

Sistema de Atención Telemédica para la Liberación de Camas con Atención en Tiempo Real de Pacientes Covid

Mtro. Leonardo Miguel Moreno Villalba, Dr. Francisco Jacob Ávila Camacho y Mtro. Luis Alberto Fernández Valdovinos



Acerca de los autores...

Académico de la División de Ingeniería Informática del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

Resumen

La situación en el ámbito de la salud en México debido a la pandemia mundial de Covid-19, es alarmante, por lo cual se propone aportar a la sociedad mexicana, la implementación de un sistema móvil enfocado en la telemedicina, basado en un dispositivo electrónico, innovador, práctico y discreto, que puede ser utilizado de manera eficiente por la población en general. Para ello, se diseñó un sistema

que funciona como señal de alerta, apoyándose en una base de datos, en conjunto con la aplicación móvil. Se trata de un sistema de monitoreo basado en pacientes con Covid-19, con el fin de obtener los datos en tiempo real. Dicho sistema recibe información, la procesa y posteriormente la envía al dispositivo móvil, mismo que muestra los datos exactos y envía el reporte al médico especialista del paciente.

Abstract

The situation in the field of health in Mexico due to the global pandemic of Covid-19, is alarming, for which it is proposed to contribute to Mexican society, the implementation of a mobile system focused on telemedicine, based on an electronic device, innovative, practical and discreet, it can be used efficiently by the general population. For this, a system was designed that functions as a warning signal, relying on a database, in conjunction with the mobile application. It is a monitoring system based on patients with Covid-19, in order to obtain data in real time. Said system receives information, processes it and subsequently sends it to the mobile device, which displays the exact data and sends the report to the patient's medical specialist.

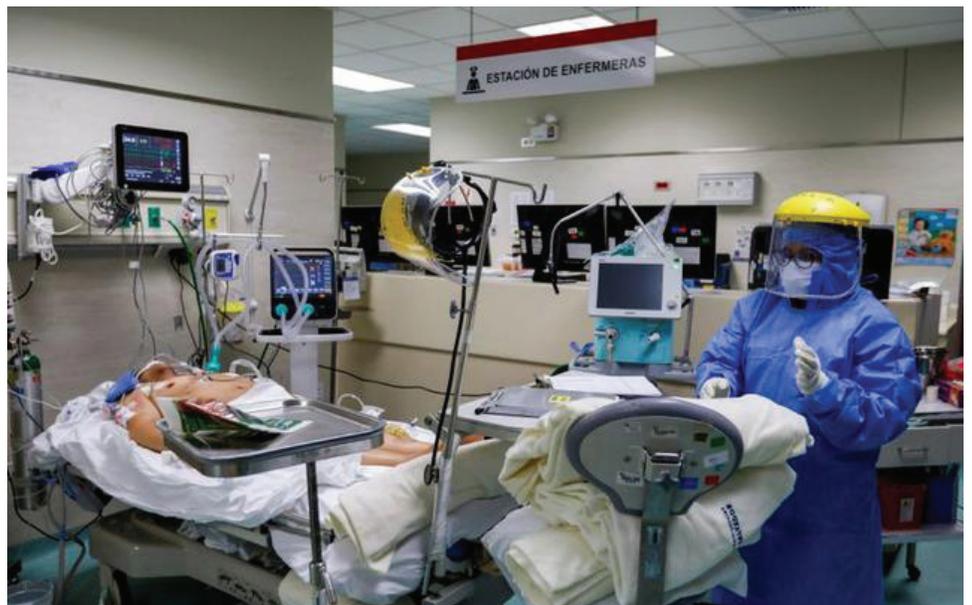
Introducción

El virus SARS-CoV-2, mejor conocido por Covid-19 ha sido identificado como la causa de un brote de enfermedad respiratoria en Wuhan, provincia de Hubei, China, a partir de diciembre del 2019. Al 31 de enero de 2020, esta epidemia se había extendido a 19 países con 11,791 casos confirmados, incluidas 213 muertes. La Organización Mundial de la Salud lo declaró como una Emergencia de Salud Pública de Importancia Internacional. (Moazzami *et al.*, 2020)

La telemedicina directa al consumidor puede permitir a los pacientes conectarse con su proveedor de atención médica a distancia. Esta plataforma virtual podría ser utilizada a través de teléfonos inteligentes o computadoras con cámara web. (Portnoy *et al.*, 2020). Gracias al confinamiento sugerido para combatir el incremento en el número de contagios, junto a el uso de la distancia segura, llevó a que grandes organizaciones para la salud e instituciones médicas independientes se decantaran por usar tecnologías de teleasistencia, para dar seguimiento a sus pacientes (Brotman and Kotloff, 2020, p. 1). Este cambio tan abrupto ha probado que el desarrollo de tecnologías para telemedicina es un campo que ofrece nuevas oportunidades de implementar estrategias y propuestas basadas en la interacción a distancia.

I. Marco Teórico

La telemedicina, como primera definición formal, fue propuesta en 1971 por Bird (Bird *et al.*, 1971), quien la definió como el aspecto de la práctica médica llevada a cabo sin el contacto tradicional entre médico y paciente, pero con el uso de transmisión audiovisual interactiva. Posteriormente, en una definición un poco más explícita, Willemain y Mark (Duplaga & Zieliński, 2007) señalaron que todos los sistemas



utilizados por médicos y pacientes que se encuentran en diferentes lugares, están contenidos en la telemedicina, Más adelante, en una descripción un poco más compleja Duplaga & Zieliński (2007), la definieron como un conjunto de sistemas telemédicos que deben cumplir varios criterios, incluida la distancia geográfica entre los centros que participan en la transmisión de la información médica, el uso de tecnología teleinformática como sustituto del contacto directo, el empleo de personal dedicado al mantenimiento del sistema y la aplicación de pautas clínicas que regulan el diagnóstico y el tratamiento de pacientes.

En 1999 surgió una definición adoptada para una sesión informativa del Congreso sobre Telemedicina en los Estados Unidos, que originó una declaración aún más informativa, sin ser detallada (Coiera, 2014): La telemedicina utiliza tecnología de la información y telecomunicaciones para transferir información médica para diagnóstico, terapia y educación. La información médica puede incluir imágenes, video y audio en vivo, archivos de video y sonido, registros médicos del paciente y datos de salida de dispositivos médicos. La transferencia puede involucrar comunicación de video y audio interactiva entre pacientes y profesionales médicos, o entre aquellos profesionales, sin la participación del paciente. Alternativamente, puede simplemente describir la transmisión de datos del paciente desde dispositivos de monitoreo (telemetría) o desde historiales médicos (registros electrónicos de pacientes).

Otro concepto asociado a la telemedicina es la telesalud, definida como (Coiera, 2014) el uso de tecnologías de la información y comunicación para transferir información de salud para la prestación de servicios clínicos, administrativos y educativos. La telemedicina permite a los proveedores de atención médica ayudar a sus pacientes sin estar físicamente presentes. Permite la evaluación, diagnóstico y tratamiento de afecciones en forma remota. La atención virtual incluye la telemedicina y abarca otras formas de comunicación con el paciente para permitir registros y monitoreo.

II. Impacto o Beneficio

Los sistemas de atención médica en todo el mundo, buscan la forma de mantener su capacidad de proporcionar servicios no solo a las personas afectadas por Covid-19, sino también a los pacientes con trauma y aquellos que sufren de otras enfermedades agudas y crónicas, al tiempo que protege a los médicos, enfermeras y demás personal de salud aliado. Por ello, no sorprende que los sistemas de salud dentro de los Estados Unidos y en todo el mundo, estén recurriendo a la telemedicina para brindar atención, mientras mantienen a los pacientes en sus hogares. La conversión masiva a telemedicina demuestra su utilidad como una herramienta eficaz para el llamado distanciamiento social en clínica, así como un posible modelo novedoso que permita liberar camas para atención hospitalaria básica.

III. Metodología

Este proyecto está centrado en la problemática que se ha tenido en los últimos dos años a consecuencia de la pandemia por Covid-19 y cómo el país ha presentado ciertas problemáticas a la hora de suministrar apoyo a la población, como lo es el servicio médico, teniendo como obstáculo el desabasto de camas en los hospitales para pacientes con Covid-19, y tomando en cuenta que se está en una condición de emergencia por la falta de conocimiento sobre este virus y la situación médica de los pacientes, por lo que desarrolló una propuesta de solución. El proceso general de la propuesta se muestra en la Figura 1 (European Center for Disease Prevention and Control, 2020).



Figura 1

Fases de desarrollo de la Propuesta de Solución (Mejía López, Ruiz Guzmán, Gaviria Ocampo, & Ruiz Guzmán, 2019).

Necesidad: Contar con un dispositivo que ayude a diagnosticar y visualizar el estado de salud del paciente con Covid-19.

Objetivo: Diseñar un sistema de seguimiento para un dispositivo Android OS a su vez facilitar los datos a un especialista médico, que pueda monitorear a los pacientes con Covid-19 de manera rápida y efectiva.

Definición del problema: Existe una falta de camas de hospital destinadas a pacientes con Covid-19 a los cuales se les debe diagnosticar su estado de salud para, en dado caso, la asignación de dichas camas.

Justificación: Es importante implementar nuevas tecnologías para hacer un análisis sobre los elementos que se necesitan, obtener un diagnóstico por parte de los médicos y así dar aviso para el uso o liberación de camas de hospital, lo que nos lleva a que estos parámetros sean procesados y enviados en tiempo real, por medio de una comunicación a un dispositivo con Android OS a un especialista médico, con la finalidad de apoyar al personal especializado a evaluar rápidamente los estados del servicio de camas de hospital y así dar apoyo a los pacientes con Covid-19, con lo cual se busca ayudar a reducir los tiempos de espera para una cama y así obtener mejor atención médica.

Ya se han realizado estudios similares en otros países con diferentes tecnologías que han arrojado resultados positivos, como el caso de un método para predecir bradicardia usando sensores IoT compatibles con Arduino (Banerjee *et al.* 2021, p.7). Y también el diseño de una red de telemedicina para el diagnóstico de pacientes en los centros de salud (Sotomayor Mamani, 2019). El uso de dispositivos inteligentes es tendencia, ya que facilita mucho la transferencia de datos.

En la Figura 2 se puede apreciar el funcionamiento general del sistema propuesto.

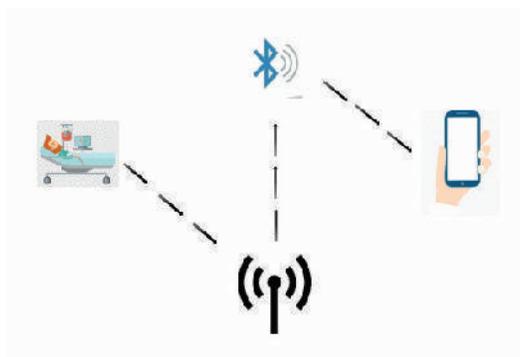


Figura 2

Esquema general de funcionamiento del sistema propuesto.

IV. Implementación y Resultados

Después de haber seguido la metodología propuesta, se llegó a un diseño funcional. La lógica de funcionamiento del sistema a diseñar, se muestra en el diagrama de flujo de la Figura 3. Mientras que en la Figura 4 se aprecia el diagrama de conexión y simulación de los diferentes componentes que integran al sistema, como los son Firestore, para el almacenamiento de datos; Bluetooth, como comunicación entre dispositivo y app Android; Dashboard, usando elementos de bootstrap y dispositivo Android “Para que un sistema de estas características funcione de forma correcta y eficientemente, se debe contar con los siguientes elementos: equipos capaces de comunicarse, medio de comunicación, estándares y protocolos”. (Cardier *et al.*, 2016, p. 2). A continuación se representa el diseño de la aplicación para dispositivos móviles que se utilizará en el sistema, así como el diseño de la App móvil.

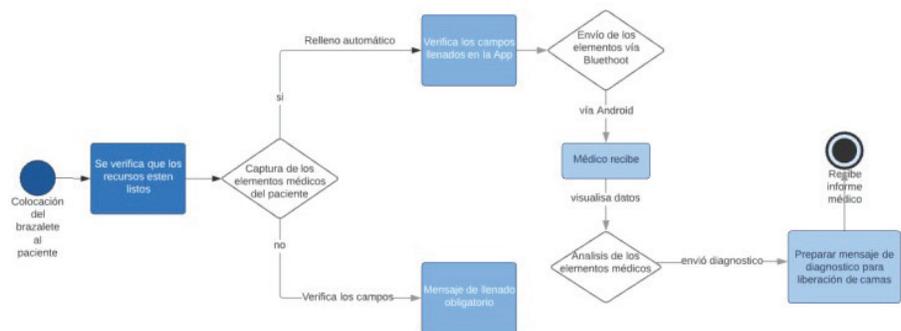


Figura 3

Diagrama de flujo para el funcionamiento del sistema propuesto.

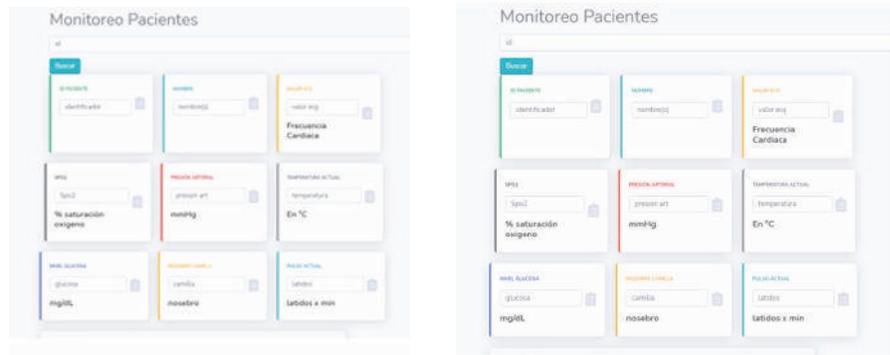


Figura 4

Esquema de monitoreo y simulación del sistema propuesto (con datos y sin datos).

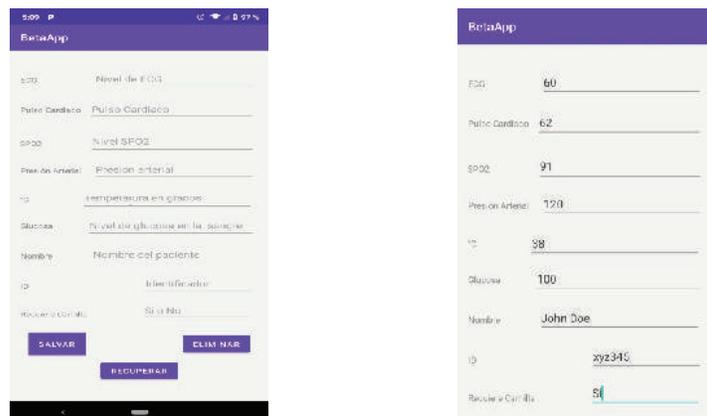


Figura 5

Interfaz de la App y diseño del sistema.

Al momento de ingresar a la aplicación móvil, ésta permite visualizar los campos que se deben llenar para conocer el estado de salud del paciente (como se muestra en la Figura 5) con el fin de obtener detalles adicionales sobre cómo evoluciona la persona durante su estancia en el hospital. En la Figura 6 se presenta la base de datos funcional estructurada en colecciones, que para el caso se llama “Pacientes” y cada colección tiene un documento. Estos documentos son llamados de acuerdo con el ID de paciente o expediente, para posteriormente mostrar los datos que contiene cada uno.

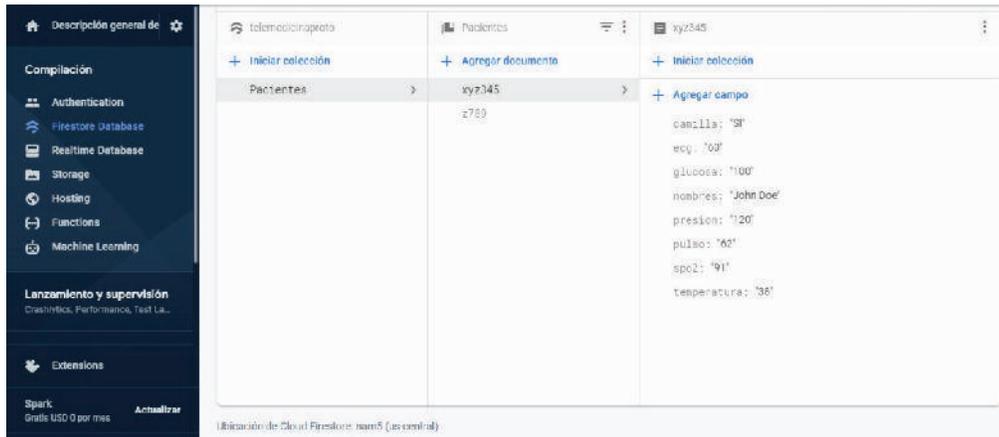


Figura 6

Base de datos “Pacientes”.

Para determinar la precisión de la base de datos “Pacientes”, se realizaron pruebas tomando en cuenta los datos obtenidos del paciente. Las gráficas que se presentan en la Figura 7, muestran la temperatura del paciente por hora y por día, sabiendo que puede haber una variación mínima o muy grande en la temperatura del mismo.



Figura 7

Gráficas que muestran el error en las mediciones del GPS.

Conclusiones

Se diseñó un dispositivo basado en una App móvil, para el monitoreo en tiempo real de los pacientes con Covid-19. El sistema desarrollado permite el almacenamiento de los datos del paciente adquiridos por medio de sensores que monitorean la oxigenación en la sangre, la presión arterial, el pulso, etcétera, lo cual provee valiosa información en caso de una situación crítica. En el futuro inmediato, se enfocará el trabajo en la mejora de varios aspectos del diseño final del dispositivo, con el propósito de obtener distintos modelos que puedan ser portados de distintas formas. Los posteriores diseños, podrían considerar la inclusión de funciones nuevas, como la grabación de audio de los alrededores durante la revisión médica.

Referencias

- Banerjee, P. S., Karmakar, A., Dhara, M., Ganguly, K., & Sarkar, S. (2021). A novel method for predicting bradycardia and atrial fibrillation using fuzzy logic and Arduino supported IoT sensors. *Medicine in Novel Technology and Devices*, 10, 100058. <https://doi.org/10.1016/j.medntd.2021.100058>
- Bird, K. T., Clifford, M. H., & Dwyer, T. F. (1971). *Teleconsultation: A new health information exchange system*. <https://books.google.com.mx/books?id=TpFjM1fW6cYC&pg=PP2&lpg=PP2&dq=Teleconsultation:+a+new+health+information+exchange+system.+Third+Annual+Rep.&source=bl&ots=QWLBAa7lKN&sig=ACfU3U0Wlg0LIhksReFndw8KrX9NNIK0JA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewiZhrvE-cfpAhUMC6wKHANsA>
- Brotman, J. J., & Kotloff, R. M. (2020). Providing Outpatient Telehealth in the United States. *Chest*. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.11.020>
- Cardier, M., Manrique, R., Huarte, A., Valencia, M. L., Borro, D., Calavia, D., & Manrique, M. (2016). Telemedicina. Estado actual y perspectivas futuras en audiología y otología. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 27(6), 840-847. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.11.016>
- Coiera, E. (2014). *Essentials of Telemedicine and Telecare*. <https://www.researchgate.net/publication/24955652>
- Duplaga, M., & Zieliński, K. (2007). Evolution of IT-Enhanced Healthcare: From Telemedicine to e-Health. In *Information Technology Solutions for Healthcare* (pp. 1-21). Springer London. https://doi.org/10.1007/1-84628-141-5_1
- European Center for Disease Prevention and Control. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: increased transmission in the EU/EEA and the UK – seventh update. *European Center for Disease Prevention and Control, 2019* (March).
- Moazzami, B., Razavi-Khorasani, N., Dooghaie Moghadam, A., Farokhi, E., & Rezaei, N. (2020). COVID-19 and telemedicine: Immediate action required for maintaining healthcare providers well-being. *Journal of Clinical Virology*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104345>
- Portnoy, J., Waller, M., & Elliott, T. (2020). Telemedicine in the Era of COVID-19. In *Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice* (Vol. 8, Issue 5, pp. 1489-1491). American Academy of Allergy, Asthma and Immunology. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2020.03.008>
- Sotomayor Mamani, J. R. (2019). *Diseño de una Red de Telemedicina para el Diagnóstico de Pacientes en los Centros de Salud Chucuito – Puno Utilizando Internet de las Cosas* [Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistemas]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13172/Sotomayor_Mamani_Jhonathan_Rubens.pdf?sequence=1&isAllowed=y