

REVIEW / ARTÍCULO DE REVISIÓN

Doctor 1847: Software multiplataforma y multidispositivo para facilitar el autodiagnóstico, triaje y seguimiento de pacientes sospechosos y confirmados por SARS-CoV-2**Doctor 1847: Multi-platform and multi-device software to facilitate self-diagnosis, triage and follow-up of SARS-CoV-2 suspected and confirmed patients**José Isaac Zablah^{1*}, Antonio García Loureiro², Salvador Díaz¹, Yolly Molina¹, Ana Cardona¹, Carlos A. Agudelo¹, Francisco Coello³, Christian Espinoza³, Karen Oliva¹ and Jorge Alberto Valle-Reconco¹DOI. [10.21931/RB/2022.07.03.17](https://doi.org/10.21931/RB/2022.07.03.17)¹ Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.² Departamento de Electrónica y Computación, Universidad Santiago de Compostela, España.³ Dirección Ejecutiva de Gestión de Tecnologías, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.Corresponding author: jose.zablah@unah.edu.hn

Resumen: Los servicios de emergencia a nivel mundial se han visto sobrepasados en sus capacidades debido a la pandemia de SARS-CoV-2, situación generalizada en países con sistemas sanitarios robustos y agravados en países rezagados. Como una solución, la aplicación Doctor 1847 se desarrolló entre los meses de abril y mayo de 2020 en Tegucigalpa, Honduras; para hacer auto diagnóstico, triaje, seguimiento de pacientes sospechosos y confirmados por infección de SARS-CoV-2, reduciendo las demoras sanitarias. Con este software se minimizó la congestión de pacientes que acuden a una emergencia hospitalaria por considerar tener esta enfermedad, al hacer uso de manera temprana de esta herramienta se obtiene la identificación de signos y síntomas de peligro que pueden conllevar a estados críticos que requieren acceso a servicios de urgencia y especializados. También se disminuyó el riesgo a pacientes sanos, personal sanitario y de servicio, de exponerse a un verdadero riesgo. De forma complementaria, se entregó una interfaz web con datos útiles para los tomadores de decisiones en cuanto al control de esta pandemia, conociendo el comportamiento sintomático de esta enfermedad en el país. Todo lo anterior ha sido posible debido al paradigma de la computación en la nube, aprovechando su capacidad elástica y ubicua; en conjunto con las capacidades de las redes convergentes de nueva generación y dispositivos móviles inteligentes.

Palabras clave: SARS-CoV-2, Telemedicina, Triage, Salud Pública, Epidemiología, Computación en la Nube.

Abstract: Emergency services worldwide have been overwhelmed in their capacities due to the SARS-CoV-2 pandemic, a generalized situation in countries with robust health systems and aggravated in lagging countries. As a solution, the Doctor 1847 application was developed between April and May 2020 in Tegucigalpa, Honduras, to perform self-diagnosis, triage, and follow-up of suspected and confirmed patients with SARS-CoV-2 infection, reducing health delays. With this software, the congestion of patients who come to a hospital emergency for considering having this disease was minimized; by making early use of this tool, the identification of signs and symptoms of danger that can lead to critical states that require access to emergency and specialized services. The risk to healthy patients, health and service personnel of being exposed to a real risk was also reduced. In a complementary way, a web interface was delivered with valuable data for decision-makers regarding controlling this pandemic, knowing the symptomatic behavior of this disease in the country. All of the above has been possible due to the cloud computing paradigm, taking advantage of its elastic and ubiquitous capacity; in conjunction with the capabilities of next-generation converged networks and intelligent mobile devices.

Key words: SARS-CoV-2, Telemedicine, triage, Public health, Epidemiology, Cloud Computing.

Introducción

El proceso de triaje en los servicios hospitalarios de emergencia en lo relacionado al diagnóstico clínico de los pacientes infectados por SARS-CoV-2¹ ha sido muy variable, debido principalmente por lo nuevo de la enfermedad y del comportamiento de esta en diferentes regiones del planeta; lo que implica una alta complejidad para identificar correctamente la sintomatología antes de solicitar una prueba

de laboratorio que es limitada y costosa². De forma, que resulta crítico desarrollar criterios objetivos de triaje, adaptándolos a los cambios en el conocimiento y manejo de la enfermedad; para ello implementar una herramienta de fácil uso que integre los algoritmos adecuados para la selección adecuada de los pacientes lo que permitirá la asignación de los recursos a aquellos que se encuentren en condiciones

Citation: Zablah J I, Loureiro A G , Díaz S , Molina Y , Cardona A , Agudelo C A , Coello F , Espinoza C , Oliva K, Valle-Reconco J A. Doctor 1847: Software multiplataforma y multidispositivo para facilitar el autodiagnóstico, triaje y seguimiento de pacientes sospechosos y confirmados por SARS-CoV-2. *Revis Bionatura* 2022;7(15) 17. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2022.07.03.17>

Received: 21 March 2022 / **Accepted:** 27 July 2022 / **Published:** 15 August 2022

Publisher's Note: Bionatura stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



más graves y permitiendo un manejo ambulatorio o en casa de los casos leves; evitando el hacinamiento hospitalario³.

Doctor 1847 es una herramienta que fue diseñada y desarrollada por equipos multidisciplinarios de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) y la Universidad Santiago de Compostela (USC) en colaboración con agencias del Gobierno de Honduras como ser la Secretaría de Salud, Secretaría de Seguridad y Casa Presidencial, durante la crisis pandémica del año 2020. El desarrollo del algoritmo se hizo al combinar las buenas prácticas publicadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁴, publicaciones científicas y sobre todo contando con aportes críticos de expertos de la comunidad sanitaria, especialmente el personal médico de emergencias, medicina interna, epidemiólogos y salubristas.

Los algoritmos implementados fueron desarrollados siguiendo árboles de decisión que se respaldan en los protocolos de manejo aprobados por la OMS, que al automatizarse facilitan el uso por parte de pacientes y personal sanitario⁵⁻⁸. Estos algoritmos se adecuaron para sistematizar las decisiones de diagnóstico, permitiendo la personalización de acuerdo con las necesidades de los organismos regionales/nacionales de salud, la herramienta es gratuita para todos los usuarios, está disponible de forma amplia, portable y con una interfaz de fácil uso y sobre todo que permite la actualización dinámica conforme los cambios en los protocolos de manejo, liberando de esta forma la carga cognitiva del personal de salud. Se ejecuta con dispositivos inteligentes lo que permite el acceso cuasi universal, ya que en la actualidad es la terminal de acceso masificada y económica que llega a todos los estratos sociales⁹.

El trabajo de describir el comportamiento y el manejo del SARS-CoV-2 ha recaído en los centros de investigación adscritos a las universidades, mediante el uso de estrategias a nivel local, regional e internacional. Así mismo el empleo de tecnologías convergentes, de alto rendimiento y alta disponibilidad que ha permitido acelerar la captura, reducción, modelado de datos para encontrar soluciones útiles a las ciencias médicas, ofreciendo herramientas para el desarrollo de medicina de precisión y personalizada para controlar la propagación del brote viral del COVID-19¹⁰⁻¹².

Doctor 1847 tiene como objetivo reducir las demoras sanitarias asociadas a COVID-19, por medio de facilitar la identificación de los síntomas, a la vez que permita diferenciar esta infección de otras enfermedades comunes. Es en sí, una herramienta de detección clínica confiable que ayuda a identificar y aislar a las personas infectadas (o sospechosas) por SARS-CoV-2, ralentizando la prevalencia de la enfermedad. En los siguientes párrafos se describe el método de desarrollo y en los resultados se muestran los datos obtenidos de la implementación y uso por parte de los pacientes, finalmente se hace una descripción de los hallazgos desde una perspectiva salubrista.

Materiales y métodos

Doctor 1847 se fundamenta en los conceptos de telemedicina, que es actualmente un paradigma que combina la salud pública y clínica tradicional con elementos tecnológicos para brindar servicios sanitarios de forma remota, permitiendo la cobertura de salud en regiones geográficas desatendidas o de difícil acceso¹³. La aparición del SARS-CoV-2 requirió incorporar protocolos y tratamientos en diferentes etapas de los brotes, con ello se pudo lograr la

vigilancia de la enfermedad basada en análisis de datos. La telemedicina, fue una herramienta novedosa en esta pandemia, especialmente para actividades relacionadas con los procesos de triaje, diagnóstico y seguimiento de pacientes. Con ello se limitó la exposición innecesaria de personas sanas al confundir su sintomatología con el COVID-19, logrando reducir la saturación y demora en los establecimientos de salud, mejorando la estructura de costos y sobre todo limitando el riesgo del personal sanitario.

Los métodos existentes a nivel clínico presencial son adaptables a procesos digitales, después de una búsqueda de estos métodos aplicables utilizando la estandarización en los servicios sanitarios se requiere que estos cuenten con la suficiente flexibilidad y sean congruentes con la realidad tecnológica, con las barreras culturales, organizacionales y regulatorias; la metodología ágil empleada fue SCRUM¹⁴ que permitió desarrollar una solución tecnológica basada en evidencia científica utilizada para mitigar el SARS-CoV-2, bajo normas de calidad. La toma de datos para este estudio se llevó a cabo entre junio del 2020 y mayo del 2021, en todo el territorio de Honduras, realizando el análisis de datos al finalizar este período.

Se utilizó como guía para el flujo de operación y captura de datos el protocolo de manejo de pacientes sospechosos y confirmados por SARS-CoV-2 emitidos por la OMS y la Secretaría de Salud de Honduras (SESAL), utilizando técnicas de telemedicina desarrolladas al interior de la academia que finalizan con la sistematización del protocolo, permitiendo el uso de sistemas informáticos para el manejo de datos en tiempo real. Estos han sido desarrollados siguiendo la metodología incremental estándar de la ingeniería de software, que se fundamenta en prototipos funcionales iterativos.

Doctor 1847, requería que el participante realizara un cuestionario con respuestas binarias con respecto a la prevalencia de los síntomas y condiciones epidemiológicas. Para algunos síntomas (como ser fiebre, tos, diarrea, etc.) se recopilaban detalles adicionales como rango de temperatura o expectoración. Si los usuarios buscaban consejos profesionales de atención médica se le redirigía a un grupo de asistencia mediante un *call center*, donde médicos realizaban preguntas adicionales con respecto a su condición y se le guiaba en el tratamiento a seguir. El estudio fue anónimo; con un consentimiento informado presentado al momento de registrarse en Doctor 1847, para los datos recabados no fue necesario ninguna gestión a nivel ético. La participación estaba abierta a todos los adultos mayores de edad (más de 18 años), haciendo énfasis en las acciones necesarias para evitar la propagación del contagio entre familiares y allegados.

Con los datos ingresados por el usuario, Doctor 1847 crea un expediente clínico que incluye una bitácora de seguimiento de síntomas y su evolución. Los componentes de una historia clínica son ingresados por el usuario, se incluyen los datos generales (antropométricos, demográficos y otros), síntoma principal, historia de la enfermedad actual, signos vitales (cuando fuese posible obtenerlos), revisión por aparatos, órganos y sistemas, impresión diagnóstica previa a la teleconsulta, antecedentes personales y patológicos. Doctor 1847 se diseñó implementando técnicas de telemedicina para un triaje oportuno y sin exposición a riesgos, manejo de la enfermedad, seguimiento y control de los sospechosos, altamente sospechosos y pacientes confirmados. A nivel de toma de decisiones, implementa reportaría y consultas que coadyuvan en la reducción de cos-

tos, administración de tratamientos, generación de mapas con datos en tiempo real para los cercos epidemiológicos necesarios para el control del COVID-19.

Doctor 1847 presenta formularios con una serie de preguntas clínicas junto con la combinación de datos automatizados generados por software para estimar un índice de probabilidad de que el usuario estuviese sospechoso de SARS-CoV-2. Al finalizar el cuestionario la aplicación realizará diferentes procesos, centrados en la generación de alertas georreferenciadas para informar a los servicios primarios de salud sobre la presencia de casos sospechosos y la gravedad de estos. Al paciente, dependiendo de los resultados se le muestran opciones a elegir. En caso de que se requiera asistencia médica ambulatoria o de emergencia se indicará a que establecimiento de salud dirigirse o bien se podrá notificar a los servicios de emergencia para despachar un equipo en ambulancia.

Si la gravedad del caso es alta, recaerá en el personal sanitario realizar pruebas clínicas y radiológicas a conveniencia; al confirmarse por medio de alguna prueba rápida o mediante una PCR-RT¹⁵ se le facilitaría el proceso de cuarentena a los familiares que pudieron contagiarse por estar en contacto con el paciente infectado. Todos estos datos permitirán dar seguimiento epidemiológico y extender una red de contactos en base a los datos que provea el paciente y sus familiares, volviendo efectivos los cercos epidemiológicos a gran escala.

La aplicación se desarrolló para teléfonos inteligentes iPhone y Android utilizando kits de herramientas de desarrollo de software disponibles comercialmente (Apple SDK 3.0¹⁶ y Android SDK 7.1.1¹⁷). Se desarrolló una interfaz de gestión basada en tecnología web responsive usando Apache Foundation HTTP Server¹⁸ y el lenguaje PHP¹⁹. Se cuenta con un servidor para registrar los establecimientos de salud de acuerdo con su capacidad de atención y las preguntas de los cuestionarios. La aplicación se conecta al servidor para leer las preguntas clínicas, calcular las respuestas y generar una decisión basada en un índice de gravedad, la elegibilidad del tratamiento, la ubicación de la ambulancia y la información para toma de decisión para reducir las demoras de atención.

Doctor 1847 opera aprovechando las capacidades ofrecidas por el paradigma de la computación en la nube (*cloud computing*), aprovechando tres tecnologías emergentes como ser la virtualización, tenencia múltiple y orquestación automática; logrando con esto la reducción de costos de operación y despliegue, pudiendo maximizar el acceso para los usuarios²⁰. Al publicar la aplicación a las tiendas de aplicaciones móviles se puede distribuir rápidamente actualizaciones a los usuarios. Los tomadores de decisiones aprovechan la capacidad ubicua ya que pueden acceder a los datos por medio de un portal web con todos los datos necesarios para realizar cualquier análisis.

Resultados

Doctor 1847, fue publicado para Google Android el 15 de junio de 2020 y para Apple iOS en 15 de agosto del 2020. Al cabo de ocho semanas, se efectuaron 2307 descargas. La aplicación sólo está disponible en idioma español y fue anunciado a través de TV, radio, periódico y en línea; junto con un comunicado de prensa oficial a nivel nacional. La aplicación inicia con un cuestionario sobre información demográfica (edad, género, localidad, etc.) y

un breve historial médico previo referente a enfermedades crónicas. Los participantes son notificados diariamente por medio de notificaciones *push* o bien usando correo electrónico, llamada y servicios de mensajería digital; con el fin de consultarles si estaban experimentando síntomas, así mismo para conocer si habían asistido a las consultas médicas y si se realizaron alguna de las pruebas laboratoriales disponibles para detectar el virus SARS-CoV-2.

A partir del análisis de las necesidades de la solución de software, se obtuvo un flujograma, en el cual se especificaron los datos a capturar, el procesamiento y la salida de los elementos de control que deben de informarse a los pacientes y a los tomadores de decisiones. De las etapas importantes cabe destacar la geolocalización del usuario con el fin de ofrecerle servicios de emergencia y para poder conocer los sitios (y personas en algunos casos) que han estado en contacto con el paciente en caso de ser positivo de SARS-CoV-2. Con los datos del usuario el flujo continúa y la aplicación toma la decisión del tipo de atención que debe recibir, este comportamiento se altera a través de los cambios del estado de salud del paciente como por acción del lado sanitario. Finalmente se obtiene la acción que se debe seguir que va desde quedarse en casa con monitoreo sanitarios hasta ser trasladado de emergencia debido a su estado. Este flujo se describe en la Figura 1.

La toma de datos se realiza a través de un diseño intuitivo de formularios, estos sirven para capturar y almacenar el estado de salud del usuario y sus variables clínicas de interés. Los datos se copian localmente en el dispositivo y se replican a los servidores de aplicaciones en la nube, estos son imprescindibles para que los árboles de decisión se ejecuten y guíen en el proceso de atención. Los formularios se detallan en la Figura 2.

En la pantalla principal aparecen una serie de opciones que van desde actualizar los datos ya ingresados, programar citas médicas, solicitar atención de emergencia, acceder a documentación sobre la enfermedad y sobre todo se indican los síntomas de alarma que requieren que los servicios de emergencia despachen equipos de atención y de ser necesario se realice el traslado del usuario en ambulancia a un establecimiento de salud del segundo o tercer nivel. Las opciones de Doctor 1847 que se actualizan de forma automática son aquellas vinculadas con citas, protocolos de atención e información para el usuario para conocer y protegerse del COVID-19. Estas opciones se detallan en la Figura 3.

Entre junio del 2020 a mayo del 2021, 4614 personas habían sido agendadas para asistir a una cita médica por diversas causas relacionadas al SARS-CoV-2, por medio de Doctor 1847. En total, 3925 (85%) fueron atendidos, 473 (10%) no se presentaron y 216 (5%) estaban pendientes. De los atendidos 345 (8.79%) eran altamente sospechosos, 344 (8.76%) confirmados, 674 (17.17%) sospechosos y 2563 (65.28%) no sospechosos por COVID-19. Mediante el uso de pruebas de reacción en cadena de polimerasa con transcriptasa inversa (PCR-RT) del grupo altamente sospechoso, de ellos 339 (98.26%) fueron confirmados mediante técnicas laboratoriales. Esta muestra proyecta un *odd ratio* (OR)⁹ de 0.0945 con un intervalo de confianza (CI) entre 0.0839 – 0.1066, con un valor Z de 38.579 y significancia $P < 0.0001$; para casos que sean positivos por COVID-19.

En los formularios de la aplicación, se solicitó detalles sobre sintomatología. De ellos se calcularon los OR para todos los síntomas, según nuestros datos, los más significativos son la fiebre (OR 0.505, IC 95%, 0.415-0.616) y la

FLUJOGRAMA DE TRIAGE ELECTRÓNICO

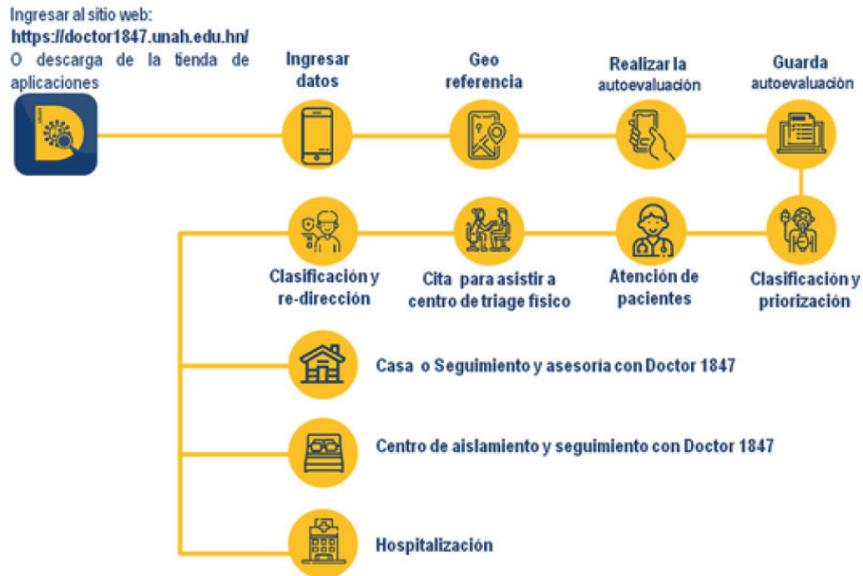


Figura 1. Flujograma del triaje de Doctor 1847, siguiendo protocolos aprobados al momento del desarrollo. Se hace énfasis en clasificar a los participantes con la finalidad no incrementar la carga hospitalaria.

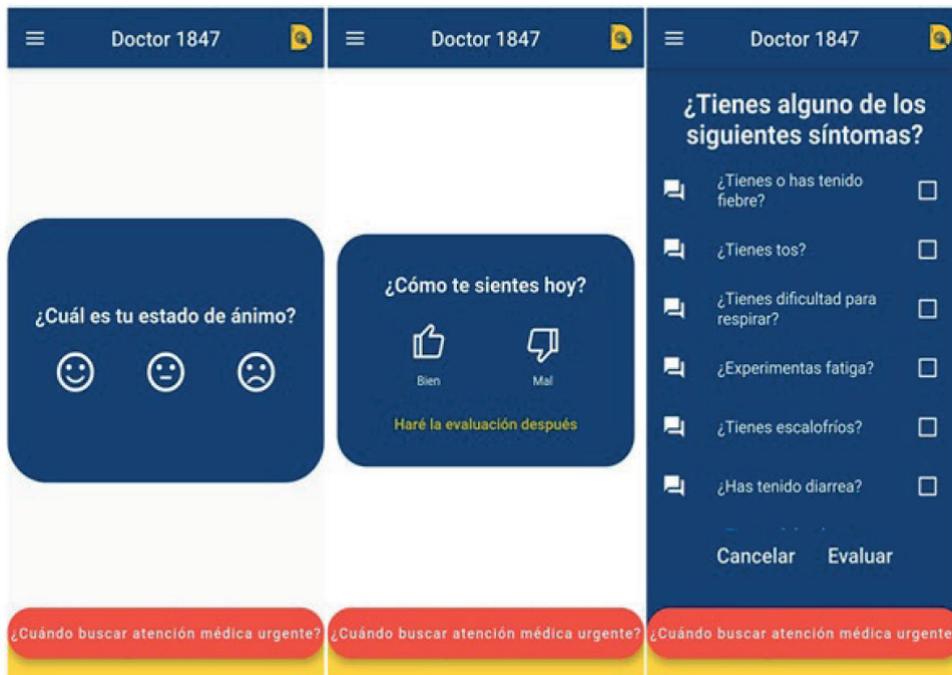


Figura 2. Se muestran las diferentes instancias de consulta binaria, se hace hincapié en la facilidad de comprensión de los cuestionarios, utilizando un diseño de UX simple e intuitivo para evitar datos espurios y afinar la atención al participante.

diarrea (OR 0.469, IC 95% 0.397-0.553). Aparte de estos, identificamos que los síntomas como la pérdida de olfato y el gusto, dolor de cabeza y dificultad para respirar como los cinco síntomas más fuertes para indicar que existe una infección por COVID-19. El OR para la pérdida del olfato y el gusto fue 0.328 (IC 95% 0.286-0.376); de importancia comparable fue el dolor de cabeza (OR 0.310, IC 95% 0.267-0.361) y la dificultad para respirar (OR 0.309, IC 95% 0.265-0.361). Los escalofríos, la fiebre y la dificultad para respirar se han identificado como síntomas comunes en los principales medios de comunicación. La diarrea se ha

informado como una condición poco común; sin embargo, nuestros datos sugieren un valor predictivo significativo. Gráficamente se representa en la Figura 4.

Para reducir la prevalencia del COVID-19, es necesario contar con herramientas de seguimiento eficaces. La función de geolocalización de Doctor 1847, ayuda a identificar las zonas de calor de infecciones, por medio de indicar en un sistema de información geográfica un mapeo de las citas, infectados, recursos y demás indicadores que se generan a partir del *Big Data* de la aplicación. El manejo de los datos de esta forma facilita tener una visión que va de una

perspectiva general a específica de la situación del SARS-CoV-2. Una muestra de este tipo de herramientas es mostrada en la Figura 5.

Discusión

La pandemia de COVID-19 ha desencadenado numerosos esfuerzos de investigación que se han centrado en lograr una mejor comprensión de la enfermedad causada

por el nuevo virus SARS-CoV-2. Los proyectos ágiles y dinámicos dieron lugar a enfoques contemporáneos con diseños de estudio similares y comparables²². En países en vías de desarrollo hay escasos de recursos y problemas de acceso combinado con un aspecto cultural relacionado a las demoras. Estas se definen como el acto voluntario o involuntario de obstaculizar, posponer u ocasionar que una acción ocurra más lentamente tomando como referencia el tiempo usual para ser llevado a cabo²³. A nivel sanitario, representan el incremento del tiempo para resolver una al-



Figura 3. Diferentes medios de atención al participante, múltiples secciones muestran opciones para actualizar datos y sobre todo se destacan los síntomas de emergencia que deben ser atendidos inmediatamente al aparecer. Se muestran múltiples opciones rápidas de asistencia sanitaria especializada.

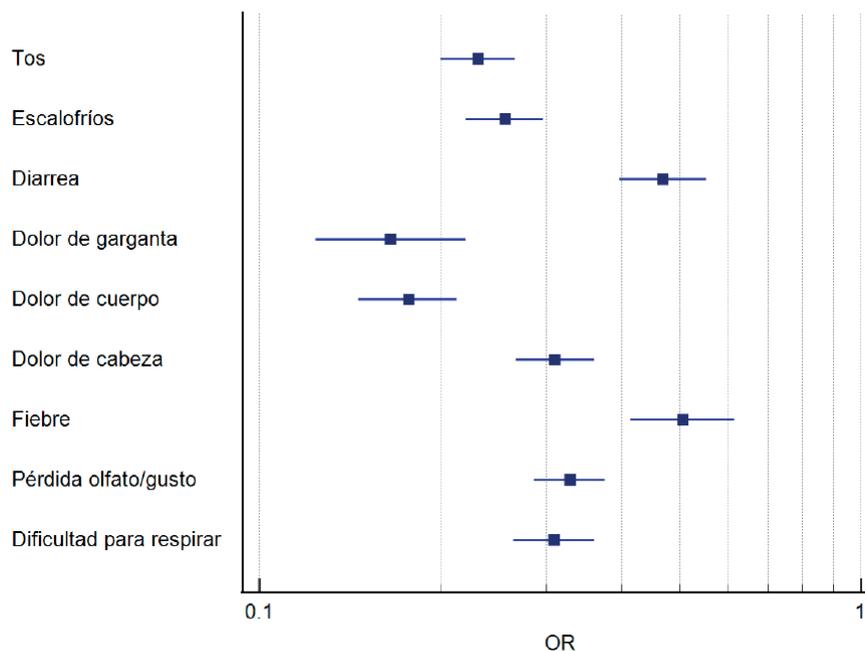


Figura 4. El gráfico de bosque (*forest plot*)²¹ representa una serie de valores centrales y sus intervalos de confianza para compararse fácilmente. Los valores centrales están representados por marcadores y los intervalos de confianza por líneas horizontales. Los síntomas y su significancia al ser más cercanos a uno son de ocurrencia frecuente, de forma contraria son menos probables.



Figura 5. Mapa generado a partir de los datos ingresados por los participantes actualizado en tiempo real. Con esto los equipos asignados a la atención a través de la aplicación se distribuían y atendían de forma más eficiente reduciendo las demoras.

teración de la salud²⁴⁻²⁶.

Los evaluadores de las demoras, las dividen en cuatro niveles secuenciales, la primera cuando el paciente o sus familiares, no reconocen los signos de peligro que amenazan la vida ya sea en una emergencia o una patología específica. La segunda, se presenta cuando por factores socioculturales no se toman las decisiones oportunas de que hacer en un momento de emergencia. La tercera, se presenta cuando el paciente o sus familiares han decidido acudir a un establecimiento de salud, pero existe condiciones que limitan el acceso a dichos servicios, ya sean por infraestructura, económicos, geográficos, etc. La cuarta, se presenta en una atención sanitaria profesional deficiente o tardía ya sea por falta de competencia de los proveedores de servicios de salud, falta de insumos y falta de equipos; quedando en evidencia la incapacidad resolutoria de la unidad²⁷.

Durante los momentos más álgidos de la crisis del COVID-19, los establecimientos sanitarios a todos los niveles incurrieron en la cuarta demora, porque se vieron colapsados por el incremento rápido de contagios y su gravedad. Estas dificultades se presentaron en todos los países sin importar sus capacidades económicas, sanitarias y asistenciales. En nuestro caso al afinar el método de triaje mediante la aplicación Doctor 1847 se logró asertividad en el manejo del paciente, logrando evitar que los no infectados se contagiaran al asistir en busca de ayuda a un establecimiento de salud. Por otro lado, los casos altamente sospechosos y los confirmados lograron disparar las alertas mejorando la eficacia de la atención y movilizando atención de emergencia, a partir de la disminución de las demoras y aumentando la sobrevivencia al SARS-CoV-2.

A diferencia de otras aplicaciones que se enfocaban en el rastreo y contacto, Doctor 1847 utilizó la epidemiología aplicada al conocimiento del entorno nacional de salud y a las necesidades regionales, sistematizando experiencias aprendidas de emergencias sanitarias previas en Latinoamérica. Es evidente que el desarrollo de software y su adopción temprana facilita para que la población acceda a una atención personalizada, optimizando los recursos gubernamentales, por medio de proveer datos oportunos para la toma de decisiones. Doctor 1847 también tiene la capacidad de hacer seguimiento de aquellas personas que

entraron en contacto con participantes infectados, para activar con ello alertas, rastreo y zonas de calor. Como mejora a futuro debería incluirse una guía alimenticia, promoviendo un plan integral de mejora posterior al COVID-19.

Los datos mostraron que la diarrea era un síntoma común en las infecciones por SARS-CoV-2. En otros países este síntoma presentaba poca incidencia, era desplazado por problemas respiratorios. Es muy probable que este síntoma está asociado a que en Honduras se utilizó como tratamiento de esta enfermedad el coctel llamado "MAIZ", el cual está compuesto por un colutorio antiséptico con base hipoclorito de sodio (con nombre comercial *Microdacyn*®), el antibiótico azitromicina, el antiparasitario ivermectina y el micronutriente zinc; este último se ofrecía en forma de óxido que tiene como efecto secundario el aumento de la movilidad intestinal ocasionando heces líquidas.

Al comparar Doctor 1847 con otras aplicaciones²⁸⁻³⁰, se diferencia por ser una solución en la que participó conjuntamente la academia, el gobierno, organizaciones internacionales y personal médico. Recibió aprobación regulatoria para su uso y los datos tenían la calidad e integridad apta para ser usada a nivel sanitario. Otra característica que lo ha hecho diferente es la capacidad de ser ejecutado (*front end y back end*) sobre redes de banda angosta y hardware básico; esto lo hace idóneo para la realidad de muchos países.

Conclusiones

Las tecnologías de la información son una herramienta que dinamiza las actividades de los profesionales de la salud para el abordaje de la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2, por medio de proveer datos útiles para la toma de decisiones por parte de las autoridades. Ayuda en completar los esfuerzos enfocados para brindar acceso y disminuir brechas de los servicios sanitarios facilitando a que estas lleguen a poblaciones que sufren rezago a causa de razones geográficas, económicas y educativas; estas son situaciones comunes en países en vías de desarrollo, como es el caso de Honduras, lugar donde se diseñó, desarrolló y probó la aplicación obteniendo resultados favorables.

La telemedicina para un país en vías de desarrollo se

presenta como una forma eficaz para disminuir las demoras sanitarias y la sobrecarga que sufre el sistema sanitario, específicamente sobre los triajes en caso de la pandemia del COVID-19. La oportunidad de generar triajes electrónicos que mediante el autoanálisis (la valoración generada por el mismo paciente a través de la aplicación Doctor 1847) logra una alta efectividad diagnóstica presuntiva; lo que reduce los falsos positivos al momento de realizar consultas en triajes físicos, garantizando una mayor seguridad para las personas que asisten a los mismos en función de ser atendidos oportunamente. El uso de metodologías incrementales en el desarrollo de soluciones informáticas enfocadas en el sector sanitario proporciona una alta adaptabilidad a la incertidumbre.

La evaluación por parte de los pacientes y familiares que recibieron atención médica a través de teleconsulta con Doctor 1847 indicaron una alta satisfacción, por el hecho que todo el apoyo recibido fue preciso y oportuno. La mayoría de ellos seguirían utilizando este canal digital posterior a la pandemia, en caso de seguir disponible y ampliado para otras patologías. Se identificaron dificultades para la adopción de esta aplicación, las más destacadas fueron las de tipo estructural y cultural. Una de ellas es la dificultad de contar con un acceso apropiado a internet, seguido por el desconocimiento de los procesos de telesalud, la desconfianza inicial por el cambio a un canal digital para recibir asistencia sanitaria y finalmente han sido las barreras institucionales creadas por la empresa privada para este tipo de herramientas, ya que fortalece y moderniza los servicios públicos estatales de salud que son constantemente objeto de intentos de privatización y concesión.

Patentes

No se ha hecho uso de ninguna.

Material suplementario

No se han proporcionado.

Contribución de autores

Conceptualización, J.I Zablah y S. Diaz; metodología J.I. Zablah, S. Diaz, software F. Coello y C. Espinoza; validación J.I Zablah y A. García-Loureiro; análisis formal K. Oliva, Y. Molina y J. Valle; investigación A. Cardona y C.A. Agudelo; revisión J.I. Zablah, K. Oliva y C. A. Agudelo; Todos los autores han leído y están de acuerdo en publicar este manuscrito.

Financiamiento

No se ha recibido ninguno.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional

No aplicable.

Declaración de consentimiento informado

No aplicable.

Declaración de disponibilidad de datos

No aplicable.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dirección de Investigación Científica, Humanística y Tecnológica (DICIHT) por el apoyo en la publicación de este manuscrito.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias bibliográficas

1. Wu, D.; Wu, T.; Liu, Q. y Yang, Z. The SARS-CoV-2 outbreak: what we know. *Int J Infect Dis*, 2020, 94, 44-48. doi: 10.1016/j.ijid.2020.03.004
2. Summer S., Schmidt R., Herdina A.N. et al. Detection of SARS-CoV-2 by real-time PCR under challenging pre-analytical conditions reveals independence of swab media and cooling chain. *Sci Rep*, 2021, 11, 13592. doi:10.1038/s41598-021-93028-8
3. Lythgoe M. P. & Middleton, P. Ongoing clinical trials for the management of the COVID-19 pandemic. *Trends Pharmacol*. 2020, 41(6), 363-382. doi: 10.1016/j.tips.2020.03.006
4. Gourlay S., Kilic T., Martuscelli A., Wollburg P., & Zezza A. High-frequency phone surveys on COVID-19: Good practices, open questions. *Food Policy*, 2021, 105, 102153. doi: 10.1016/j.foodpol.2021.102153
5. Lavanya, D., & Rani, K. U. (2011). Performance evaluation of decision tree classifiers on medical datasets. *J. Comput*, 2011, 26(4), 1-4.
6. Khan R. S., Zardar A. A., & Bhatti Z. Artificial Intelligence based Smart Doctor using Decision Tree Algorithm. *ArXiv Preprints*. 2018. doi:10.48550/arXiv.1808.01884
7. Azar A.T., El-Metwally S.M. Decision tree classifiers for automated medical diagnosis. *Neural Comput & Applic*. 2013, 23, 2387-2403. doi:10.1007/s00521-012-1196-7
8. OMS - Manejo Clínico de la COVID-19. Disponible en línea: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/340629/WHO-2019-nCoV-clinical-2021.1-spa.pdf> (Accesado 31 de Julio 2022)
9. Tomczyk Łukasz, et al. Digital Divide in Latin America and Europe: Main characteristics in selected countries. In 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). IEEE, Coimbra, Portugal, 2019. 1-6. doi: 10.23919/CISTI.2019.8760821
10. COVID-19 and the Social Sciences. Disponible en línea: <https://covid19research.ssrc.org/> (Accesado 31 de Julio 2022)
11. NIH COVID-19 Research Initiatives. Disponible en línea: <https://covid19.nih.gov/nih-strategic-response-covid-19/research-initiatives> (Accesado 31 de Julio 2022)
12. CDC Science and Research. Disponible en línea: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-and-research.html> (Accesado 31 de Julio 2022)
13. Wootton, R. Telemedicine. *Bmj*, 2001, 323, 557-560. doi: 10.1136/bmj.323.7312.557
14. Schwaber, K. SCRUM Development Process. En *Business Object Design and Implementation*, 1st. ed.; Sutherland, J., Casanave, C., Miller, J., Patel, P., Hollowell, G.; Springer, London. 1997. doi:10.1007/978-1-4471-0947-1
15. Bachman, J. Reverse-transcription PCR (rt-PCR). *Meth. Enzymol.*, 2013, 530, 67-74. doi:10.1016/B978-0-12-420037-1.00002-6
16. Apple Developer. Disponible en línea: <https://developer.apple.com/> (Accesado 31 de julio 2022)
17. Android SDK. Disponible en línea: <https://developer.android.com/studio> (Accesado 31 de julio 2022)
18. Apache HTTP Server Project. Disponible en línea: <https://httpd.apache.org/> (Accesado 31 de julio 2022)
19. PHP:Hypertext Preprocessor. Disponible en línea: <https://www.php.net/> (Accesado 31 de julio 2022)
20. Wu C, Buyya R. Cloud Computing. En *Cloud Data Centers and Cost Modeling*. Morgan Kaufmann. ScienceDirect, USA. 2015, 3-41. ISBN 9780128014134
21. Armitage, P.; Berry, G.; Matthews, J.N.S. *Statistical Methods in Medical Research*. 4ta. ed. 2005. Wiley, USA. ISBN: 9788126564811
22. Hufsky F., Lamkiewicz K., Almeida A., Aouacheria A., Arighi C., Bateman, A. et al. Computational strategies to combat

- COVID-19: useful tools to accelerate SARS-CoV-2 and coronavirus research. *Brief.* 2021, 22(2), 642-663. doi: 10.1093/bib/bbaa232
23. Acero, L. C. P. *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos.* 2009, Ecoe Ediciones, México.
 24. Bhat, S.; Gijo, E. V. y Jnanesh, N. A. Productivity and performance improvement in the medical records department of a hospital. *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 2016, 65, 98–125.
 25. Vuori, H. V.; Delgado Vila, R. y Sunol Sala, R. *El control de la calidad de los servicios sanitarios: Conceptos y metodología,* 1998. Masson, Barcelona, España.
 26. Mazza, M. M.; Vallejo, C. M. y González Blanco, M. Mortalidad materna: análisis de las tres demoras. *ROGV*, 2012, 72, 233–248.
 27. Ballesteros Pérez, A. M.; García González, A. L.; Fontcuberta Martínez, J.; Sánchez Rodríguez, F.; Pérez-Crespo, C. y Alcázar Manzanera, F. La demora en la consulta de atención primaria: ¿se puede mejorar? *Atención Primaria*, 2003, 31, 377–381.
 28. Almalki M, Giannicchi A. Health Apps for Combating COVID-19: Descriptive Review and Taxonomy. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2021, 9, e24322. doi:10.2196/24322
 29. Jenniskens K, Bootsma MCJ, Damen JAAG, et al. Effectiveness of contact tracing apps for SARS-CoV-2: a rapid systematic review. *BMJ Open*, 2021, 11, e050519. doi:10.1136/bmjopen-2021-050519
 30. Dantas, Leila F., Igor T. Peres, Leonardo SL Bastos, Janaina F. Marchesi, Guilherme FG De Souza, João Gabriel M. Gelli, Fernanda A. Baião, Paula Maçaira, Silvio Hamacher, and Fernando A. Bozza. App-based symptom tracking to optimize SARS-CoV-2 testing strategy using machine learning. *PLoS One*, 2021, 16, e0248920. doi: 10.1371/journal.pone.0248920