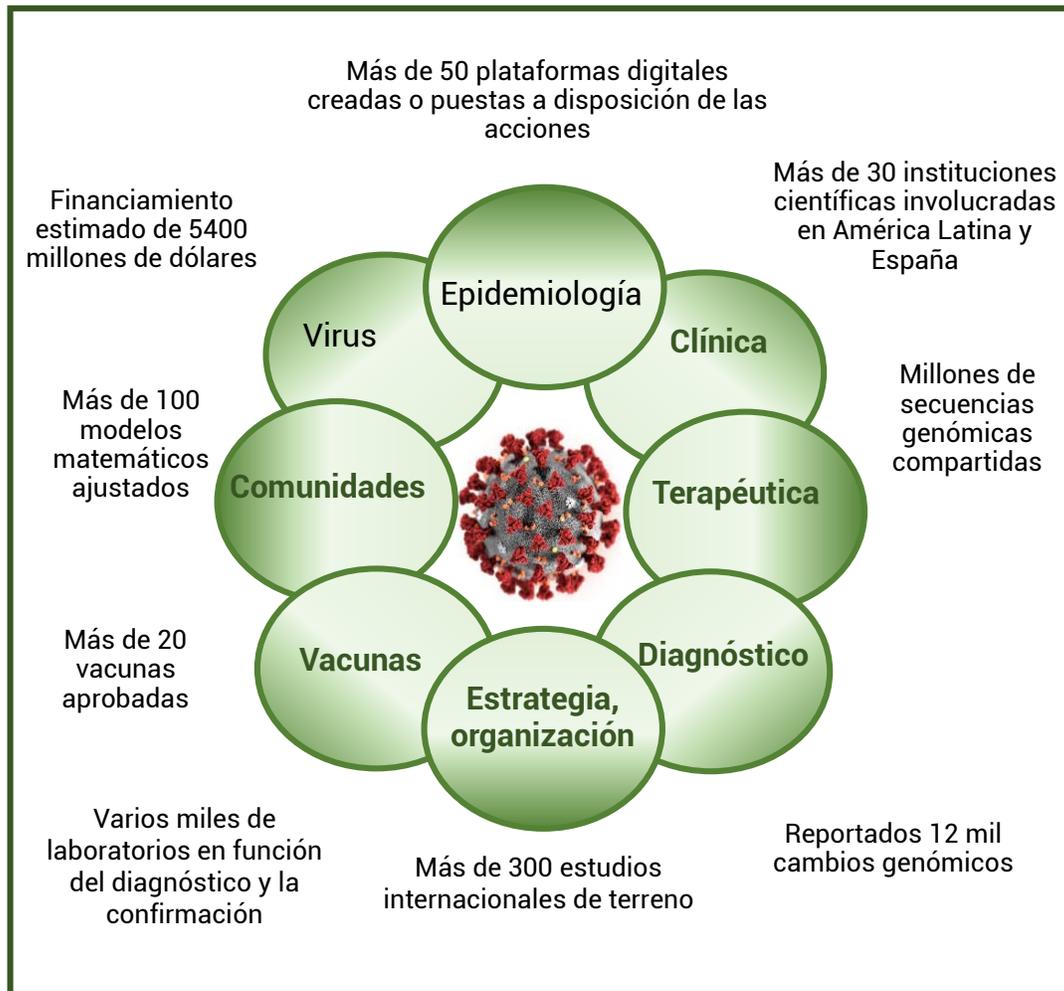


Fig. 1 - COVID-19: Una visión de las capacidades científicas conjugadas

Fuente: Elaboración propia con datos de fuentes públicas.

Los factores determinantes de la explosión de conocimientos

La ciencia no partió de cero. Desde las condiciones iniciales se contó con décadas de inversión en plataformas de investigación,⁽⁵⁾ secuenciación genómica,⁽¹¹⁾ biotecnología.⁽²³⁾

Ya se había acumulado una experiencia con años en la vigilancia de la influenza, también de pandemias anteriores y de otras enfermedades infecciosas.

Estas bases de conocimiento son fruto de algo mucho más amplio, el desarrollo de la ciencia en general. A ella, por su trascendencia en nuestras valoraciones le damos atención más adelante.

La explosión de conocimientos también dependió de otros factores. El intercambio abierto y rápido de información científica fue fundamental durante la pandemia y coincidieron en él todos los actores, para no escudriñar en seguras excepciones.

Desde lo social, gobiernos, organismos multilaterales y sector privado destinaron fondos masivos a la investigación, el desarrollo de vacunas, tratamientos y la infraestructura sanitaria, de forma dinámica y cambiante. Las agencias reguladoras implementaron procedimientos de revisión acelerada (<https://connect.medrxiv.org/relate/content/181>; [https://connect.biorxiv.org/relate /content/181](https://connect.biorxiv.org/relate/content/181)); sumada a las capacidades y experiencias de la industria farmacéutica (<https://www.who.int/initiatives/act-accelerator>), y de la alta tecnología en general para la producción masiva de equipos y el escalado acelerado para la producción de vacunas.⁽¹⁵⁾

Tampoco es posible subestimar el conjunto de instituciones internacionales, la OMS y sus agencias, entre ellas R&D Blueprint,⁽²⁴⁾ para acelerar la investigación y desarrollo durante epidemias, las organizaciones estatales y el sector privado, con amplio apoyo de muchas comunidades, incluyendo universidades.

El avance científico durante la COVID-19 fue resultado de una tormenta perfecta de factores. Cuando la ciencia cuenta con recursos, colaboración y voluntad política, puede enfrentar retos colosales en tiempo récord. Un desafío será reproducir esa dinámica en próximas crisis globales.

En el mismo sentido, otro factor a tener en cuenta es que deberíamos asegurar y generalizar esas condiciones aquí y ahora, para mantener al servicio de nuestra sociedad la tónica alcanzada en el trabajo científico durante la pandemia. Sin ser el centro de este análisis, el tema se relaciona directamente con él.

En la fig. 2 se resume la confluencia de factores que, a nuestro juicio, fueron los determinantes de la explosión de conocimientos, una tormenta perfecta en la COVID-19.

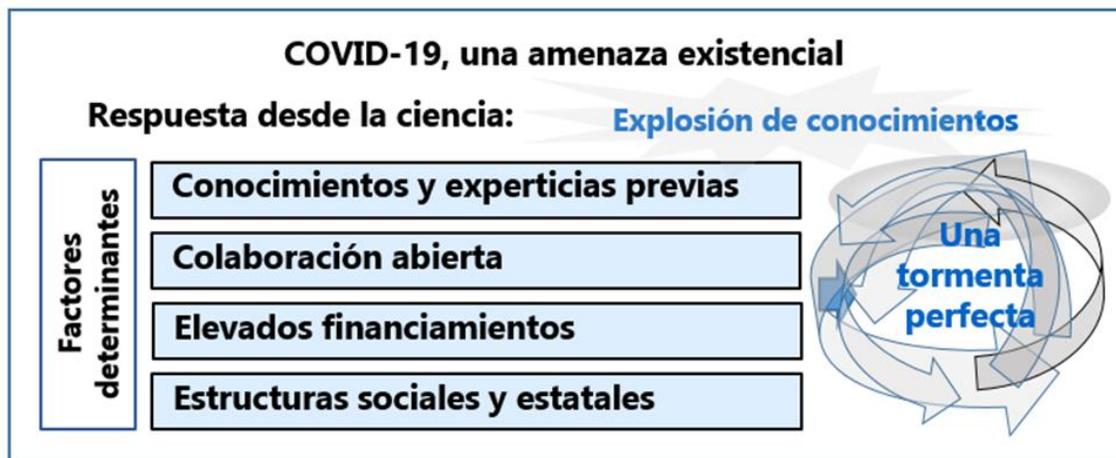


Fig. 2 – Factores determinantes de la explosión de conocimientos provocada por la COVID-19

Fuente: Elaboración propia.

La ciencia contemporánea

La ciencia es ya una fuerza productiva directa, creadora de valores para la transformación, para generar innovación y productividad crecientes. Se acorta el tiempo entre el descubrimiento y su aplicación.⁽²⁵⁾ La convergencia de la revolución digital y los avances en biotecnología ilustran cómo la ciencia genera sectores enteros de la economía.⁽²⁶⁾

Hoy son más importantes, por posibles, las expectativas colectivas de progreso y bienestar. La interacción ciencia y sociedad genera beneficios para la salud, la

educación, el medio ambiente y las políticas públicas.⁽²⁷⁾ La ciencia fomenta hoy la participación ciudadana y la democratización del conocimiento.⁽²⁸⁾

En cuanto al ser humano, la ciencia ha expandido nuestra comprensión al abrir nuevas dimensiones de la realidad. Los seres humanos tenemos hoy mayores capacidades para enfrentar los retos del presente y del futuro.⁽²⁹⁾

La propia ciencia se transforma. Las matemáticas se integran transversalmente en ciencias aplicadas mediante modelización y algoritmos avanzados.⁽³⁰⁾ La fusión entre ciencia y tecnología fundamenta su conversión en una fuerza productiva inmediata.⁽³¹⁾

El potencial transformador de la ciencia contemporánea se encuentra en su capacidad de generar cambios profundos y sostenibles en la economía, la sociedad, el ser humano y en sí misma, donde quedamos mucho más comprometidos con nosotros mismos y la nación.⁽²⁹⁾

Hasta aquí hemos explorado los conocimientos y capacidades puestas a disposición de la humanidad desde la ciencia. Vale adicionar algún dato numérico. En ese sentido, Peter Lyman y Hal R. Varian,⁽³²⁾ de la Universidad de Berkeley, destacaron el crecimiento de la información mundial en un 30 % desde 1999 a 2002, todos los años, y la producción anual entre uno y dos exabytes de información nueva, el 60 % de la cual correspondía a información digital.⁽³²⁾ Los conocimientos médicos en general, se duplican cada 73 días.⁽³³⁾ Las proyecciones de crecimientos superan la ficción.

Gestión del conocimiento, TIC e inteligencia artificial: una respuesta desde la ciencia para potenciarse a sí misma

El crecimiento exponencial de los conocimientos plantea problemas en varias direcciones y la ciencia siempre los responde con su solución. El desarrollo de la GC es una de ellas. El término comenzó a tomar forma desde la década de 1960⁽³⁴⁾ hasta 1990, para alcanzar su definición básica, con el paso del conocimiento científico de lo tácito a lo explícito.⁽³⁵⁾

La GC ha estado vinculada al desarrollo tecnológico, la expansión de Internet y las plataformas digitales para hacerla más efectiva y escalable.⁽³⁶⁾ Desde las bases de datos, los procesadores de cálculo, de textos, el correo electrónico y los chats ha evolucionado a las plataformas colaborativas, sistemas wikis, editores modulares, mapas mentales y tableros electrónicos,⁽³⁷⁾ entre otros. Un lugar especial en ese desarrollo corresponde al procesamiento del lenguaje natural (PLN), con capacidad para interpretar el lenguaje humano desde la máquina, a elevadas velocidades.⁽³⁸⁾ En el escalón más reciente, la inteligencia artificial (IA) transforma profundamente la GC, al automatizar la captura, análisis, determinación de los conocimientos relevantes y personalizar experiencias de aprendizaje, hasta las capacidades para optimizar las decisiones.⁽³⁹⁾

La convergencia de la GC con las TIC y la IA lleva a identificar un cambio en sus paradigmas. La GC deja de ser un proceso estático para convertirse en un ecosistema dinámico, integrado y adaptativo, inseparable de la digitalización. Este cambio implica nuevas formas de colaboración, aprendizaje continuo y generación de valores en las organizaciones.⁽⁴⁰⁾

Una valoración integral y final, entre nosotros y la gestión del conocimiento

En medio de estos reconocimientos cada uno debe ubicarse en la apropiación de las herramientas del conocimiento puestas a nuestra disposición para las acciones cotidianas.

Desde nuestra posición y en el entorno donde nos desempeñamos y relacionamos, si nos calificáramos en una escala de 1 hasta 10 la asimilación personal de las herramientas disponibles, sería muy difícil sobrepasar la calificación de 3. Para nosotras y desde nuestros horizontes, esta valoración podría extrapolarse en la práctica a una buena parte de nuestro sector de la salud.

No es solo una opinión. A la afirmación se adicionan dos elementos convergentes. El primero, una búsqueda en la red de valoraciones sobre la aplicación de las herramientas de GC por los investigadores en su actividad personal y cotidiana no arrojó ningún resultado. El segundo surgió al comprobar las mismas insuficiencias en instituciones de América Latina. Lo más general es la operación con herramientas básicas (email, chats, drives compartidos), similar a lo nuestro.⁽⁴⁰⁾ Y esta es la situación cuando el mundo avanza encausado por las ideas cuántico-relativistas hacia cambios hasta los paradigmas en la GC.⁽⁴¹⁾ Un resumen conceptual de estas ideas y de las precedentes interrelacionadas se aprecia en la fig. 3.



Fig. 3 - Ciencia y Gestión del Conocimiento: potenciadores de la salud humana

Fuente: Elaboración propia.

Las sinergias de los continuos desarrollos de las herramientas propias de la GC y el torrente tecno-científico en avance pueden y deben tener un impacto creciente

sobre el sector de la salud y nuestro estatus actual no nos lleva hacia su punto de encuentro. Mientras más demoremos, más difícil y lejano estará ese momento. Aquí hay elementos suficientes. Debemos promover sin más pérdida de tiempo las acciones para apropiarnos de lo que se debe comprender como la apertura a posibilidades ilimitadas para la humanidad y aplicarlas en nuestro sistema de salud.

Agradecimientos

A todos los que colaboraron en la primera línea para conjurar la pandemia, en Cuba y el mundo. A los revisores, por su excelencia en el trabajo.

Referencias bibliográficas

1. Deng SQ, Peng HJ. Características y respuestas de salud pública al brote de coronavirus de 2019 en China. *J Clin Med.* 2020;9(4):1234. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm9020575>
2. World Health Organization (WHO). WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. Geneva: WHO; 2020 [acceso 17/05/2023]. Disponible en: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-sopening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
3. World Health Organization (WHO). Novel Coronavirus (2019-nCoV) SITUATION REPORT – 1, 21 JANUARY 2020. Geneva: OMS; 2020 [acceso 12/05/2023]. Disponible en: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf>
4. Oropesa Fernández S, Guzmán Tirado MG, Kourí Cardellá V, Resik Aguirre S, Más Bermejo P, Durán García F, *et al.* Trascendencia de la información generada por la OMS y su disseminación en el ecosistema de una institución científica

- cubana. Rev Cubana Med Trop. 2025 [acceso 14/06/2025];77:e1283. Disponible en: <https://revmedtropical.sld.cu/index.php/medtropical/article/view/1283/732>
5. Yau B, Lee C, Chughtai AA, MacIntyre CR, Bell C, Lee VJ, et al. Global Outbreak Alert and Response Network deployments during the COVID-19 pandemic in the Western Pacific Region, 2020–2023. West Pacific Surv Resp J. 2024 [acceso 03/04/2024];15(1):1-11. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10948340/>
6. Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses. The species severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. Nat Microbiol. 2020;5(4):536-44. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
7. Helmy YA, Fawzy M, Elawad A, Sobieh A, Kenney SP, Shehata AA. The COVID-19 Pandemic: A Comprehensive Review of Taxonomy, Genetics, Epidemiology, Diagnosis, Treatment, and Control. J Clin Med. 2020 [acceso 15/01/2023];24;9(4):1225. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32344679/>
8. World Health Organization (WHO). International Health Regulations (2005) - Third Edition. Geneva: WHO; 2005 [acceso 20/11/2023]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241580496>
9. Organización Mundial de la Salud (OMS). La OMS publica la nueva Lista de pruebas diagnósticas esenciales e insta a los países a priorizar inversiones en pruebas (comunicado de prensa). Ginebra: OMS 2021 [acceso 20/11/2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/29-01-2021-who-publishes-new-essential-diagnostics-list-and-urges-countries-to-prioritize-investments-in-testing>
10. World Health Organization (WHO). WHO releases global action plan to strengthen clinical trial ecosystems. Geneva: WHO; 2025 [acceso 29/06/2024]. Disponible en: <https://www.who.int/news/item/08-05-2025-who-releases-global-action-plan-to-strengthen-clinical-trial-ecosystems>

11. Burki T. First shared SARS-CoV-2 genome: GISAID vs virological.org. *Lancet Microbe*. 2023;4(6):e395. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(23\)00133-7](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(23)00133-7)
12. World Health Organization (WHO). The Technical Advisory Group on SARS-CoV-2 Virus Evolution/TAG-VE. Classification of Omicron (B.1.1.529): SARS-CoV-2 Variant of Concern. Geneva: WHO; 2021 [acceso 22/10/2022]. Disponible en: [https://www.who.int/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-\(b.1.1.529\)-sars-cov-2-variant-of-concern](https://www.who.int/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-(b.1.1.529)-sars-cov-2-variant-of-concern)
13. World Health Organization (WHO). Meeting of the Strategic Advisory Group of Experts on Immunization, March 2024: conclusions and recommendations. *Weekly Epidemiol Record (WER)*. 2024 [acceso 20/06/2024];22(99):285-306. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/WER-9922-285-306>
14. Global Alliance for Vaccines and Immunisation (GAVI). COVAX: key learnings for future pandemic preparedness and response. Geneva: GAVI; 2023 [acceso 29/06/2024]. Disponible en: <https://www.gavi.org/news-resources/knowledge-products/covax-key-learnings-future-pandemic-preparedness-and-response>
15. Organización de Naciones Unidas (ONU). COVID-19: La ONU presenta la Estrategia Global de Vacunación contra el COVID-19. Ginebra: ONU; 2021 [acceso 14/08/2022]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2021/10/1498032>
16. Hernández M, García-Morán E, Abad D, Eiros JM. GISAID: iniciativa internacional para compartir datos genómicos del virus de la gripe y del SARS-CoV-2. *Rev Española Salud Púb*. 2021 [acceso 26/11/2023];95. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272021000100203
17. World Health Organization (WHO). GRADE: Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation. Geneva: WHO; 2020 [acceso 18/07/2023]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240030718>
18. Organización Mundial de la Salud (OMS). Comunicación de riesgos y participación comunitaria (RCCE) en la preparación y respuesta frente al nuevo coronavirus de 2019 (2019-nCoV) Orientaciones provisionales. Ginebra: OMS;

- 2020 [acceso 10/04/2024]. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/330860/9789240001039-spa.pdf>
19. World Health Organization (WHO). Guidance for conducting a country COVID-19 intra-action review (IAR); 2020. [acceso 20/06/2023]. Disponible en: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/333419/WHO-2019-nCoV-Country_IAR-2020.1-eng.pdf
20. World Health Organization (WHO). COVID-19 online courses, webinars, and training. Geneva: WHO; 2023 [acceso 26/06/2024]. Disponible en: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/training/online-training>
21. Organización Mundial de la Salud (OMS). Una sola salud. Ginebra: OMS [acceso 16/11/2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/one-health>
22. World Health Organization (WHO). Coronavirus disease (COVID-19) technical guidance: The Unity Studies: Early Investigation Protocols. Geneva: WHO; 2023 [acceso 26/06/2024]. Disponible en: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/early-investigations>
23. Jain S, Venkataraman A, Wechsler ME, Peppas NA. Messenger RNA-based vaccines: Past, present, and future directions in the context of the COVID-19 pandemic. Adv Drug Deliv Rev. 2022;189:114450. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.114000>
24. World Health Organization (WHO). Background to the WHO R&D blueprint pathogens. Global Observatory on Health R&D. Geneva: WHO; 2024 [acceso 12/05/2023]. Disponible en: <https://www.who.int/observatories/global-observatory-on-health-research-and-development/analyses-and-syntheses/who-r-d-blueprint/background>
25. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). The Digitalisation of Science, Technology and Innovation. Key Developments and Policies. Paris: OECD; 2020 [acceso 30/07/2023]. Disponible en:

https://www.oecd.org/en/publications/the-digitalisation-of-science-technology-and-innovation_b9e4a2c0-en.html

26. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25(1):44-56. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>

27. United Nations. United Nations Conference on Environment & Development (Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June,1992). Agenda 21, Chapter 35 - Science for Sustainable Development, 1992. Chapter Paragraphs 1. Preamble 1.1 - 1.6 Section I. Social and economic. Geneva: UN; 1992 [acceso 28/6/2024]. Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

28. Haklay M. Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. *Crowdsour Geogr Knowl.* 2013:105-22. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_7

29. Bauer MW, Allum N, Miller S. What Can We Learn from 25 Years of PUS Survey Research? Liberating and Expanding the Agenda. *Pub Underst Sci.* 2007;16(1):79. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963662506071287>

30. Carrillo R. La Filosofía como espacio de las Ciencias. *Rev Colombiana Filosof Cienc.* 2016 [acceso 21/6/2025];16(33):9-16. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/414/41449298002/html/>

31. Concepción Toledo DN, González Suárez E, Miño Valdés JE. Una visión actual de la ciencia como fuerza productiva directa. *Univ Soc.* 2018 [acceso 06/06/2024];10(4):54-9. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/977>

32. Lyman P, Varian HR. Reprint: How much information? *J Electron Pub.* 2000;6(2). Disponible en: <https://quod.lib.umich.edu/j/jep/3336451.0006.204/--reprint-how-much-information?rgn=main;view=fulltext>

33. Densen P. Challenges and opportunities facing medical education. *Trans Am Clin Climatol Assoc.* 2011 [acceso 04/6/2024];122:48-58. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21686208/>

34. Lambe P. The unacknowledged parentage of knowledge management. *J Knowl Manag.* 2011;15(2):175-97. DOI: <https://doi.org/10.1108/13673271111119646>
35. Abdillah A, Widianingsih I, Buchari Rd A, Nurasa H. The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation, *Learning: Res Pract.* 2023;10(1):121-23. DOI: <https://doi.org/10.1080/23735082.2023.2272611>
36. Gutiérrez Hurtado H, Espina-Romero, L. Gestión del conocimiento en la era digital: tendencias, retos y oportunidades en el desarrollo empresarial. *Rev Cienc Soc.* 2025;31(1):367-84. DOI: <https://doi.org/10.31876/rcs.v31i1.43514>
37. Lopez Mosqueda JA, Aboites V. La filosofía frente al objeto cuántico. *Rev Mexicana Fís E.* 2017 [acceso 06/06/2024];63(2):107-22. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-35422017000200107&script=sci_abstract
38. Fúquene Ardila HJ. Procesamiento de Lenguaje Natural, los Transformers y los Bots Conversacionales. *XIKUA.* 2024;12(Especial):151-60. DOI: <http://doi.org/10.29057/xikua.v12iespecial.12904>
39. Gallent Torres C, Zapata González A, Ortego Hernando JL. El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE.* 2023;29(2). DOI: <http://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134>
40. Pacheco Barrera DD, Rodríguez Ollarves RJ. Las TIC como estrategia competitiva en la gestión empresarial. *Rev Enfoques.* 2019 [acceso 06/06/2024];3(12):286-98. Disponible en: <https://revistaenfoques.org/index.php/revistaenfoques/article/view/72>
41. Nonaka I, Umemoto K, Senoo D. From information processing to knowledge creation: A Paradigm shift in business management. *Technol Soc.* 1996;18(2):203-18. DOI: [https://doi.org/10.1016/0160-791X\(96\)00001-2](https://doi.org/10.1016/0160-791X(96)00001-2)

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Suset Oropesa Fernández.

Curación de datos: Suset Oropesa Fernández.

Análisis formal: Suset Oropesa Fernández, Isabel Martínez Motas.

Investigación: Suset Oropesa Fernández.

Metodología: Suset Oropesa Fernández.

Supervisión: Suset Oropesa Fernández.

Validación: Suset Oropesa Fernández, Isabel Martínez.

Redacción - borrador original: Suset Oropesa Fernández, Isabel Martínez Motas.

Redacción - revisión y edición: Suset Oropesa Fernández.