



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN**

Optimización del tiempo de espera para la atención médica de pacientes
externos entre múltiples instituciones de salud privadas

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el grado de bachiller en Ingeniería de Sistemas de Información

AUTOR(ES)

Castro Velásquez, Cesar Eduardo (0000-0002-3769-6553)

Barrera Barrera, Wendy Jesús (0000-0003-2193-7567)

ASESOR

Armas Aguirre, Jimmy (0000-0002-1176-8969)

Lima, 11 de febrero del 2021

DEDICATORIA

*Dedicado a nuestras familias y amigos que nos apoyaron y motivaron constantemente
para alcanzar nuestros logros.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres, familiares, profesores y amistades por habernos brindado su tiempo, paciencia y nos guiaron en el desarrollo del proyecto.

RESUMEN

En el Perú, el tiempo de espera para la consulta en las instituciones de salud está limitado por el número de recursos médicos y sus franjas horarias disponibles. Investigaciones recientes han demostrado que los sistemas en línea basados en la programación de citas médicas ayudan a los centros médicos a reducir el tiempo de espera de los pacientes para recibir atención médica. La presente investigación tiene como objetivo analizar y comparar sistemas de reserva de citas médicas, tomando en cuenta sus ventajas, características y funcionalidades que ayuden en la optimización de tiempo de espera para la atención médica y mejoren la calidad de la atención a los usuarios. Asimismo, se analizará las plataformas Cloud y herramientas multiplataforma que ayudarán en el desarrollo de la solución tecnológica.

Palabras clave: tiempo de espera ambulatorio; cita médica; programación de citas; programación de citas médicas

Waiting time optimization for outpatient medical care among multiple private health care facilities

ABSTRACT

In Peru, waiting time for medical appointments at healthcare facilities is limited by the number of medical resources and their available time slots. Recent studies have shown that online systems based on medical appointment scheduling help medical centers to reduce patients' waiting time for medical healthcare. The present research aims to analyze and compare medical appointment scheduling systems, considering their advantages, features and functionalities that help in the optimization of waiting time for medical care and improve the quality of care to users. Likewise, Cloud platforms and cross-platform development tools that will help in the development of the technological solution will be analyzed.

Keywords: outpatient waiting time; medical appointment; appointment scheduling; medical appointment scheduling

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	7
2	ESTADO DEL ARTE	7
2.1	SISTEMA DE PROGRAMACIÓN DE CITAS.....	8
2.2	EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS DE DESARROLLO MULTIPLATAFORMA	10
2.3	EVALUACIÓN DE LA PLATAFORMA EN LA NUBE	11
3	APORTE	12
3.1	DESCRIPCIÓN DEL APORTE.....	12
4	CONCLUSIONES	13
5	REFERENCIAS	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Características de la programación de citas médicas	8
Tabla 2 - Ventajas de implementar un sistema de programación de citas médicas.....	10
Tabla 3 - Plataformas Cloud.....	11

1 INTRODUCCIÓN

El tiempo de espera es un indicador de la calidad de los servicios sanitarios que influye directamente en la atención primaria del paciente [1]. Según Cao et al. (2011), hay dos tipos de tiempo de espera en consultas externas: la espera antes de la consulta y la espera después de la consulta. El tiempo de espera antes de la consulta ha cobrado mayor interés en los estudios, el cual se divide en tiempo de espera para la programación y tiempo de espera para la consulta [2].

En el Perú, el tiempo de espera para la consulta en las instituciones de salud está limitado por el número de recursos médicos y sus franjas horarias disponibles. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Perú cuenta con 12,8 médicos por cada 10.000 habitantes; considerándose muy por debajo del promedio de 33 por 10.000 recomendado por la institución [3]. Debido a la limitación de los recursos médicos y de las franjas horarias disponibles, SUSALUD informó que los pacientes ambulatorios esperan en promedio 6 días para recibir atención médica en las instituciones de salud privadas [4]. Los largos tiempos de espera no sólo provocan la insatisfacción de los pacientes externos, sino que también hacen que los pacientes que requieren un tratamiento inmediato no puedan acceder a los servicios médicos a tiempo, lo que provocará un deterioro progresivo de su salud debido a la demora del servicio [5].

Investigaciones recientes han demostrado las ventajas de los sistemas en línea basados en la programación de citas médicas. La solución no sólo se centra en proporcionar a los pacientes la posibilidad de tener información en tiempo real para reservar una cita médica, sino que también ayuda a los centros médicos a reducir el tiempo de espera de los pacientes para recibir atención médica [6].

La presente investigación tiene como objetivo analizar y comparar sistemas de reserva de citas médicas, tomando en cuenta sus plataformas tecnológicas, frameworks de programación, características y funcionalidades que ayuden en la optimización de tiempo de espera para la atención médica y mejoren la calidad de la atención a los usuarios.

2 ESTADO DEL ARTE

En la fase de estado del arte, se investigaron los sistemas basados en la programación/reserva de citas, las plataformas tecnológicas y las herramientas de desarrollo de la solución móvil.

2.1 Sistema de Programación de Citas

Habibi, Mohammad Reza Mazaheri et al. (2019) propusieron un sistema de programación de citas, que se implementó en hospitales privados que no tenían un sistema en línea. La solución tenía una versión web y otra móvil del sistema; y se basaba en tres usuarios finales: secretarías, médicos y pacientes. Los dos primeros utilizaban el sistema para gestionar las citas médicas y el tercero utilizaba la solución móvil para reservar citas [7]. Por otro lado, una solución diferente investigada es ZocDoc, que ofrece a los pacientes la posibilidad de buscar citas de diferentes proveedores de atención médica en función de su seguro médico y su zona de ubicación. Los resultados de la evaluación del sistema afirmaron que proporciona un mayor acceso a las citas disponibles ya que, 17 de las 20 ciudades encuestadas en EE. UU. presentaban citas médicas disponibles en los tres días siguientes [8]. En Turquía también se implantó un sistema de citas médicas centralizado (CDAS). El sistema pretende simplificar la programación de citas por parte de los ciudadanos en todos los hospitales que dependen del Ministerio. Inal evaluó la usabilidad del CDAS, donde se hizo evidente la necesidad de simplificar la interfaz de la aplicación para los usuarios. Además, debido a la importancia de la implantación de la administración electrónica, se hizo hincapié en aumentar el rendimiento y la eficiencia para no disminuir la productividad total de los centros sanitarios públicos [9].

A partir de las soluciones investigadas se identificaron las funcionalidades y características de los sistemas de programación de citas médicas, que se presentan en la siguiente tabla

Tabla 1 - Características de la programación de citas médicas

N°	Funcionalidades de sistemas de reserva de citas médicas	
	<i>Características</i>	<i>Referencias</i>
1	Búsqueda por calendario	[1], [8]
2	Reserva/programación de citas médicas en línea	[1], [6], [7], [8], [9]
3	Filtro de búsqueda de médicos	[1], [7], [8], [9]
4	Formulario de registro de pacientes	[1], [6], [8]
5	Cancelar/programar citas	[1], [6], [7]

6	Recordatorios o alarmas	[1], [6]
7	Formularios y recomendaciones según los síntomas	[1], [6]
8	Mensajería con los médicos	[6]
9	Calificación de los médicos	[8]
10	Buscar por seguro médico	[8]
11	Buscar por ubicación	[8]
12	Políticas de acceso	[10], [11]

En cuanto al formulario de registro de pacientes, Yang, Po-Chin et al. (2019), en su estudio sobre las características de los sistemas de programación de citas médicas en Taiwán, mencionan que el número de identificación era el elemento más requerido en los formularios (98,5%), seguido del año y la fecha de nacimiento (88,6%) [6].

En cuanto a la política de acceso para concertar citas, Ahmadi Javid, Amir et al. (2017) presentan tres tipos de políticas: tradicional, acceso abierto (acceso avanzando) y acceso híbrido. La primera ofrece a los pacientes la posibilidad de programar sus citas médicas con antelación, mientras que la política de acceso abierto permite programarlas el mismo día. Por último, el acceso híbrido ofrece a los pacientes la posibilidad de programar sus citas en el mismo día y con antelación. Asimismo, se considera como una política de acceso cuando los pacientes reservan una cita para el mismo día o para al día siguiente. El análisis revela que la política de acceso abierto (y la política del mismo día o del día siguiente) supera la política tradicional [10]. Según Cho, D. & Kyle, C. (2018), la política de acceso abierto permite a los médicos atender a más pacientes; sin embargo, la política tradicional ofrece a los médicos más control sobre su agenda y la posibilidad de limitar las horas extras [11].

Los servicios de citas médicas basados en la web se clasifican en SaaS y patentados. El SaaS o software como servicio está basado en la nube y es proporcionado y mantenido por empresas de informática sanitaria, como ZocDoc e InQuicker, mediante una suscripción de pago. Por otro lado, los sistemas patentados son implantados y gestionados por cada centro

sanitario. Los dos tipos de sistemas se integran en los sitios web de los proveedores de servicios sanitarios [1].

Por último, es importante centrarse en las preferencias de los usuarios en el desarrollo de sistemas de programación de citas médicas. Ahmadi Javid, Amir et al. (2017) mencionan que las preferencias dependerán de cada paciente según el día de la cita y el médico que le ofrezcan los proveedores de salud [10]. La Tabla II muestra los beneficios de la implementación de un sistema de programación de citas en un centro de salud.

Tabla 2 - Ventajas de implementar un sistema de programación de citas médicas

N°	Ventajas de implementar un sistema de programación de citas médicas	
	<i>Beneficios</i>	<i>Referencias</i>
1	Reducción del tiempo de espera	[1], [7], [8]
2	Disminución de la tasa de no presentación	[1], [7], [8]
3	Aumento de la satisfacción de los usuarios	[1], [7], [8]
4	Turnos disponibles	[8]

2.2 Evaluación de Herramientas de Desarrollo Multiplataforma

Los desarrolladores quieren abarcar más usuarios, y las herramientas de desarrollo multiplataforma ayudan a desarrollar la aplicación, una sola vez, tanto para el sistema operativo Android como para el iOS a un menor coste [12]. React Native como herramienta multiplataforma facilita la creación de interfaces de usuario de manera eficiente y tiene una de las mayores cantidades de contribuyentes para cualquier repositorio en GitHub [13]; por lo tanto, el código, el soporte y la documentación [14] ayudarán en el desarrollo de la

interfaz. El rendimiento de React native es adecuado para el desarrollo de la solución propuesta [15].

2.3 Evaluación de la Plataforma en la Nube

Cloud Computing proporciona servicios de aplicaciones, plataformas, servidores de red, entre otros, a través de recursos tecnológicos [16]. Los nuevos startups se centran en proyectos y servicios en la Nube como PaaS (Plataformas como Servicio). Estos sistemas son entornos DevOps (desarrollo y operaciones) que proporcionan herramientas eficientes para la creación y soporte de aplicaciones en la nube [17].

Tabla 3 - Plataformas Cloud

N°	Plataformas Cloud	
	Plataforma	Descripción
1	Google Cloud Platform	La plataforma se utiliza para crear soluciones a través de la tecnología almacenada en la nube, así como para utilizar los servicios de integración, que proporcionan un flujo de control con el fin de realizar el trabajo en relación con el procesamiento real que ocurre dentro del flujo de datos [18].
2	Amazon Web Service	Es un servicio para la implementación y escalado de servicios, y desarrollo de aplicaciones web con los lenguajes de programación Java, .NET, PHP, Python, Ruby y Docker sobre servidores como Apache, Passenger, etc. La plataforma permite subir tu proyecto y gestionará automáticamente la implementación, el escalado automático, hasta la monitorización del estado de la aplicación [19].
3	Microsoft Azure	Microsoft Azure está diseñado para soportar el ciclo de vida completo de las soluciones web, como la creación, prueba, despliegue, gestión y actualización de móviles. Esta plataforma tiene dos componentes principales: archivos de aplicación y archivos de configuración.

		Azure se encarga de todo el trabajo de los sistemas operativos, ya que todo su enfoque es la creación de una aplicación de calidad para sus usuarios finales [20].
--	--	--

3 APORTE

3.1 Descripción del aporte

La limitación de recursos médicos y la disponibilidad de horarios provocan que pacientes ambulatorios esperen en promedio 6 días para recibir atención médica en las instituciones de salud privadas. Para mejorar el acceso y calidad de atención al usuario, se propone una solución tecnológica que optimice el tiempo de espera de los pacientes externos desde la programación de la cita hasta que el cumplimiento del servicio médico. Investigaciones recientes han demostrado que los sistemas en línea basados en la programación de citas médicas ayudan a los centros médicos a reducir el tiempo de espera de los pacientes para recibir atención médica [6].

La solución tecnológica se basará en la política de acceso abierto o del día siguiente, el cual permite a los pacientes reservar su cita para el mismo día en que lo solicitan o para el día posterior. Esta política es óptima ya que es viable por el tipo de usuario en el que se enfoca la solución, los cuales son pacientes externos que requieren citas de manera urgente [10]. A diferencia de los sistemas tradicionales donde se ofrece opciones limitadas de citas, nuestra solución consumirá servicios web de distintos centros de salud. La solución se basa en el sistema ZocDoc que, al contar con diferentes proveedores de atención médica, brinda un mayor acceso a citas disponibles [8]; lo que ayudará a optimizar el tiempo de espera. Como parte de las funciones de la solución, los usuarios tendrán la capacidad de programar una cita según la especialidad médica, fecha, ubicación y seguro médico.

En la investigación se descubrió la relevancia en el uso de formularios para la primera visita al centro médico de acuerdo a la investigación de las características de sistemas de reserva de citas de Yang et al. (2019), por lo que se implementará un formulario de registro cuando el paciente reserve su primera cita. Dicho formulario requiere datos como el documento nacional de identidad (DNI), fecha de nacimiento, nombres y teléfono, con el fin de proporcionarlo al centro de salud elegido para su atención.

Para la creación de interfaces de usuario, se emplea React Native como herramienta multiplataforma ya que, posee una de las mayores cantidades de contribuyentes en Github [13] y tiene amplia documentación para el aprendizaje que ayuda en solución de problemas al momento de utilizar la plataforma. Debido a la arquitectura altamente centrada en componentes de React Native, mejora el desarrollo y la mantenibilidad a largo plazo de la solución [14].

En cuanto a plataformas Cloud, se resalta que las plataformas como servicio (PaaS) brindan herramientas eficientes para la creación y soporte de aplicativos en la nube [17]. De las plataformas analizadas se seleccionó Microsoft Azure debido a los estándares de seguridad que provee, usabilidad, compatibilidad y a las múltiples herramientas de desarrollo y gestión como: Azure Resource Manager y Visual Studio Services respectivamente [17]. Dentro del servidor Azure se almacenará la capa de negocio y de datos de la solución móvil.

4 CONCLUSIONES

Durante la realización de la presente investigación, se realizó el análisis de trabajos relacionados con la evaluación e implementación de sistemas de reserva de citas médicas, con el fin de obtener las tecnologías que aporten valor a la solución móvil para optimizar el tiempo de espera para la atención médica de pacientes externos entre múltiples instituciones de salud privadas. Esto se realiza mediante el uso de políticas de acceso que permitirá a los usuarios reservar su cita médica para el mismo día o para el día siguiente, lo que disminuye considerablemente el tiempo de espera. Se obtendrá información en tiempo real sobre turnos disponibles existentes y el usuario podrá elegir entre múltiples instituciones de salud según su necesidad. La solución se conectará con múltiples servicios web de distintos centros médicos privados, lo que promoverá turnos de atención médica disponibles y brindará al paciente la capacidad de poder elegir dónde y cuándo atenderse sin limitaciones. La propuesta se basa en el sistema ZocDoc que, al tener diversidad de proveedores de salud, provee mayor acceso a citas disponibles. Finalmente, se identificaron React Native y Azure como las herramientas tecnológicas más adecuadas para el desarrollo de nuestro proyecto debido a su alto performance, usabilidad y compatibilidad que poseen.

5 REFERENCIAS

- [1] Zhao, P., Yoo, I., Lavoie, J., Lavoie, B. J., & Simoes, E. (2017). Web-Based Medical Appointment Systems: A Systematic Review. *Journal of medical Internet research*, 19(4), e134. <https://doi.org/10.2196/jmir.6747>
- [2] Cao, W., Wan, Y., Tu, H., Shang, F., Liu, D., Tan, Z., ... Xu, Y. (2011). A web-based appointment system to reduce waiting for outpatients: A retrospective study. *BMC Health Services Research*, 11(1). doi:10.1186/1472-6963-11-318
- [3] Gestión (2018) Perú tiene 12.8 médicos por cada 10,000 habitantes, muy abajo de países OCDE [En línea] Disponible: [https://gestion.pe/peru/peru-12-8-medicos-10-000-habitantes-abajo-paises-ocde-236346-noticia/#:~:text=Per%C3%BA%20cuenta%20con%2012.8%20m%C3%A9dicos,Minsa\)%20de%20la%20Cooperaci%C3%B3n%20Italiana](https://gestion.pe/peru/peru-12-8-medicos-10-000-habitantes-abajo-paises-ocde-236346-noticia/#:~:text=Per%C3%BA%20cuenta%20con%2012.8%20m%C3%A9dicos,Minsa)%20de%20la%20Cooperaci%C3%B3n%20Italiana)
- [4] SUSALUD (2016) Encuesta Nacional de Satisfacción de Usuario en Salud [online] Disponible: <http://portal.susalud.gob.pe/wp-content/uploads/archivo/encuesta-sat-nac/2016/PRESENTACION-SUSALUD-2016.pdf>
- [5] Vidal, T. B., Rocha, S. A., Harzheim, E., Hauser, L., & Tesser, C. D. (2019). Scheduling models and primary health care quality: a multilevel and cross-sectional study. *Revista De Saúde Pública*, 53, 38. <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2019053000940>
- [6] Yang, P.-C., Chu, F.-Y., Liu, H.-Y., Shih, M.-J., Chen, T.-J., Chou, L.-F., & Hwang, S.-J. (2019). Features of Online Hospital Appointment Systems in Taiwan: A Nationwide Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(2), 171. doi:10.3390/ijerph16020171
- [7] Habibi, M., Mohammadabadi, F., Tabesh, H., Vakili-Arki, H., Abu-Hanna, A., & Eslami, S. (2019). Effect of an Online Appointment Scheduling System on Evaluation Metrics of Outpatient Scheduling System: a before-after Multicenter Study. *Journal of medical systems*, 43(8), 281. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1383-5>
- [8] Kurtzman, G. W., Keshav, M. A., Satish, N. P., & Patel, M. S. (2018). Scheduling primary care appointments online: Differences in availability based on health insurance. *Healthcare*, 6(3), 186–190. doi:10.1016/j.hjdsi.2017.07.002

- [9] Inal, Y. (2019), "Heuristic-based user interface evaluation of the mobile centralized doctor appointment system: A case study", *The Electronic Library*, Vol. 37 No. 1, pp. 81-94. <https://doi.org/10.1108/EL-06-2018-0114>
- [10] Ahmadi-Javid, A., Jalali, Z., & Klassen, K. J. (2017). Outpatient appointment systems in healthcare: A review of optimization studies. *European Journal of Operational Research*, 258(1), 3–34. doi:10.1016/j.ejor.2016.06.064
- [11] Cho D, & Cattani, K. (2018). The Patient Patient: The Performance of Traditional versus Open-Access Scheduling Policies. *Decision Sciences*.doi: 10.1111/deci.12351
- [12] Ciman, M., & Gaggi, O. (2017). An empirical analysis of energy consumption of cross-platform frameworks for mobile development. *Pervasive and Mobile Computing*, 39, 214–230. doi:10.1016/j.pmcj.2016.10.004
- [13] React Native (2020) React Native. [En línea] Disponible: <https://reactnative.dev/>
- [14] Rieger, C. & Majchrzak, T. A.(2019). Towards the definitive evaluation framework for cross-platform app development approaches. *Journal of Systems and Software*, 153, 175-199. doi:10.1016/j.jss.2019.04.001
- [15] Biørn-Hansen, A., Grønli, T.-M., & Ghinea, G. (2019). Animations in Cross-Platform Mobile Applications: An Evaluation of Tools, Metrics and Performance. *Sensors*, 19(9), 2081. doi:10.3390/s19092081
- [16] Alshwaier, Abdullah. (2012). A New Trend for E-Learning in KSA Using Educational Clouds. *Advanced Computing: An International Journal*. 3. 81-97. 10.5121/acij.2012.3107
- [17] Li, Z., Zhang, Y., & Liu, Y. (2017). Towards a full-stack devops environment (platform-as-a-service) for cloud-hosted applications. *Tsinghua Science and Technology*, 22(01), 1–9. doi:10.1109/tst.2017.7830891
- [18] Google (2020) Descripción general de Google Cloud Platform [En línea] Disponible: <https://cloud.google.com/docs/overview>
- [19] Amazon (2020) AWS Elastic Beanstalk [En línea] Disponible: <https://aws.amazon.com/es/elasticbeanstalk/>
- [20] Microsoft (2020) What is Azure? [En línea] Disponible: <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-azure>