

COVID-19: UNA PANDEMIA EN LA ERA DE LA SALUD DIGITAL

COVID-19: A PANDEMIC IN THE ERA OF DIGITAL HEALTH

COVID-19: UMA PANDEMIC NA ERA DA SAÚDE DIGITAL

Cender Quispe-Juli^{1,5,a}, **Paulo Vela-Anton**^{2,5,a}, **Moises Meza-Rodriguez**^{3,5,a}, **Victor Moquillaza-Alcántara**^{4,5,a}

1. Médico Cirujano
 2. Ingeniero Mecatrónico
 3. Ingeniero Electrónico
 4. Licenciado en Obstetricia
 5. Estudiante de Maestría en Informática Biomédica en Salud Global
- a. Unidad de Informática Biomédica en Salud Global, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú

ORCID:

Cender Quispe: <https://orcid.org/0000-0003-0633-8339>

Paulo Vela: <https://orcid.org/0000-0001-5454-1118>

Moises Meza: <https://orcid.org/0000-0002-5806-9014>

Victor Moquillaza: <https://orcid.org/0000-0002-0362-907X>

Financiamiento: Autofinanciado

Conflictos de interés: Los autores declaramos no presentar conflictos de interés

Contribuciones de autoría: CUQJ ha participado en la concepción y diseño del artículo, recolección de información, redacción del artículo, revisión crítica y aprobación de la versión final. PCAVA y MSMR han participado en la recolección de información, redacción del artículo, revisión crítica y aprobación de la versión final. VHMA ha participado en la redacción del artículo, revisión crítica y aprobación de la versión final.

Agradecimiento: al Ingeniero Jean Pierre Tincopa Flores por brindar las imágenes del Prototipo funcional de ventilador mecánico desarrollado en la facultad de Ingeniería Biomédica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Correspondencia:

Victor Hugo Moquillaza Alcántara

Dirección: Av. Honorio Delgado 430, San Martín de Porres. Lima, Perú.

Teléfono: (+051) 982 065 4040 ; **Correo:** victor.moquillaza@upch.pe

RESUMEN

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) ha sido declarada como una pandemia por su rápida propagación, generando una elevada cantidad de muertes en todo el mundo. Este fenómeno se desarrolla en un contexto de salud digital, la cual utiliza las tecnologías de la información emergentes. En este artículo buscamos describir cómo han sido utilizadas estas herramientas para hacer frente al COVID-19, las cuales brindan beneficios a nivel clínico (como el mejor registro clínico de los casos, la atención remota o asistencia diagnóstica mediante inteligencia artificial), epidemiológico (sistemas de información geográfica), académico (e-aprendizaje) y personal (uso de aplicaciones móviles o búsqueda de información mediante redes sociales). Revisar el uso de estas herramientas en el mundo podría permitirnos replicar las mejores prácticas con el fin de mejorar el manejo del COVID-19 por parte de los gobiernos.

Palabras clave: COVID-19, Informática en Salud Pública, Informática Médica, Inteligencia artificial, Telemedicina. (*Fuente: DeCS, BIREME*)

ABSTRACT

Coronavirus disease 2019 (COVID-19) has been declared a pandemic due to its rapid spread, generating a high number of deaths worldwide. This phenomenon takes place in a context of digital health, which uses emerging information technologies. In this article, we describe how these tools have been used to confront COVID-19, providing benefits at several levels, including clinical (such as best clinical record of cases, remote care or diagnostic assistance using artificial intelligence), epidemiological (systems geographic information), academic (e-learning) and personal level (use of mobile applications or search for information through social networks). Reviewing the use of these tools around the world allow us to replicate best practices in order to improve the management of COVID-19 by governments.

Key Word: COVID-19, Public health informatics, Medical informatics, Artificial Intelligence, Telemedicine. (*Source: MeSH, NLM*)

RESUMO

A doença de coronavírus 2019 (COVID-19) foi declarada uma pandemia devido à sua rápida disseminação, gerando um alto número de mortes em todo o mundo. Esse fenômeno ocorre em um contexto de saúde digital, que utiliza tecnologias de informação emergentes. Neste artigo, procuramos descrever como essas ferramentas foram usadas para lidar com o COVID-19, que fornecem benefícios em nível clínico (como o melhor registro clínico de casos, cuidados remotos ou assistência diagnóstica usando inteligência artificial), epidemiológicos (sistemas informações geográficas), acadêmicas (e-learning) e pessoais (uso de aplicativos móveis ou busca de informações através de redes sociais). A revisão do uso dessas ferramentas em todo o mundo pode nos permitir replicar as melhores práticas para melhorar o gerenciamento do COVID-19 pelos governos.

Palavras-chave: COVID-19, Informática em Saúde Pública, Informática Médica, Inteligência Artificial, Telemedicina. (*Fonte: DeCS, BIREME*)

A inicios de diciembre de 2019, se identificaron los primeros casos de neumonía de origen desconocido en Wuhan, la capital de la provincia de Hubei en China. El patógeno se identificó como un nuevo betacoronavirus de ARN que actualmente se ha denominado coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo 2 (SARS-CoV-2), por su similitud con el SARS-CoV (1). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado recientemente la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) como una pandemia por los niveles alarmantes de propagación, gravedad e inacción (2). Hasta el 23 de abril de 2020, un total de 2 544 792 casos confirmados por laboratorio y 175 694 muertes documentadas en todo el mundo, 957 402 casos confirmados y 47 812 muertes en la región de las Américas (3). Esta enfermedad aún no tiene un tratamiento efectivo, ni se ha desarrollado una vacuna disponible hasta el momento (23 de abril 2020).

La rápida propagación de COVID-19 puede significar grandes problemas, ya que incluso los países con sistemas de salud avanzados pueden verse saturados por la gran cantidad de casos. Esta situación ha condicionado un enorme desafío para todos los sistemas nacionales de salud, especialmente los de los países de medianos y bajos ingresos (4). La mayoría de ellos no responde de manera eficiente, por lo que están en riesgo de colapsar debido a que cuentan con recursos limitados. Ante esta situación varios países buscan "aplanar la curva" de la pandemia (5). En otras palabras, prevenir y retrasar la propagación del virus para que grandes porciones de la población no estén enfermas al mismo tiempo. Esto ha condicionado que los gobiernos se vean obligados a establecer políticas de mitigación o supresión como: el establecer cuarentena, fomentar el distanciamiento social, cerrar escuelas y otras instituciones educativas, restringir multitudes en los eventos. Frenando así sus actividades productivas y económicas (5).

Esta pandemia ocurre dentro de un contexto particular, la Salud Digital o *Digital Health*. La Salud digital es un término general que comprende la e-Salud (uso de las tecnologías de la información y la comunicación para la salud) y las denominadas áreas emergentes, como la robótica, realidad virtual, inteligencia artificial, datos masivos (o big data) y las omicas (6, 7). La salud digital también hace énfasis en la participación activa por el cuidado de la salud por parte de los ciudadanos haciendo el uso de internet, redes sociales e incluso en otras herramientas derivadas de "Do-It-Yourself" (7). La salud digital es un fenómeno avanzado en los sistemas de salud moderno debido a sus beneficios potenciales y reales a nivel individual, poblacional y organizacional. Por lo que no sorprende que los países con mayor éxito en el control del COVID-19, además de las estrategias políticas de mitigación o supresión, estén utilizando a la salud digital como una estrategia de apoyo, tal como en Singapur, Japón, China entre otros (8, 9). El objetivo de este artículo es describir cómo se están usando las herramientas de la salud digital en la lucha contra COVID-19.

Registro Electrónico de Salud

El Registro Electrónico de Salud, o *Electronic Health Record* (EHR), es la versión digital de la información recopilada en una Historia Clínica, el cual permite incluir u obtener información de forma rápida y precisa por parte de los profesionales autorizados (10). La facilidad con la cual esta tecnología permite trasladar información clínica destacó durante la gestión de brotes del Ébola, siendo así una herramienta potencial en

salud pública (11, 12). A pesar de esta experiencia previa, actualmente aún existen países que no han llegado a implementar en su totalidad un registro clínico electrónico, especialmente en Latinoamérica, donde aún falta establecer marcos legales y contemplar en ellos los diversos patrones culturales que caracterizan a sus países (13).

Debido a ello, el contexto actual ha impulsado a instituciones independientes, tales como el Sistema educativo en salud de la Universidad de California (UC San Diego Health) o la escuela de medicina de la Universidad de Washington (UW Medicine), a desarrollar sistemas de EHR que puedan favorecer el mejor manejo de pacientes con COVID-19 (11,14). Entre sus principales características se encuentran el soporte diagnóstico basado en algoritmos de atención al paciente con sospecha de COVID-19, lo cual permite un manejo diferenciado. Así mismo, estos sistemas han permitido habilitar alarmas automatizadas ante posibles casos, los cuales mantienen una comunicación con los sistemas de gestión de brotes y el personal asistencial. Finalmente, han incorporado sistemas de telesalud que permiten la comunicación continua con proveedores de atención médica general así como especializada (11, 14).

Sin duda, existen esfuerzos para mejorar la gestión de la información clínica de los pacientes con COVID-19, lo cual permitiría una comunicación ágil de los casos confirmados y sospechosos, y de esta forma una respuesta rápida ante esta emergencia sanitaria.

Telesalud

La telesalud ha tomado protagonismo, esto debido a que el hecho de que los centros de salud podrían ser fuentes de contagio, especialmente en un contexto donde hay escases de equipos de protección personal. Existe un interés particular en modelos de atención que evitan el contacto cara a cara entre el médico y el paciente, especialmente por la atención remota a través de videollamada o teleconsulta, ya que evita el riesgo de contagio y reduce así la propagación del COVID-19 (15). La consulta por videollamada tiene una alta aceptación y satisfacción de los pacientes y no existe una diferencia sustancial en la progresión de la enfermedad respecto a una consulta médica convencional (15). La mayoría de estudios que respaldan su uso se hizo en pacientes con enfermedades crónicas (15), siendo escasa la evidencia en pacientes con enfermedad aguda especialmente en América Latina (16).

La consulta por videollamada puede ser muy útil en la atención de pacientes con COVID-19 leve, especialmente en personal de salud y médicos que se autoaislan, pero no de pacientes graves en los que se necesita un examen físico completo o en aquellos con comorbilidades que tienen limitaciones en el uso de tecnología (15, 17). La videollamada se puede usar de forma eficiente en el triaje de posibles casos de COVID-19 (18), siendo especialmente útil para personas ansiosas ya que los tranquiliza. Los casos de COVID-19 leve pueden tener una telemonitorización que alerte de forma oportuna la necesidad de su hospitalización, sin la exposición a un potencial contagio (17-21). Las consultas por videollamada también pueden ayudar en el seguimiento de

enfermedades crónicas como la diabetes (22), así como para pacientes con problemas de salud mental (ansiedad, depresión y estrés) (23).

Las consultas mediante videollamada están siendo ampliamente utilizadas en Reino Unido, Estados Unidos, Canadá y China (17-23). Es importante señalar que en China parte de las consultas por video se han desarrollado dentro del modelo de servicio de *Internet Hospital* (24). En Latinoamérica, el Hospital Italiano de Buenos Aires de Argentina está desarrollando teleconsultas sobre COVID-19. En Perú, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos inició el servicio de telemonitoreo de pacientes sintomáticos. Además, el Instituto Nacional del Niño así como el Hospital Nacional Arzobispo Loayza están ensayando telemonitoreo de pacientes con enfermedades crónicas. Estas iniciativas latinoamericanas probablemente necesitarán cambios en la reglamentación actual de sus países para replicar experiencias exitosas. Un ejemplo de esto es Brasil, que recientemente (15 de abril 2020) promulgó una ley que permite el uso de la telemedicina durante emergencia sanitaria por COVID-19.

Otros servicios como la teleradiología también están desarrollando un rol importante, tal como lo demuestra la Sociedad Iraní de Radiología (ISRCC) que mediante un panel de especialistas ha realizado informes de tomografías computarizadas y radiografías, e incluso ha ayudado a países vecinos (25). Existen también servicios de monitoreo electrónico en unidades de cuidados intensivos, aunque son pocas las experiencias reportadas hasta el momento.

Salud móvil

La salud móvil se puede definir como el uso de sensores portátiles y ambientales, aplicaciones móviles y tecnología de rastreo de ubicación para la prevención, diagnóstico y manejo de enfermedades (26). Las herramientas de la salud móvil que se están usando para combatir el COVID-19 son los SMS (9), aplicaciones móviles (apps) (27), e incluso dispositivos de Internet de las cosas (*Internet of Things, IoT*) (28). Las aplicaciones móviles son donde más se han concentrado las iniciativas gubernamentales y privadas de salud digital. La mayoría de las aplicaciones móviles tienen como propósito brindar información y consejos prácticos, así como facilitar la autoevaluación y tamizaje, asimismo, también se enfocaron en la geolocalización (rastreo y acercamiento) de casos diagnosticados. En la **Tabla 1** se encuentran algunas aplicaciones desarrolladas por entidades gubernamentales para hacer frente al COVID-19.

En China, las aplicaciones de atención médica como *Ping An Good Doctor* y *Chunyu Doctor* crecieron drásticamente sus bases de usuarios en respuesta al coronavirus (29). Estas aplicaciones brindan servicios como consultas en línea y telefónicas a usuarios que buscan información de salud. El gobierno local de Hangzhou creó una aplicación de salud móvil, que está alojada en plataformas como *Alipay* y *WeChat* (29). La aplicación proporciona información sobre si los usuarios deben ponerse en cuarentena. En Singapur, la app *TraceTogether* a través de una serie de preguntas establece la posibilidad de ser un caso de COVID-19 y mediante bluetooth detecta otros dispositivos móviles (dentro de un rango de 2 metros) cuyo dueño esté con síntomas o sea un

posible caso de COVID-19 (30). En Reino Unido una de las apps más exitosas (750 000 descargas en 24 horas) es *COVID Symptom Tracker*, esta app busca brindar información sobre el estado de los hospitales de Reino Unido (31).

En Latinoamérica, países como Argentina, Brasil y Colombia han hecho lo propio, la mayoría de estos con propósito informativo y de autoevaluación. En Perú, la app *CoronaISH*, desarrollada por el Gobierno Regional de San Martín, realiza un tamizaje mediante un cuestionario y permite al personal médico comunicarse con casos probables para coordinar su autoaislamiento (32). Otra iniciativa fue la app *Tamizate contra el Covid-19* desarrollada por un grupo de Informática Biomédica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, esta app permite una autoevaluación, clasifica en nivel de riesgo (según esto brinda recomendaciones), y los conduce a los canales de atención del Ministerio de Salud del Perú (33). A inicios de abril (3 de abril 2020) la secretaría de gobierno digital lanzó la app *Perú en tus manos*, que permite la autoevaluación, visualización de mapa de calor, rastreo de posibles contagiados y actualización de información. Esta app busca imitar los resultados obtenidos en países asiáticos como Corea del Sur. Sin embargo, se necesitará que al menos el 50% de la población peruana haga uso de la misma para conseguir resultados importantes en el control del COVID-19. No cabe duda que nuevas apps aparecerán durante una mayor expansión del COVID-19 y frente a un aislamiento prolongado.

El Internet de las Cosas y su aplicación en el área médica (*Internet of Medical Things, IoMT*) busca la interconexión de todos los dispositivos médicos al internet, como perspectiva de un futuro donde el sector salud esté centralizado en nube (28). El IoMT ha avanzado a nivel mundial de forma heterogénea, países de primer mundo ya cuentan con tecnología 5G donde las velocidad de transmisión es de 10 Gbps y recepción de 20Gbps como mínimo. Actualmente, se conocen pocas experiencias sobre la aplicación de IoMT dentro de la pandemia, estas se localizan principalmente en China (28). La mayoría de los países de América latina y el Caribe, dentro de estos Perú, aún no cuenta con 5G por lo que aún no sería posible la viabilidad de este tipo de propuestas.

Sistemas de Información Geográfica

Múltiples aplicaciones prácticas de paneles de mapeo móviles u online basados en Sistema De Información Geográfica (SIG) se desarrollaron para rastrear la epidemia de coronavirus, así como eventos asociados a su expansión. El Centro de Ciencia e Ingeniería de Sistemas de la Universidad Johns Hopkins está rastreando la propagación del SARS-CoV-2 en tiempo casi real con un panel de control centrado en el mapa (usando ArcGIS Online) que obtiene datos relevantes de la OMS, los CDC de los EE. UU. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades), el ECDC (Centro Europeo para la Prevención de Enfermedades y Control), Centro Chino para el Control y Prevención de Enfermedades (CCDC), NHC (Comisión Nacional de Salud de China) y Dingxiangyuan (DXY, China) (34). La OMS también puso a disposición su propio panel, el cual incluye una curva epidémica, mostrando casos por fecha de reporte (35). HealthMap recopila datos de brotes de una gama de fuentes, incluidos los medios de comunicación (por ejemplo, a través de Google Noticias),

redes sociales, y alertas oficiales validadas (por ejemplo, de la OMS), ofreciendo actualizaciones geolocalizadas casi en tiempo real de estas fuentes para comprender mejor la progresión de la pandemia (36).

En China se desarrolló el aplicativo “Close contact detector”, lanzado por la Comisión Nacional de Salud de China y China Electronics Technology Group Corporation, la aplicación/plataforma "detector de contacto cercano" utiliza big data de las autoridades públicas sobre el movimiento de personas (datos de transporte público que cubren vuelos y trenes, reservas de asiento en China requieren la entrada de información de identificación), así como registros de casos de enfermedades, para verificar si el usuario ha tenido contacto cercano con una persona confirmada o sospechoso de haber sido infectado en el pasado reciente (37) . La plataforma puede informar al usuario en función de su ubicación y movimientos recientes si dentro de las últimas 2 semanas (el período de incubación asumido de COVID-19) trabajó, compartió un aula, pernoctó en el mismo edificio, o viajó en tren (todos los pasajeros y miembros de la tripulación en el mismo carro) o avión (cabina personal y pasajeros dentro de tres filas de una persona infectada) con una persona confirmada o sospechosa de tener el virus. Se puede acceder al "detector de contacto cerrado" a través de tres de las aplicaciones sociales y de pago móviles más populares en China, es decir, Alipay, WeChat y QQ (37).

Las herramientas SIG proyectan en un portal online un mapeo de los casos, lo cual permite entender de forma gráfica cómo viene propagándose el COVID-19 y, usualmente mediante gráficos de calor, evaluar la densidad de casos. Los datos son obtenidos de fuentes oficiales, como los ministerios de salud de los países, lo cual permite la difusión de la información en tiempo real y de forma objetiva, siendo valiosa para la toma de decisiones por las autoridades correspondientes, Durante esta pandemia, la información de los SIG también han sido consultados por los ciudadanos, a fin de evaluar la propagación de casos y tomar medidas preventivas para proteger a su familia o comunidad (38).

La innovación más reciente al respecto la ha tenido Google, quienes han utilizado el mapeo individual que ya se realizaba en herramientas como *Google Maps* para poder calcular en cuánto ha variado la movilización de una comunidad, siendo esta información de acceso abierto e individualizada para cada país, incluso con información acerca de cada una de sus regiones. Tal como la misma empresa ha declarado, esta información busca ser de utilidad para los funcionarios en salud pública que toman decisiones críticas ante el COVID-19 (39).

Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA), una de las herramientas tecnológicas más desarrolladas en los últimos 20 años, ha mostrado el potencial para limitar el avance del brote. Lograr predecir la ubicación del próximo brote era crucial para el control de la pandemia. Tomando volúmenes de datos sobre el número de traslados por avión a otros países desde las zonas con casos confirmados, la compañía canadiense *Blue Dot* se presentó como la primera organización en revelar noticias del brote a fines de diciembre (40). Más aplicaciones de IA han surgido en respuesta incluyen *BenevolentAI* e Imperial College London, las cuales informan que un medicamento aprobado para la artritis reumatoide, el baricitinib, podría ser efectivo contra el virus (41), mientras que *InSilico*

Medicine, con sede en Hong Kong, anunció recientemente que sus algoritmos de IA habían diseñado seis nuevas moléculas que podrían detener la replicación viral (42).

Factores como la comprensión de la transmisibilidad y las poblaciones de riesgo; establecer la historia natural de la infección, incluido el período de incubación y la tasa de mortalidad; identificar y caracterizar el organismo causal; y, en algunos casos, modelos epidemiológicos, son información útil para los modelos de aprendizaje automático (43). Estos datos permiten a los algoritmos predecir la ubicación más probable de dónde podría llegar el nuevo coronavirus e informar dónde y cómo realizar controles fronterizos, e incluso indicar cómo el brote de COVID-19 podría verse afectado por la estacionalidad.

Además, también tenemos *Healthmap*, que representa visualmente brotes de enfermedades globales según la ubicación, el tiempo y los agentes de la enfermedad (44), e Infervision, una compañía de IA con sede en Beijing utiliza su algoritmo para detectar COVID-19 en imágenes del pulmón a diferencia de otras infecciones respiratorias, mostrando su efectividad en los casos encontrados en Wuhan (45). Frente a una alta demanda de tests, en contraste con el largo proceso del diagnóstico basado en PCR (a veces más de una semana), las imágenes de tomografía computarizada con IA podrían servir como un sustituto para los médicos cuando se necesita un diagnóstico rápido.

Robótica

Aplicaciones robóticas también han desempeñado un papel importante desde la aparición del COVID-19. En Bélgica, robots de asistencia *Zorabots* para atención de personas de la tercera edad han sido adaptados para la situación de aislamiento, actuando como compañía, y funcionando como monitoreo y medio de comunicación con los familiares del paciente (46). De la misma manera, el robot humanoide *Cloud Ginger XR-1* ofrece información útil y la interacción y entretenimiento necesario durante periodos de cuarentena, donde el contacto humano es escaso (47).

Robo-drones tuvieron un papel crucial en China y España, monitoreando personas durante las campañas de cuarentena (48). Por otro lado, un autómatas de control remoto asistió a la desinfección de las calles y regiones de China (49). Asimismo, *Smart Transportation Robot* tuvo como objetivo portar alimentos y medicamentos a los pacientes desde proveedores de atención médica sin contacto de persona a persona (50). Finalmente, *XENEX Desinfection Services* puso a disposición robots que usan xenón activado, los cuales crean flashes intensos de luz UV germicida para desinfectar habitaciones ocupadas previamente por pacientes con coronavirus (51).

Movimiento “Do It Yourself” y cultura “maker”

No cabe duda que la lucha contra la pandemia del COVID-19 requiere de la participación de todos, miles de ingenieros y aficionados en todo el mundo muestran su deseo de desarrollar o replicar la totalidad o partes de equipos biomédicos. El movimiento *Do It Yourself* fomenta la fabricación o reparación de cosas por uno mismo, con el fin de incrementar destrezas así como ahorrar dinero. La cultura *maker* -como se le conoce- representa

el ingenio de una persona en desarrollar productos funcionales (prototipos) usando mayormente impresión 3D, corte láser y dispositivos electrónicos *Open Hardware*. Los *makers* se agrupan en comunidades oficiales (FabLabs, Laboratorios) o no oficiales, siendo su principal medio de comunicación las redes sociales como: Twitter, Telegram, Facebook, Slack y Whatsapp.

Se han creado grupos como *Open Source COVID19 Medical Supplies* (52) que buscan evaluar, diseñar, validar y obtener la fabricación de suministros médicos de emergencia de código abierto en todo el mundo, dada las condiciones locales de suministro. Otro grupo es *A.I.R.E.* (53), nació como una iniciativa española ante la carencia de respiradores mecánicos, cuenta con más de 100 miembros activos (54). Entre los grupos en Telegram encontramos *Coronavirus Makers* (55), orientado al diseño y replicación de equipos biomédicos en general, cuenta con más de 14850 miembros. Así mismo, un grupo derivado es *CVI9Makers_Electrónica* donde se comparte diseños electrónicos, este grupo tiene 870 miembros.

Entre los proyectos desarrollados tenemos a *Open Source Ventilator Projects* (56), que es un colección de proyectos abiertos de ventiladores de bajo costo, entre ellos tenemos: *Low-Cost Open Source Ventilator*, *ApolloBVM*, *OpenLung BVM* y *Oxygen*. Otra iniciativa es la impresión 3D de viseras de protección, fabricado por el grupo *cv19_Makers_Extremadura* de España (57). Inspirados es estas iniciativas un grupo de Ingeniería Biomédica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia creó un prototipo funcional de ventilador artificial, ver **Figura 1**.

Uno de los casos más representativos es el caso de *makers* italianos que suplieron la falta de válvulas respiratorias, desarrollando su propio modelo mediante una impresión 3D, que fueron utilizados en el Hospital de Chiari, en Brescia (58). Esto prueba que en una eventual crisis hospitalaria de insumos, estos dispositivos *makers* pueden suplir este tipo de equipamiento, por lo cual sería recomendable una evaluación rápida de las entidades competentes para aprobar el uso de estos equipos *maker* en hospitales. No obstante, se debe tener presente que pueden ser perjudiciales, debido a que muchos de estos prototipos Open Source no cuentan con estudios o ensayos clínicos que avalen su efectividad, ni consideran protocolos de limpieza para su uso.

Redes Sociales

Cada brote está acompañado de un tsunami de información, dentro de la cual puede hallarse información errónea, noticias falsas y rumores (59). Este fenómeno hubo incluso en la edad media (59), la diferencia es que ahora con las redes sociales es que este fenómeno se amplifica, va más rápido y más lejos. Esto puede ser una ventaja en ciertas circunstancias, debido a que los informes de noticias y las redes sociales (datos epidemiológicos de crowdsourcing) pueden ser útiles para monitorear brotes emergentes (60). En China, la disponibilidad de una red social central orientada al médico (DXY.cn) facilitó la compilación de datos de COVID-19 disponibles públicamente (60). Estos esfuerzos pueden ayudar a generar y difundir información detallada en las primeras etapas de un brote cuando hay pocos datos disponibles (60).

Por otro lado, la infodemia confunde y puede provocar miedo irracional, incluso pánico masivo, y finalmente impone un efecto desestabilizador en la sociedad cuando se requiere exactamente lo contrario (59). La OMS está desplegando múltiples acciones con el fin de combatir la infodemia y la desinformación en redes sociales. La OMS lanzó una plataforma llamada *WHO Network for Epidemics (EPI-WIN)*, con el objetivo de brindar consejos e información oportunos, precisos y fáciles de entender de fuentes confiables sobre brotes de salud pública (59). La OMS también está trabajando estrechamente con Facebook, Twitter, Pinterest, TikTok, Tencent y redes sociales chinas. Entonces, cuando se observan preguntas o se propagan rumores, se contesta con respuestas basadas en evidencia (59). Otra acción es asegurar que la búsqueda "coronavirus", "COVID-19" o un término relacionado a través de Facebook, Twitter o Google, dirija al sitio web de la OMS, al ministerio de salud o centro para el control de enfermedades del país correspondiente (59). Por otro lado, YouTube ha decidido prohibir contenido relacionado al coronavirus que contradiga directamente los consejos de la OMS. La OMS también utiliza las redes sociales para actualizaciones en tiempo real y recientemente ha implementado un chatbot en WhatsApp para combatir la desinformación.

A pesar de estos esfuerzos, aún se observa un número importante de noticias falsas y teorías conspirativas en redes sociales. Probablemente porque la mayor actividad en redes sociales está en comunidades digitales o *digital campfire* (foros privados o públicos, a menudo en torno a un interés compartido específico) (61), es en estos entornos donde no hay control o restricciones y donde no se están desplegando acciones.

e-aprendizaje en la educación médica

La pandemia de COVID-19 tiene serias implicaciones para la educación médica y de ciencias de la salud. Los estudiantes de medicina requieren exposición clínica, sin embargo, las rotaciones frecuentes dentro de los hospitales convierten a los estudiantes de medicina en posibles vectores de COVID-19 (62). Por lo que varias universidades y hospitales han suspendido sus actividades académicas. Esta suspensión podría mantenerse por un periodo prolongado a medida que la pandemia de COVID-19 continúa desarrollándose, lo que podría llevar a que los estudiantes de medicina clínica reciban una exposición reducida en especialidades específicas, causando un efecto perjudicial en su formación (62). A pesar de la incertidumbre generalizada, debemos preguntarnos qué nos ha enseñado la historia sobre la educación médica durante las pandemias.

Durante la epidemia del SARS (síndrome respiratorio agudo severo), en China se utilizaron iniciativas ingeniosas que condujeron al progreso en la educación médica (62, 63). Se implementaron técnicas de aprendizaje en línea basado en problemas (62, 63). Estos métodos resultaron populares y son aplicados hasta la actualidad de forma complementaria. Hoy en día se tiene más herramientas de e-aprendizaje como los cursos en línea abiertos y masivos o *Massive Open Online Course (MOOC)* (64), redes sociales (65), gamificación (66), realidad virtual y realidad aumentada (67). Seguramente se verán ingeniosas propuestas para la educación médica que surgirán frente a esta pandemia. Actualmente, la Organización Mundial de la Salud a través de su plataforma *OpenWHO* ofrece diferentes cursos, dentro de ellos, al menos cuatro sobre COVID-19 (68).

Reflexiones finales

A medida que transcurre la pandemia aumenta el interés y el uso de herramientas de la salud digital. Se confirma el rol Registros Clínicos Electrónicos permiten una gestión oportuna de información para la toma de decisiones durante esta emergencia sanitaria. Es evidente que la telesalud aumenta el acceso a la salud facilitando el monitoreo y seguimiento de pacientes evitando posibles contagios (69). También el potencial de las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial en la predicción de brotes así como en el apoyo en el trabajo clínico y epidemiológico. Es incluso posible que se necesite de las aplicaciones móviles de rastreo digital para restablecer la circulación de las personas y gestionar su distanciamiento con el fin de mantener el COVID-19 bajo control durante los próximos meses (70). Sin embargo, será importante investigar y medir el efecto de estas intervenciones digitales durante la pandemia de COVID-19, dicha información será crítica para sustentar la inversión y permanencia de estas herramientas digitales una vez que la crisis se haya resuelto (71). Será importante también vigilar activamente las consecuencias no deseadas que acompañan a los cambios rápidos, cuestiones legales y éticas, especialmente las relacionadas a la protección de datos personales.

Es tiempo de expandir el paradigma del modelo "biopsicosocial" al modelo "biopsicosocial-digital"(72). Por ello, es necesario que los tomadores de decisiones sean conscientes que el uso de las tecnologías de la información y comunicación en salud no es una moda, sino una estrategia fundamental en salud en la que se puede encontrar soluciones tangibles (6). Sin embargo, se debe tener presente que las intervenciones digitales por sí solas no son suficientes. Solo cuando se incorporan a un plan de acción dentro un sistema nacional de salud generan un beneficio sustancial. Los últimos cinco años se han estado desarrollando planes nacionales de salud digital en los gobiernos de América Latina, pero la pandemia ha hecho visible que aún éstos no se han implementados, por lo menos no lo suficiente para hacerle frente a la crisis del COVID-19 de forma inmediata. Ahora, es cuando el mundo debe "aplanar la curva" de propagación del virus y también es momento de "acelerar y doblar la curva" de la digitalización de la salud (73). Es tiempo de pasar de la teoría a la práctica y convertir la salud digital en una realidad en América Latina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wu F, Zhao S, Yu B, Chen YM, Wang W, Song ZG, et al. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature*. 2020;579(7798):265-269. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3>
2. Cucinotta D, Vanelli M. WHO Declares COVID-19 a Pandemic. *Acta Bio Med.*;91(1):157-60. DOI: <https://doi.org/10.23750/abm.v91i1.9397>
3. World Health Organization (WHO). Coronavirus disease (COVID-19) situation reports. [Internet]. Geneva: WHO. 2020. [Citado el 29 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>
4. Hopman J, Allegranzi B, Mehtar S. Managing COVID-19 in Low-and Middle- Income Countries. *JAMA* 2020; Published online March 16, 2020. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.4169>
5. Ferguson NM, Laydon D, Nedjati-Gilani G, Imai N, Ainslie K, Baguelin M, et al. Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand [Internet]. London: Imperial College. [Citado el 29 de Marzo del 2020]. DOI: <https://doi.org/10.25561/77482>
6. World Health Organization (WHO). WHO guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening [internet]. Geneva: WHO; 2019. [Citado el 25 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/311941/9789241550505-eng.pdf?ua=1>
7. Meskó B, Drobni Z, Bényei É, Gergely B, Gyórfy Z. Digital health is a cultural transformation of traditional healthcare. *mHealth* 2017; 3:38. DOI: <https://doi.org/10.21037/mhealth.2017.08.07>
8. Ting DSW, Carin L, Dzau V, Wong TY. Digital technology and COVID-19. *Nat Med*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0824-5>
9. Wang CJ, Ng CY, Brook RH. Response to COVID-19 in Taiwan: Big Data Analytics, New Technology, and Proactive Testing. *JAMA* 2020 Mar 3 [Online ahead of print]. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.3151>
10. U.S. Department of Health & Human Services. What is an electronic health record (EHR)? [Internet] New York: The National Coordinator for Health Information Technology. [Citado el 22 Abril 2020]. Disponible en: <https://www.healthit.gov/faq/what-electronic-health-record-ehr>
11. Reeves JJ, Hollandsworth HM, Torriani FJ, Taplitz R, Abeles S, Tai-Seale M, et al. Rapid Response to COVID-19: Health Informatics Support for Outbreak Management in an Academic Health System. *J Am Med Inform Assoc*. 2020. pii: ocaa037. doi: <https://doi.org/10.1093/jamia/ocaa037>
12. Oza S, Jazayeri D, Teich JM, Ball E, Nankubuge PA, Rwebembera J. Development and Deployment of the OpenMRS-Ebola Electronic Health Record System for an Ebola Treatment Center in Sierra Leone. *J Med Internet Res*. 2017;19(8): e294. DOI: <https://doi.org/10.2196/jmir.7881>
13. Organización Panamericana de la Salud. Registros Médicos Electrónicos en América Latina y El Caribe. [Internet] Washington: Oficina regional para las Américas. [Citado el 22 Abril 2020] Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28209/9789275318829_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y&ua=1

14. Grange E, et al. Responding to COVID-19: The UW Medicine Information Technology Services Experience. *Applied Clinical Informatics*. 2020; 11(2): 265-275. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1709715>.
15. Greenhalgh T, Wherton J, Shaw S, Morrison C. Video consultations for covid-19. *BMJ* 2020; 368: m998. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.m998>
16. Quispe-Juli CU, Moquillaza-Alcántara VH, Arapa-Apaza KL. Telesalud en Latinoamérica: una mirada a los estudios registrados en clinicaltrials.gov. *Rev Cuba Inf Cienc salud*. 2019; 30(4): e1389. DOI: <https://doi.org/10.36512/rcics.v30i4.1389.g872>
17. Hollander JE, Carr BG. Virtually Perfect? Telemedicine for Covid-19. *N Engl J Med*. 2020 Mar 11. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMp2003539> [Epub ahead of print]
18. Khairat S, Meng C, Xu Y, Edson B, Gianforcaro R. Interpreting COVID-19 and Virtual Care Trends: Cohort Study. *JMIR Public Health Surveill*. 2020;6(2):e18811. DOI: 10.2196/18811.
19. Webster P. Canada and COVID-19: learning from SARS. *Lancet*. 2020;395(10228):936-937. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30670-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30670-X)
20. Smith AC, Thomas E, Snoswell CL, Haydon H, Mehrotra A, Clemensen J, et al. Telehealth for global emergencies: Implications for coronavirus disease 2019 (COVID-19). *J Telemed Telecare*. 2020 Mar 20:1357633X20916567. DOI: <https://doi.org/10.1177/1357633X20916567> [Epub ahead of print]
21. Greenhalgh T, Koh GCH, Car J. Covid-19: a remote assessment in primary care. *BMJ*. 2020;368:m1182. DOI: 10.1136/bmj.m1182.
22. Ghosh A, Gupta R, Misra A. Telemedicine for diabetes care in India during COVID19 pandemic and national lockdown period: Guidelines for physicians. *Diabetes Metab Syndr*. 2020;14(4):273-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.001>
23. Liu S, Yang L, Zhang C, Xiang YT, Liu Z, Hu S, et al. Online mental health services in China during the COVID-19 outbreak. *Lancet Psychiatry*. 2020(4):e17-e18. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30077-8](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30077-8)
24. Gong K, Xu Z, Cai Z, Chen Y, Wang Z. Internet Hospitals Help Prevent and Control the Epidemic of COVID-19 in China: Multicenter User Profiling Study. *J Med Internet Res*. 2020;22(4):e18908. DOI: 10.2196/18908.
25. Sanei-Taheri M, Falahati F, Radpour A, Karimi V, Sedaghat A, Karimi MA. Role of Social Media and Telemedicine in Diagnosis & Management of COVID-19; An Experience of the Iranian Society of Radiology. *Arch Iran Med*. 2020;23(4):285-6. doi: 10.34172/aim.2020.15.
26. Sim I. Mobile devices and health. *New Eng J Med*. 2019;381(10):956-68. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMra1806949>
27. Agencia de Calidad Sanitaria de Andalucía. European nHealth innovation and knowledge hub [Internet]. Andalucía: Agencia de Calidad Sanitaria. [Citado el 25 de Marzo del 2020]. Disponible en: <http://mhealth-hub.org/>

28. Bai L, Yang D, Wan X, Tong L, Zhu X, Zhong Z, et al. Chinese experts' consensus on the Internet of Things-aided diagnosis and treatment of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Clinical eHealth* 2020; 3: 7–15. <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2020.03.001>
29. Chipman-Koty A. Investment opportunities in China's healthcare sector after COVID-19 [Internet]. China: China Briefing [Citado el 25 de Marzo del 2020]. Disponible en: https://www.china-briefing.com/news/investment-opportunities-chinas-healthcare-sector-after-covid-19/?fbclid=IwAR2j45KrruTz_xallGRAaNUttHLAP-c4Ahc--JGQv92n8BoTTy4MzR3MKNC
30. Govtech. TraceTogether-behind the scenes look at its development process [Internet] Singapore: Govtech. [Citado el 25 de Marzo del 2020] Disponible en: <https://www.tech.gov.sg/media/technews/tracetgether-behind-the-scenes-look-at-its-development-process>
31. Spector T. C-19 COVID. Symptom Tracker [Internet] London: Kings College London. [Citado el 25 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://covid.joinzoe.com/>
32. Gobierno Regional de San Martín. Prevención del Coronavirus [Internet]. San Martín: Gobierno regional. [Citado el 25 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.regionsanmartin.gob.pe/>
33. Proyectos MIIB. COVID 19 [Internet] Lima: Proyectos MIIB [Citado el 25 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://proyectosmib.com/perucovid19/>
34. Johns Hopkins Coronavirus Resource Center [Internet]. Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. [Citado el 31 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/>
35. World Health Organization (WHO). nCoV 2019 situation (public) [Internet]. Geneva: WHO. [Citado el 31 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://who.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/c88e37cfc43b4ed3baf977d77e4a0667>
36. Health Map. Novel Coronavirus 2019-nCoV [Internet]. Estados Unidos. [cited 2020 Mar 31]. Available from: <https://healthmap.org/wuhan/>
37. BBC News. China launches coronavirus "close contact detector" app - BBC News [Internet]. Londres: BBC [cited 2020 Mar 31]. Available from: <https://www.bbc.com/news/technology-51439401>
38. Kamel-Boulos MN, Geraghty EM. Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. *Int J Health Geogr.* 2020; 19(1):8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>
39. Google. COVID-19: Community Mobility Report. [Internet] California: Google LLC. [Citado el 22 Abril 2020]. Disponible en: <https://www.google.com/covid19/mobility/>
40. McCall B. COVID-19 and artificial intelligence: protecting health-care workers and curbing the spread. *Lancet Digital Health.* 2020. [Epub ahead of print] DOI: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30054-6](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30054-6).
41. Richardson P et al. Baricitinib as potential treatment for 2019-nCoV acute respiratory disease - *The Lancet.* 2020; 395(10223): PE30-PE31. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30304-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30304-4)
42. Zhavoronkov A et al. Potential COVID-2019 3C-like Protease Inhibitors Designed Using Generative Deep Learning Approaches [Internet]. Hong Kong. *Insilico Medicine.* [cited 2020 Mar 31]. Available from:

- https://chemrxiv.org/articles/Potential_2019-nCoV_3C-like_Protease_Inhibitors_Designed_Using_Generative_Deep_Learning_Approaches/11829102/2
43. Ibrahim N, Akhir NSMd, Hassan FH. Predictive analysis effectiveness in determining the epidemic disease infected area. AIP Conference Proceedings. 2017; 1891: 020064. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5005397>
 44. Freifeld CC, Mandl KD, Reis BY, Brownstein JS. HealthMap: Global Infectious Disease Monitoring through Automated Classification and Visualization of Internet Media Reports. J Am Med Inform Assoc. 2008; 15(2): 105-157. DOI: <https://doi.org/10.1197/jamia.M2544>
 45. Lan L, Xu D, Ye G, Xia C, Wang S, Li Y, et al. Positive RT-PCR Test Results in Patients Recovered From COVID-19. JAMA. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2783>
 46. Vandemeulebroucke T et al. Ethics of Socially Assistive Robots in Aged Care. A Focus Group Study With Older Adults in Flanders, Belgium. The Journals of Gerontology. 2019; Serie B: gbz070. DOI: <https://doi.org/10.1093/geronb/gbz070>
 47. Smith L. These friendly robots could protect doctors from coronavirus [Internet]. Fast Company. [Citado el 31 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.fastcompany.com/90476758/how-robots-helped-protect-doctors-from-coronavirus>
 48. ABC News. “This is the drone speaking to you”: China talks down to citizens amid coronavirus crisis [Internet]. ABC News. 2020 [Citado el 31 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.abc.net.au/news/2020-02-03/china-uses-talking-drones-to-scold-citizens-amid-coronavirus-lo/11926116>
 49. Vardhan H. Autonomous Robots aid in patrolling and disinfecting COVID-19 hit China [Internet]. Geospatial World. 2020 [Citado el 31 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.geospatialworld.net/blogs/autonomous-robots-aid-in-patrolling-and-disinfecting-covid-19-hit-china/>
 50. Analysis on the Application Situation of China’s Smart Logistics from the Perspective of Technology - 中国知网 [Internet]. Geospatial World. [Citado el 31 de Marzo del 2020]. Disponible en: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?filename=JKDZ201811008139&dbcode=IPFD&dbname=IPFDTEMP&v=>
 51. Hornyak T. What America can learn from China’s use of robots and telemedicine to combat the coronavirus [Internet]. CNBC. 2020 [Citado el 31 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.cnbc.com/2020/03/18/how-china-is-using-robots-and-telemedicine-to-combat-the-coronavirus.html>
 52. IntraHealth International. COVID-19: Looking for helpers in the Medical hardware community [Internet]. Washington DC: IntraHealth; 2020 [Citado el 28 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.intrahealth.org/vital/covid-19-looking-helpers-medical-hardware-community>
 53. El español. Esta iniciativa española diseñará respiradores artificiales baratos contra el coronavirus [Internet]. España: El Español [citado el 28 de marzo del 2020]. Disponible en:

- https://www.elespanol.com/omicron/20200314/iniciativa-espanola-disenara-respiradores-artificiales-baratos-coronavirus/474454447_0.html
54. Conecta Industria. Forum A.I.R.E. Torrente de información y lanzamiento de preguntas abiertas [Internet]. España: MediaRoomCMS; 2020 [Citado el 28 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.conectaindustria.es/personas/001302/forum-aire-torrente-de-informacion-y-lanzamiento-de-preguntas-abiertas>
 55. Expansión. Pantallas para la cara y respiradores artificiales impresos en 3D para hacer frente al coronavirus [Internet]. España: Unidad Editorial Información General S.L.U; 2020 [Citado el 28 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2020/03/20/5e74fbb3468aeb647f8b45c9.html>
 56. Hacker Noon. Open Source Ventilator Projects: Status, challenges, How you can help [Internet]. USA: Hacker Noon; 2020 [citado el 28 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://hackernoon.com/open-source-ventilator-projects-status-challenges-how-you-can-help-j3sw3wy1?source=rss>
 57. Badajozdirecto. El espacio Read Maker de la biblioteca de Valdelacalzada se une a la lucha el COVID-19 [Internet]. España: Badajoz; 2020 [citado el 28 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://www.badajozdirecto.com/provincia/2020-03-25/badajoz/provincia/28463/el-espacio-read-maker-de-la-biblioteca-de-valdelacalzada-se-une-a-la-lucha-contra-el-covid-19.html>
 58. Fast Company. Crean válvulas respiratorias impresas en 3D para combatir el coronavirus en Italia [Internet]. USA: FastCompany; 2020 [Citado el 28 de Marzo del 2020]. Disponible en: https://www.futuro360.com/data/crean-valvulas-respiratorias-impresas-en-3d-para-combatir-el-coronavirus-en-italia_20200318/
 59. Zarocostas J. How to fight an infodemic. *Lancet*. 2020; 395 (10225): 676. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30461-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30461-X)
 60. Sun K, Chen J, Viboud C. Early epidemiological analysis of the coronavirus disease 2019 outbreak based on crowdsourced data: a population-level observational study. *Lancet Digital Health*. 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30026-1](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30026-1)
 61. Wilson S. The Era of Antisocial Social Media [Internet]. Brighton: Harvard Business Review. 2020 [Citado el 25 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://hbr.org/2020/02/the-era-of-antisocial-social-media>
 62. Ahmed H, Allaf M, Elghazaly H. COVID-19 and medical education. *Lancet Infect Dis*. 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30226-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30226-7)
 63. Patil NG, Yan YC. SARS and its effect on medical education in Hong Kong. *Med Educ*. 2003; 37(12): 1127–8. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2003.01723.x>
 64. Liyanagunawardena TR, Williams SA: Massive open online courses on health and medicine: review. *J Med Internet Res*. 2014; 16(8): e191. DOI: <https://doi.org/10.2196/jmir.3439>
 65. El Bialy S, Jalali A. Go Where the Students Are: A Comparison of the Use of Social Networking Sites Between Medical Students and Medical Educators. *JMIR Med Educ*. 2015;1(2): e7. DOI: <https://doi.org/10.2196/mededu.4908>

66. Gentry SV, Gauthier A, L'Estrade Ehrstrom B, Wortley D, Lilienthal A, Tudor Car L, et al. Serious Gaming and Gamification Education in Health Professions: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2019; 21(3): e12994. DOI: <https://doi.org/10.2196/12994>
67. Kuehn BM. Virtual and Augmented Reality Put a Twist on Medical Education. *JAMA*. 2018;319(8):756-758. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2017.20800>
68. World Health Organization (WHO). OpenWHO [internet]. Potsdam: WHO; 2016. [Citado el 25 de Marzo del 2020]. Disponible en: <https://openwho.org/>
69. Ohannessian R, Duong TA Odone A. Global Telemedicine Implementation and Integration Within Health Systems to Fight the COVID-19 Pandemic: A Call to Action. *JMIR Public Health Surveill*. 2020;6(2):e18810. DOI: 10.2196/18810.
70. Ferretti L, Wymant C, Kendall M, Zhao L, Nurtay A, Abeler-Dörner L, et al. Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Science*. 2020 Mar 31. pii: eabb6936. DOI: 10.1126/science.abb6936. [Epub ahead of print]
71. Keesara S, Jonas A, Schulman K. Covid-19 and Health Care's Digital Revolution. *N Engl J Med*. 2020 Apr 2. DOI: 10.1056/NEJMp2005835. [Epub ahead of print]
72. Ahmadvand A, Gatchel R, Brownstein J, Nissen L. The Biopsychosocial-Digital Approach to Health and Disease: Call for a Paradigm Expansion. *J Med Internet Res*. 2018;20(5):e189. DOI: <https://doi.org/10.2196/jmir.9732>
73. Torous J, Jän Myrick K, Rauseo-Ricupero N, Firth J. Digital Mental Health and COVID-19: Using Technology Today to Accelerate the Curve on Access and Quality Tomorrow. *JMIR Ment Health*. 2020;7(3):e18848. DOI: <https://doi.org/10.2196/18848>

Tabla 1. Aplicaciones móviles para COVID-19 desarrolladas por iniciativas gubernamentales.

Nombre de la app	País	Propósito
TraceTogether	Singapur	Rastreo de posibles contagiados
Protección de seguridad de auto cuarentena (자가격리자 안전보호)	Corea del Sur	Autoevaluación, información y consejos
Covid-19 Information governance Advice	Reino Unido	Brindar información y consejos
Near Me	Reino Unido- Escocia	Video consulta
accuRx Fleming	Reino Unido	Video consulta y SMS para pacientes
DrDoctor COVID-19	Reino Unido	Herramientas de apoyo
COVID Symptom Tracker	Reino Unido	Autoevaluación
"Kwarantanna domowa" app	Polonia	Seguimiento de ciudadanos en cuarentena
Coronatest	Estonia	Autoevaluación
LAZIODRCOVID	Italia	Multifunción
Immuni	Italia	Rastreo de posibles contagiados, diaria clínico, información y consejos
Salud Responde	España	Autoevaluación
CoronaMadrid	España	Autoevaluación
Stop Covid 19 CAT	España	Autoevaluación y mapa de calor
AppValència	España	Proporcionar orientación local
Covid-19 Ministerio de Salud	Argentina	Autoevaluación
Coronavírus - SUS	Brasil	Brindar información y consejos
Coronapp	Colombia	Autoevaluación, información y consejos
Coronavirus UY	Uruguay	Autoevaluación, información y consejos
Coronavirus Bolivia	Bolivia	brindar información y consejos
PerúEnTusManos	Perú	Autoevaluación, mapa de calor, rastreo de posibles contagiados, información
CoronaISH	Perú (San Martín)	Autoevaluación, información y consejos

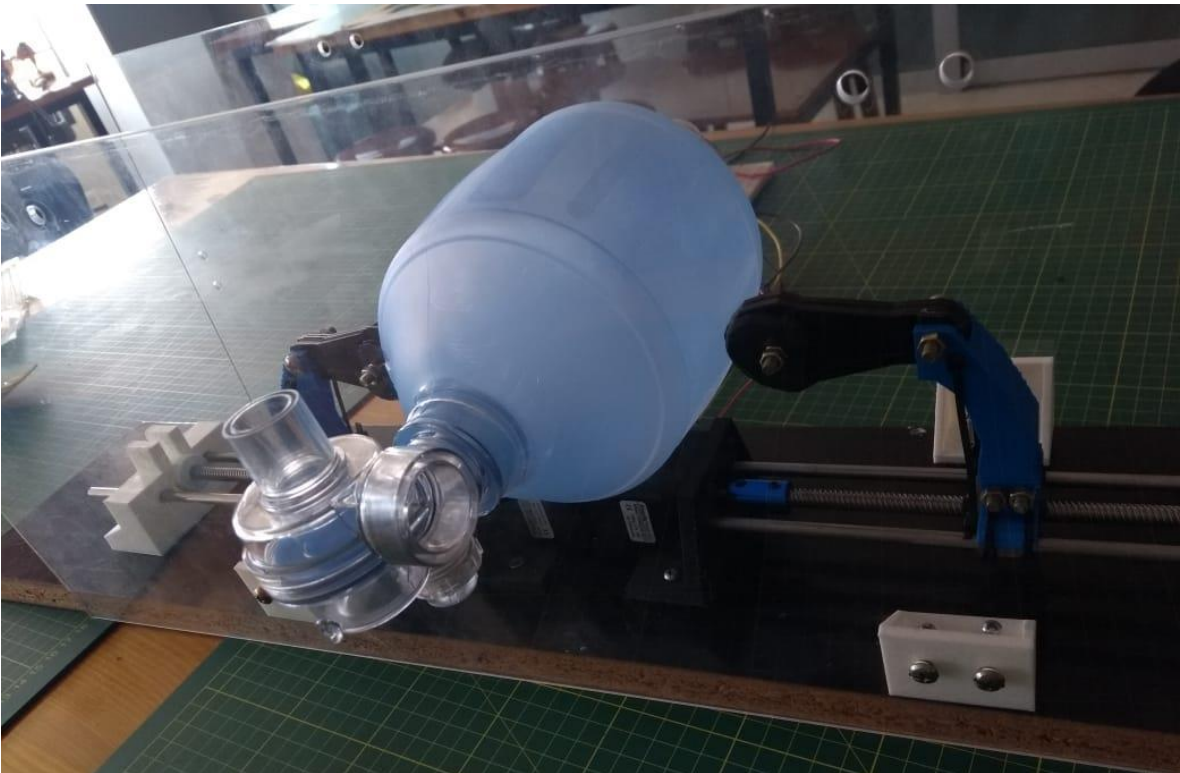
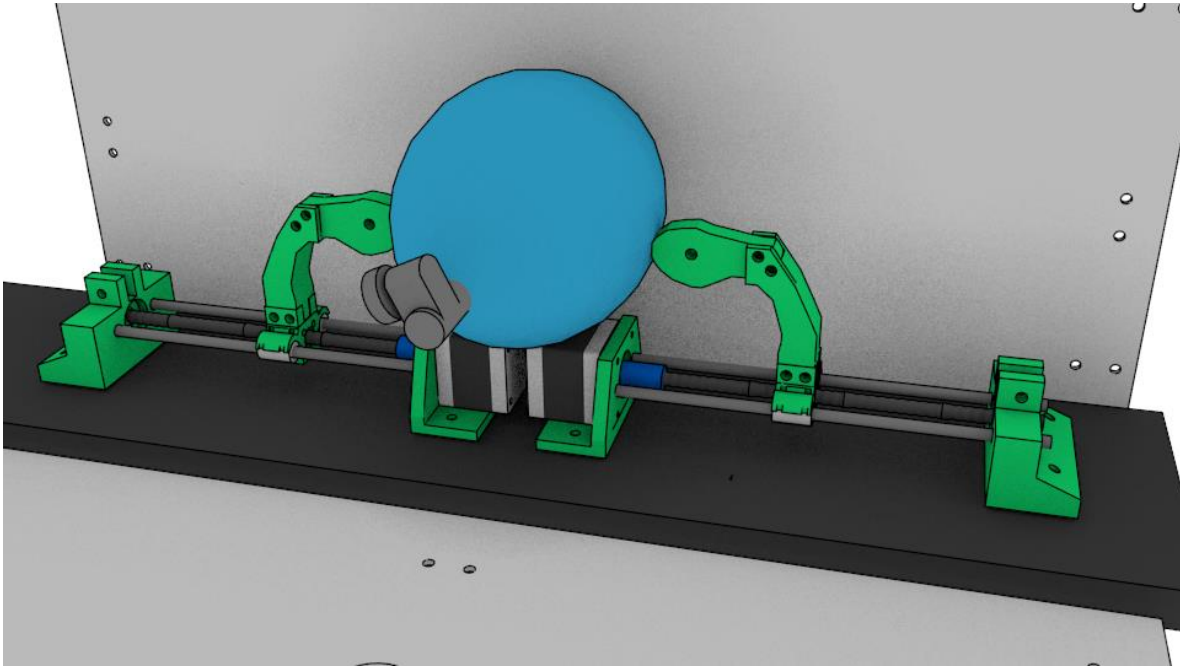


Figura 1. Prototipo funcional de ventilador mecánico desarrollado por grupo de Ingeniería Biomédica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. A. Esquema del prototipo ; B. Foto de prototipo