

.....

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL CONTROL DE VACUNACIÓN DE COVID-19

Mobile app development for the control of Covid-19 vaccination

.....

.....

Lic. Lizbeth Soto Soto

Alumna de Posgrado de Maestría en Administración y Desarrollo de Negocios del Instituto Tecnológico de Sonora
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5198-7616>
lizbeth.soto209031@potros.itson.edu.mx

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Profesor investigador del Instituto Tecnológico de Sonora
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7576-9338>
carlos.hinojosa@itson.edu.mx

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Profesor investigador del Instituto Tecnológico de Sonora
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4059-2149>
ramon.palacio@itson.edu.mx

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue desarrollar una aplicación móvil para el control de vacunación de Covid-19, que permita hacer eficiente los procesos e impactar en la toma de decisiones de los diferentes sectores, para la reactivación de las actividades y minimizar los riesgos. Para ello, se analizó la situación actual referente a la existencia de sistemas de vacunación digital, iniciando con una búsqueda de conocimientos individuales apoyada en sitios web, foros y la página de la Organización Mundial de la Salud. Se desarrolló un estudio cualitativo, transversal descriptivo a través de grupos de discusión para conocer diferentes perspectivas y necesidades, así como los requerimientos con los cuales debe cumplir el sistema de vacunación, donde el objeto de estudio fue el personal del sector educativo, empresarial, de salud y personas vacunadas. Finalmente, se logró diseñar la solución y el desarrollo del prototipo de alta fidelidad de la aplicación móvil, beneficiando la toma de decisiones de las organizaciones relacionadas con retomar labores, reubicar a su personal en los diferentes puestos de trabajo e incluso volver a sus actividades de manera normal.

Palabras clave

Aplicación móvil, esquema de vacunación, Covid-19.

Abstract

The objective of this research was to develop a mobile application for the control of Covid-19 vaccination, which makes it possible to streamline processes and impact decision-making in different sectors to reactivate activities and minimize risks. To do this, the current situation regarding the existence of digital vaccination systems was analyzed, starting with a search for individual knowledge supported by websites, forums and the World Health Organization page, a qualitative, cross-sectional descriptive study was developed. Through discussion groups to learn about different perspectives and needs, as well as the requirements with which the vaccination system must comply, where the object of study were personnel from the educational, business, health and vaccinated sectors. Finally, it was possible to design the solution and the development of the high-fidelity prototype of the mobile application, benefiting the decision-making of the organizations to resume work, relocate their staff to different jobs and even return to their activities in a normal.

Keywords

Mobile application, vaccination scheme, Covid-19.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la crisis económica generada por el Covid-19 tiene un impacto importante en los países de América Latina y el Caribe, ya que la estructura productiva de la región presenta pocas actividades de producción, procesamiento de recursos naturales y empresariales. La gran mayoría de las empresas de la región han registrado importantes caídas de sus ingresos y presentan dificultades para mantener sus actividades: tienen serios problemas para cumplir con sus obligaciones salariales y financieras, y dificultades para acceder a financiamiento para capital de trabajo (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020).

La crisis ha impactado de igual manera en los sistemas educativos de todos los países, afectando a estudiantes, centros educativos, docentes y directivos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el cierre de los centros educativos, como parte de las acciones para contener la propagación del virus, tiene a más de 165 millones de estudiantes sin asistir a los centros de enseñanza en 25 países de la región (Álvarez *et al.*, 2020).

Desde sus orígenes el ser humano ha sido víctima de graves infecciones y pandemias que, a través de las épocas, han sido una de las principales causas de muerte, las más devastadoras son las que surgen en brote provocadas por nuevas bacterias que afectan a una gran parte de la población, pues se tiene conocimiento que durante los últimos 30 años han aparecido más de 30 enfermedades infecciosas nuevas o emergentes de diversa causa, con un gran impacto en la salud tanto humana como animal, que han causado un gran cambio en los estándares de morbilidad y mortalidad a escala mundial, nacional o regional (Villamil, 2013).

Hoy en día existen extraordinarios progreso en el desarrollo de antibióticos y vacunas, durante la primera mitad del siglo XX se pensó que ya había llegado el momento de cerrar el capítulo de las enfermedades infecciosas y declarar como ganada la guerra contra esas bacterias, pero la guerra entre los seres humanos y microbios continúa día con día y las enfermedades emergentes son causadas por virus los cuales pertenecen a diferentes familias virales (Esparza, 2016).

Una noticia importante, fue que la OMS confirmó la existencia de una vacuna contra el Covid-19, la cual comenzará a ser distribuida en el primer semestre del 2021 a los países participantes, entre ellos varios de América Latina (Organización Mundial de la Salud, 2020). A pesar de que la vacunación ha iniciado en los diferentes países del mundo, hasta el momento no existe una tecnología de información que permita llevar el control y monitorización de aquellas personas que han sido vacunadas, y que permita

la obtención de datos estadísticos para que las organizaciones conozcan la cantidad de colaboradores que se han vacunado para una buena toma de decisiones en cuanto a la reactivación de actividades con seguridad.

Por lo antes mencionado, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera el desarrollar una aplicación móvil apoyará en el control y monitorización de las personas que han sido vacunadas e impactar en la toma de decisiones de los diferentes sectores para la reactivación de las actividades?

El proceso de globalización y el uso intensivo de las Tecnologías de Información han venido a transformar a las sociedades, ya que las tecnologías son una herramienta que propicia el desarrollo a nivel global y están redefiniendo parte de los patrones conductuales que regulan la interacción social. Las organizaciones necesitan reinventarse para dar respuesta rápida a los retos de un entorno que marca la pauta por la economía digital. Las organizaciones necesitan anticiparse al futuro, lo que conlleva ciclos estratégicos más cortos y dinámicos que permitan atender las necesidades de nuestro entorno y así poder ofrecer experiencias a sus clientes, surgiendo la necesidad de entrar en un proceso cíclico de generación de ideas y mejoras en los procesos, es decir, innovar de manera incremental o disruptiva (Sandoval *et al.*, 2017).

La introducción de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el sistema sanitario ha dado lugar a nuevos conceptos que han abierto el campo de la reflexión acerca de las potencialidades y limitaciones de la aplicabilidad de estas tecnologías en el día a día de los profesionales en salud y de los pacientes. Así, el uso de las TIC en los centros de salud está haciendo que algunos de los problemas de las consultas presenciales, como los escasos minutos de que disponen los pacientes para interactuar con los profesionales médicos y de enfermería, se vean parcialmente solventados con las posibilidades de que disponen las TIC para ampliar estos canales de comunicación (Oliver e Iñiguez, 2017).

Según la OMS, los desarrollos destinados a la salud incluyen principalmente aplicaciones (apps) consignadas directa o indirectamente a mantener o mejorar los comportamientos sanos, la calidad de vida y el bienestar de las personas. El campo de la salud móvil se ha convertido en un subsegmento de la salud, que tiene que ver con el uso de las TIC. Salud móvil (mHealth) incluye el uso de dispositivos móviles en la recogida, la entrega y el acceso a la información por parte de profesionales, investigadores y pacientes; el seguimiento en tiempo real de los pacientes y la provisión directa de atención a través de la telemedicina móvil (Alonso-Arévalo y Mirón-Canelo, 2017).

Debido a la crisis sanitaria actual se destaca la existencia de 52 aplicaciones móviles, de las cuales la mayoría se enfoca en la monitorización de casos, síntomas, prevención y

cuidados. Ocho de ellas (15,4%) estaban disponibles para el sistema operativo Android, 40 (76,9%) para iOS y cuatro (7,7%) para ambos sistemas; y en cuanto a la creación de aplicaciones, 45 (86,6%) se crearon en el 2020. Por lo tanto, la construcción de nuevas aplicaciones en Covid-19 debe basarse en las brechas y demandas restantes del público al que están destinadas, con el fin de que sean útiles para el empoderamiento y la traducción del conocimiento en salud (Galindo Neto *et al.*, 2020).

Por lo anterior, es de gran relevancia implementar las TIC como una estrategia que permita mejorar los procesos y ayude a cumplir los objetivos de las organizaciones, facilitando la toma de decisiones. En este sentido, se considera pertinente la implementación de una aplicación móvil que permita llevar un control de las personas que han sido vacunadas y, a su vez, que evidencie su aplicación mediante el impacto que tiene en la toma de decisiones, con base en datos estadísticos, respecto a retomar labores, reubicar a su personal en los diferentes puestos de trabajo e incluso volver a sus actividades de manera normal. La monitorización de la tecnología permitirá conocer el historial de vacunación de manera digital con información actualizada, pudiendo con ello comprobar con qué vacunas cuentan sus colaboradores.

De lo contrario, al no contar con una herramienta de control y monitorización de personas vacunadas contra el virus, se expone al personal de las organizaciones y a la sociedad por carecer de información veraz y oportuna con respecto al esquema de vacunación y querer reactivar actividades, dejando en riesgo la salud e incluso la vida.

Por lo anterior el objetivo de la presente investigación fue desarrollar una aplicación móvil para el control y monitorización de vacunación de Covid-19, que permita hacer eficientes los procesos e impactar en la toma de decisiones de los diferentes sectores para la reactivación de las actividades y minimizar los riesgos.

VACUNACIÓN

La vacunación es una manera práctica y eficaz que ayuda a proteger a las personas de las distintas enfermedades dañinas antes de que entren en contacto con ellas. Una vacuna es un medicamento que ayuda a que el cuerpo produzca defensas y se mantenga inmune contra una o más enfermedades, ya que las vacunas activan las defensas naturales del organismo para que aprendan a resistir a infecciones específicas y fortalecen el sistema inmunitario (Organización mundial de la salud, 2021).

La importancia de las vacunas es que protegen contra enfermedades mortales, por lo tanto, salvan la vida. Los dos avances que han cambiado la situación sanitaria mundial,

mejorado la calidad de vida y debilitado la enfermedad y la mortalidad en los seres humanos son: la potabilización del agua y las vacunas. En las naciones donde se vacuna de forma rutinaria a toda la población, muchas enfermedades han sido erradicadas o ha disminuido mucho su incidencia (Martínez, 2016).

Los beneficios de la vacunación superan los riesgos a los que exponen, sin vacunas habría en el mundo muchos más casos de enfermedades y de defunciones. Aplicarse las vacunas ayuda a salvar millones de vidas cada año y constituye una de las más seguras y efectivas intervenciones en salud pública, proporcionando beneficios sobre el control y la prevención de enfermedades, así como sociales y económicos. Los beneficios se han ido consolidando desde la creación del Programa Ampliado de Inmunización por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1974 hasta la reciente elaboración del Plan Global de Acción en Vacunas (GVAP) para 2011-2020. El GVAP, aprobado por 194 países en la Asamblea Mundial de la Salud, es una hoja de ruta conjunta que reconoce la importancia de las vacunas y ratifica que expandir la vacunación es avanzar en el bienestar global (Tuells, 2016).

Con la implementación del Calendario Nacional de Vacunación, la cantidad de personas afectadas por enfermedades prevenibles por vacunación es cada vez menor. Por lo tanto, el riesgo de que una persona de contraiga la enfermedad es muy bajo, aunque cabe mencionar que, los movimientos migratorios junto al turismo y los viajes por motivos de trabajo hacen del control de las enfermedades transmisibles un nuevo reto (Aquino *et al.*, 2012).

Esquema de vacunación

El esquema de vacunación es un documento que permite llevar a cabo un control de vacunación recomendada basada en evidencias, el cual ayuda a la sociedad a decidir la forma en que puede prevenir enfermedades transmisibles por medio de la inmunización de la población. Este esquema es una guía de inmunización que fue diseñada para las vacunas aprobadas en una región o país, en ella se mencionan las edades de aplicación, el número de dosis que corresponde, la vía de aplicación y la cantidad de dosis por vacuna.

Durante el año 2019 han surgido modificaciones en los esquemas de vacunación, ya que estos no son estáticos sino más bien dependen del escenario epidemiológico local y global, por ende, son evolutivos y dinámicos. Tal es el caso de brotes epidemiológicos del meningococo en América Latina, el cual ha ameritado la introducción de estas vacunas en sus esquemas. Es fundamental que la introducción de estas vacunas se

registre en los esquemas para aumentar la protección de las personas contra diversos virus (Tregnaghi, y otros, 2019).

Los principales cambios que se han dado en el esquema de vacunación son los siguientes, según Reyes (2018):

1. En 1973 el esquema protegía contra seis enfermedades: tuberculosis (BCG), poliomielitis (Sabin), difteria, tosferina y tétanos (DPT) y sarampión.
2. En 1997 la introducción del toxoide tetánico y diftérico (Td).
3. En 1998 el esquema protegía contra ocho enfermedades al incorporarse la rubéola y parotiditis (vacuna SRP), en sustitución de la vacuna antisarampionosa monovalente y, para extender la protección a menores de 12 meses y 6 años de edad, con la intención de abatir la morbilidad por rubéola, meningitis o encefalitis por parotiditis y, de manera indirecta, el síndrome de rubéola congénita.
4. En 1999 el esquema protegía contra diez enfermedades al incorporarse hepatitis B y Haemophilus influenzae tipo b (vacuna pentavalente de células completas).
5. En 2004 el esquema protegía contra once enfermedades al incorporarse la influenza estacional.
6. En 2007 el esquema seguía protegiendo contra once enfermedades; en este año se cambió pentavalente de células completas por pentavalente acelular (Pertussis acelular y polio inactivada IPV) DPaT + Hib + IPV.
7. En 2008 el esquema protegía contra 13 enfermedades al incorporarse la vacuna contra infecciones neumocócicas invasivas (PCV-7) y rotavirus.
8. En 2011 el esquema seguía protegiendo contra 13 enfermedades, pero se cambió PCV-7 a PCV-13.
9. En 2012 el esquema protegía contra 14 enfermedades al universalizarse la aplicación de la vacuna contra el virus del papiloma humano y en las mujeres embarazadas se aplica al menos una dosis de Tdap.
10. En 2013 se introdujo la aplicación de la vacuna de hepatitis “A” para los niños de un año inscritos en estancias infantiles y guarderías del país.

11. En 2016 se introdujo la vacuna Sabin bivalente (poliovirus tipos 1 y 3) que sustituye a la vacuna Sabin trivalente (poliovirus tipos 1, 2 y 3).

Ante la pandemia Covid-19, que atraviesa el mundo en la actualidad, no se tiene información si esta vacuna será agregada al esquema de vacunación, ya que aún no ha sido aplicada a todas las personas y su cobertura hasta el momento se limita a ciertos grupos de individuos.

IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

La inquietud de cómo las tecnologías de la información (TI) aportan valor a las organizaciones ha estado vigente desde hace algunas décadas, y actualmente se han convertido en un catalizador en los procesos que, sin lugar a duda, se componen de herramientas de apoyo para la gestión empresarial.

En este sentido, las empresas han encontrado que la computación en la nube surge como un gran agente facilitador y una gran oportunidad para centralizar información a un menor costo con tecnología in situ. Por otro lado, los medios electrónicos, de procesamiento y almacenamiento, proporcionan un impacto de mejora al diseño de las estrategias, apoyando al progreso de la organización. Aunque la mayoría de las organizaciones consideran aspectos como el cumplimiento de objetivos alineados a la misión empresarial, la relación que hay entre las TI y el rendimiento organizacional ha sido objeto de un buen indicador de trabajos que proporcionan un cambio muy importante en cada procedimiento interno y externo (Gálvez *et al.*, 2014).

La capacidad tecnológica es relacionada con los elementos de gestión que apoyan el crecimiento empresarial y dicha capacidad establece un vínculo con los actores primordiales en el entorno. Prácticamente optimiza costo, estandariza sistemas y permite obtener información eficiente y oportuna para la toma de decisiones. El impacto competitivo del sector productivo con el uso de las TI, ha implicado una gran diversidad de actividades tanto específicas como gerenciales y administrativas, que no solo enfocan a las áreas funcionales, sino también se involucran la consultoría, los proveedores y clientes, permitiendo promover la generación de valor en las estrategias de negocio.

Por lo tanto, un factor explicativo en la productividad organizacional hace referencia a los cambios económicos, al comercio internacional, a la inversión y al uso de las TI, lo cual provoca una expansión en la economía a nivel global. En sí, la aceleración de las

tecnologías, particularmente las que se enfocan en el uso de información y comunicaciones, favorecen a las organizaciones con un alto ritmo de innovación (Valderrama y Neme, 2011).

Según Cano (2018) en la actualidad existen grandes cambios en los mercados, en las organizaciones, las tecnologías, la sociedad y la cultura, entre otros, por esta razón se considera indispensable actualizarse, ya que no se puede operar bajo el enfoque tradicional y para ser competitivo, dentro de este entorno tan cambiante, es indispensable buscar ventajas competitivas y desarrollo económico a largo plazo. El avance tecnológico ha incorporado en las organizaciones un enfoque distinto al tradicional para el acceso al conocimiento, a la flexibilidad, interactividad, economía, rapidez, independencia, comunicación y al desarrollo.

La globalización del mercado está motivando una creciente necesidad de diseñar el futuro de forma menos improvisada, dando paso al análisis conceptual o procesos metodológicos basados en el análisis de los entornos coyunturales, es decir, satisfacer las expectativas existentes como las esperadas mediante los avances de las TIC en función del negocio (Rocha y Echavarría, 2017).

Tecnologías de Información en el sector salud

El potencial que ofrece las tecnologías de información (TI) en el sector de salud presenta expectativas positivas, ya que no solo se pretende un contexto computarizado e interconectado, sino garantizar el acceso a facilidades que potencian la calidad de vida. Las TI como instrumentos en dicho sector, permiten a los profesionistas lograr una educación continua y formarse en los avances médicos, por lo que se pueden notar cada día los nuevos conocimientos a una velocidad increíble.

Pero el desafío que enfrentan actualmente las instituciones de salud es la formación del recurso humano competente, ya que se requiere un profesionalismo con un modelo más interactivo, incluyendo disciplinas que desarrollen habilidades en su uso a las TI en la educación médica. Por otro lado, las oportunidades que se ofrecen gracias a la competitividad favorecen su correcto empleo, así como la mejora en los sistemas de salud. Su uso facilita la gestión del conocimiento y su impacto radica en la aparición del internet, ya que la información está ampliamente disponible para familias y para que los pacientes sepan más de los servicios y las aplicaciones médicas (García *et al.*, 2014).

Las nuevas tecnologías médicas que se integran a la asistencia sanitaria generan políticas que inquietan la toma de decisiones y su adquisición debe de cumplir requisitos

de seguridad, efectividad y costo. Su evaluación tiene que ser ejecutada en agencias nacionales, para que puedan regular su ingreso a través de la ciencia, la investigación y la efectividad de los operadores de salud. De esta manera se pueden elegir tecnologías que permitan diagnosticar, prevenir, brindar tratamientos y rehabilitaciones en busca de la calidad de vida en las personas (Barrientos *et al.*, 2016).

De esta manera, se puede incluir que el crecimiento exponencial del desarrollo científico y tecnológico provoca un impacto en la producción de conocimiento a nivel mundial, ya que las TI han creado uno de los recursos más importantes que es el de la transmisión de datos, su intercambio y la capacidad de procesar comunicación a través de la implementación de mejores prácticas médicas en proyectos tecnológicos dentro del sector salud (Prieto *et al.*, 2011).

Tendencias de las aplicaciones móviles

La tecnología móvil se considera como un entorno de cómputo con movilidad física, en donde el usuario es capaz de acceder a información y puede conectarse con otros dispositivos inteligentes, desde cualquier lugar en el que se encuentre. Desde hace décadas dicha tecnología plantea nuevos desafíos en los cuales se van originando características únicas que hacen de la actividad cotidiana en las personas una necesidad primordial.

Las capacidades del cómputo móvil son altamente dinámicas y eso gracias a sus distintas plataformas de hardware y software que apoyan a los protocolos de conectividad, además, las aplicaciones generan un entorno rápido de información que satisface la demanda de mercado, incluso hay aplicaciones que pueden funcionar fuera de línea y con tan solo la sincronización de datos. En sí, todas las particularidades hacen que la tendencia móvil difiera de la tecnología tradicional. Por otro lado, existe una gran competencia en el mercado de las aplicaciones móviles y esto se promueve por las empresas que están migrando sus servicios al internet, lo cual es de suma importancia para generar posicionamiento (Thomas *et al.*, 2018).

Para los desarrolladores de aplicaciones móviles, su principal necesidad es la adaptación de metodologías que sean capaces de crear soluciones de manera eficiente y eficaz, por lo que en los últimos años los entornos de desarrollo exigen nuevas tendencias que logren contar con características especiales, por ejemplo: disponibilidad, capacidad de los dispositivos, portabilidad y localización.

La tendencia de las aplicaciones móviles es considerar características especiales para su ejecución, que permitan su correcto funcionamiento; sus entornos integrados ofrecen

nuevas herramientas para el surgimiento de dispositivos inteligentes más sofisticados, así como el procesamiento de datos, lo cual es su principal fuente de demanda y su conectividad tiende a sobrepasar las expectativas esperadas de cada usuario que cuente con la tecnología en sus manos.

Por último, cabe destacar que la tecnología en movilidad tiene una gran variedad de funcionalidades, que apoyan indiscutiblemente a los esfuerzos empresariales, y están categorizadas en una diversidad, que sirven de apoyo a los sectores educativos, institucionales, industriales, de turismo, de salud, entre muchos más. Por lo que su llegada hasta la actualidad nunca dejará de ser una tecnología que facilite servicios portables y un contexto lleno de posibilidades en comunicación, así como la integración de otras tecnologías en conjunto (Gasca *et al.*, 2014).

METODOLOGÍA

Se desarrolló un estudio cualitativo, transversal descriptivo, siendo el objeto de estudio personas del sector educativo, empresarial, de salud y personas que se han vacunado, considerándose parte fundamental para el desarrollo de la investigación. Los datos fueron obtenidos mediante la selección de una población delimitada, en la que el muestreo fue no probabilístico a conveniencia.

El procedimiento que se siguió fue el siguiente:

- Análisis del contexto de los diferentes sectores para obtener información relevante sobre el conocimiento de salud y vacunación. Consistió en analizar la situación actual referente a la existencia de sistemas de vacunación digital, iniciando con una investigación de búsqueda de conocimientos individuales apoyada de sitios web, foros y la página de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Se desarrollaron grupos de discusión con el fin de conocer diferentes perspectivas y necesidades, así como los requerimientos que debe cumplir el sistema de vacunación, que logre hacer eficiente el registro de información y determine las herramientas de diseño en apoyo a la arquitectura inicial de la tecnología.
- Diseño de una herramienta tecnológica que logre las capacidades de usabilidad y utilidad de usuarios. Una vez definidos los requerimientos o historias de usuario, se procedió a diseñar un prototipo de la aplicación móvil para el control de vacunación de Covid-19.
- Construcción de la aplicación móvil. Después del diseño se desarrolló el prototipo de alta fidelidad de la aplicación móvil considerando la arquitectura de diseño.

RESULTADOS

A continuación, se detallan los resultados generados en el desarrollo del proyecto con respecto a la metodología propuesta. La primera etapa fue la búsqueda y análisis de información pertinente –que ayuda a conocer el contexto de los diferentes sectores– referente al uso de las tecnologías de información y comunicación, así como la búsqueda de intercambio de conocimiento con expertos para diseñar un sistema de vacunación digital, que se adapte a las necesidades de los sectores y que brinde información relevante y oportuna a la hora de tomar decisiones. De tal manera que, la búsqueda individual de conocimientos, por cada uno de los recursos disponibles en la investigación previa, son intercambiados entre los integrantes de los diferentes sectores mencionados anteriormente, con el fin de conocer su opinión como expertos en los temas relevantes del desarrollo del proyecto. Por lo tanto, en la segunda etapa se llevó a cabo una discusión con el fin de conocer diferentes perspectivas y necesidades, así como los requerimientos de una tecnología adaptable a las necesidades de los usuarios. Los resultados de las opiniones de los grupos de discusión fueron: implementar una cartilla de salud de manera digital, registro de información pertinente, un sistema de notificaciones y la centralización de datos de almacenamiento.

Por lo anterior, la etapa de diseño y desarrollo de la aplicación móvil conlleva a una implementación en cuatro capas: sistema operativo, interfaz, servidor y base de datos. En la primera capa se indica el sistema operativo en el cual se desarrolla y se ejecuta la aplicación, siendo así una versión inicial de diseño que fue considerada sobre la tecnología de Android y del desarrollo de software del cómputo móvil. En cuanto a la capa de interfaz se refiere al desarrollo del diseño de la aplicación, así como la validación de datos de entrada y salida del usuario, de esta manera se consideran las herramientas tecnológicas necesarias, las cuales son: Android Studio versión 4.2.1, que es un entorno de desarrollo de software, y el lenguaje de programación orientado a objetos Java.

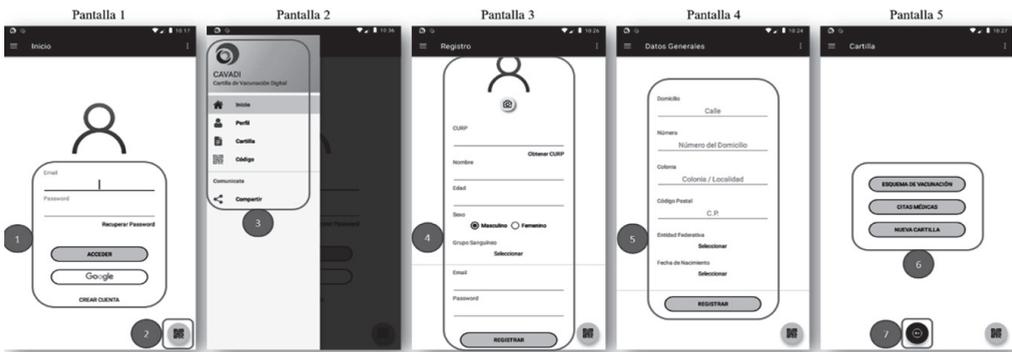
La capa del servidor que contiene la aplicación es apoyada por la tecnología de Google, lo cual permite alojar los servicios de manera externa con conexión de internet, de esta manera, la comunicación de información, desde la aplicación entre servicios realizados, se realiza en un modelo de desarrollo web dinámico y unificado. Por último, en la capa cuatro se encuentra el gestor de base de datos de los servicios de Firebase de Google, para el almacenamiento de información que puede ser consultada, modificada y eliminada por el usuario.

La aplicación móvil considera funcionalidades como el registro de datos, en el que los usuarios pueden registrar información relevante con respecto a su cartilla y esquema de vacunación, así como la función de generar y escanear el código de respuesta rápida o más bien llamado QR. De esta manera, el usuario podrá comprobar la aplicación de

las vacunas con las que cuenta de forma más eficiente y oportuna. A continuación, se describe las funcionalidades y navegación más demandada por el grupo de discusión.

En la figura 1 se muestran las pantallas generadas a través del diseño de la aplicación móvil. La pantalla 1 exhibe un formulario que permite al usuario tener acceso al sistema, siendo así el correo electrónico y el password, seguido por el botón de acceder.

Figura 1. Pantallas del diseño de la aplicación móvil (1-5)



Nota. Pantallas de inicio, registro y menú de cartilla de vacunación. Fuente: elaboración propia, 2021.

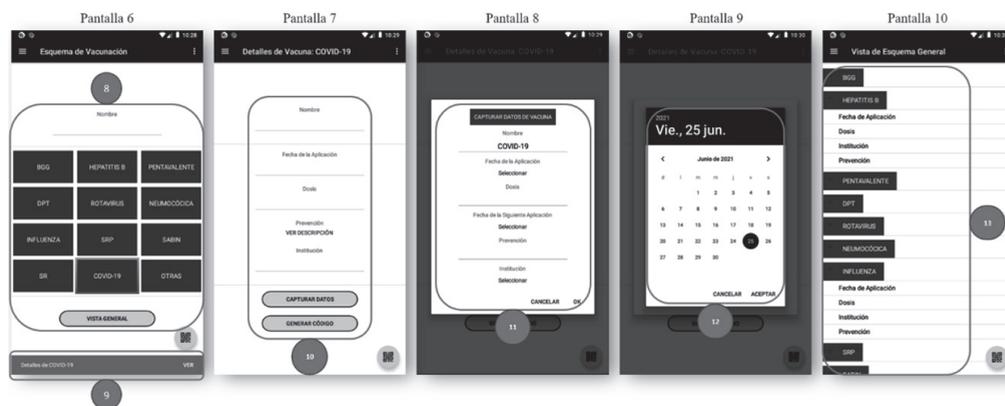
Además, se cuenta con el inicio de sesión de los servicios Google para un acceso rápido, se tiene el acceso de recuperación de *password* y la creación de una cuenta nueva (1). También la aplicación tiene un botón flotante en la parte inferior derecha, que permite llamar una ventana externa en la que es posible capturar código QR (2).

La pantalla 2 muestra un menú navegador en la parte lateral izquierda. Dicho navegador es mostrado cuando el usuario desliza su dedo de izquierda a derecha sobre la pantalla Touch del dispositivo móvil. Las opciones de menú –inicio, perfil, cartilla, código, así como el apartado de compartir– enmarcan las funciones fundamentales de la App para gestionar la información relevante al contexto del proyecto (3). La pantalla 3 indica el formulario de registro de datos del usuario que hace congruencia con la información que se requiere en una cartilla de vacunación (4). La pantalla 4 muestra un apartado que define los datos generales, para hacer más precisa la gestión de datos centralizados (5). Y la pantalla 5 brinda las opciones de apartado a la cartilla de vacunación, los cuales son: esquema de vacunación, citas médicas y nueva cartilla (6). También se refleja un botón guía que permite retroceder de acuerdo con la pantalla donde se encuentre el usuario (7).

Con respecto a la figura 2, la pantalla 6 de la aplicación móvil muestra en una tabla de las vacunas disponibles en el esquema de vacunación, logrando adentrar la opción de

la nueva aplicación contra el Covid-19. También cuenta con un botón que es capaz de dirigirse a un apartado de vista general a todas las vacunas del esquema (8).

Figura 2. Pantallas del diseño de la aplicación móvil (6-10)



Nota. Pantallas de esquema de vacunación, registro y consultas. Fuente: elaboración propia, 2021.

En la parte inferior de la pantalla se puede apreciar una barra de notificación que indica al usuario un direccionamiento a las ventanas de detalles de vacuna o vista general. De tal manera que, si el usuario da clic en cualquier ítem de vacunas de la tabla, lo podrá a llevar a la primera opción mencionada o a una con los detalles generales (9). La pantalla 7 muestra el apartado de detalles de alguna vacuna que el usuario tenga aplicada, o bien, la posibilidad de capturar los datos de la aplicación (10). Siguiendo las especificaciones de las funcionalidades de la App, la pantalla 8 muestra el formulario del registro de los datos esenciales de la aplicación, los cuales son: nombre, fecha en la que se aplicó la vacuna, la dosis, fecha de la siguiente aplicación, en caso de que sea necesario, así como la prevención que aplica y la institución donde se llevó a cabo (11). En la pantalla 9 se muestra un evento generado por el usuario, se puede seleccionar una fecha específica de la aplicación de la vacuna. De esta manera se considera la funcionalidad de selección como una interacción fundamental en tecnología móvil (12). La última pantalla que se muestra en la figura 2, corresponde a la 10 y muestra una vista general a las vacunas aplicadas en forma de lista desplegable, permitiendo una iteración de búsqueda organizada y efectiva en su selección (13).

En el mismo tenor, en la figura 3 se indican las pantallas relacionadas con las citas médicas y, como se muestra en la pantalla 11, se cuenta con un calendario que permite, de forma intuitiva, seleccionar la fecha en la que se pueda agendar una cita médica y hacerlo solo dando un clic en el día requerido por el usuario, además, se tiene un botón seguido por el calendario que permite visualizar las citas generadas (14).

Figura 3. Pantallas del diseño de la aplicación móvil (11-15)



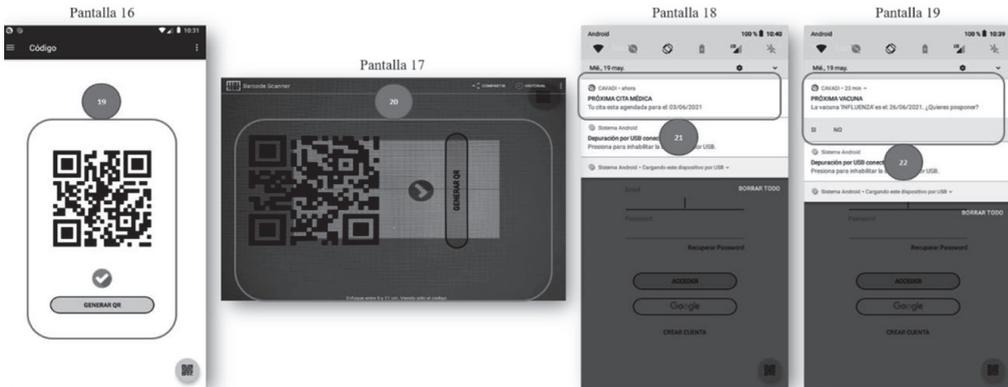
Nota. Pantallas de citas médicas y funciones relevantes. Fuente: elaboración propia, 2021.

La pantalla 12 muestra el formulario de registro de una cita con tan solo tres sencillos pasos que son: selección de institución de salud, la hora y el motivo por el cual se agenda (15). Una interacción al registrar una cita, se muestra con el ejemplo de la selección de la hora indicada en la pantalla 13 y su evento práctico es mostrando al usuario un reloj en el que puede indicar el dato específico (16). Con respecto a la pantalla 14, se visualiza al usuario un mensaje emergente que indica que los datos de cita fueron registrados correctamente. Estos mensajes son comunes en la aplicación, ya que muestran que las funcionalidades son finalizadas de forma correcta o tuvieron algún detalle de excepción (17). También, en la pantalla 15 se aprecian las citas agendadas en un visor de lista y que las opciones que contiene pueden ser seleccionadas para mostrar sus detalles en un dialogo y realizar alguna modificación (18).

Por último, con respecto a los resultados del desarrollo de la aplicación móvil, en la figura 4 se puede apreciar una de las funcionalidades más importantes, que es la de generación y lectura del código QR. En la pantalla 16 se indica al usuario un código que puede ser generado a través de la selección de las vacunas aplicadas en el apartado de esquema de vacunación. Del mismo modo, la App contiene el evento que llama al software donde es posible escanear los códigos y verificar la aprobación de datos (19).

La pantalla 17 es una demostración de la toma de escáner del código específico por el usuario, la instrucción de la captura indica que debe de tener una distancia de enfoque entre 9 y 11 centímetros viendo al código. Su lectura es eficiente, lo cual hace que la acción de captura sea prácticamente instantánea (20). Por último, la aplicación también cuenta con un sistema de notificaciones que permiten al usuario recordar acontecimientos y gestionar la información. En la pantalla 18 se puede apreciar cómo una notificación del

Figura 4. Pantallas del diseño de la aplicación móvil (16-19)



Nota. Pantallas de generación, lectura de código QR y notificaciones. Fuente: elaboración propia, 2021.

sistema avisa al usuario la próxima cita médica, seguida por la fecha registrada. Esta modalidad de recordatorios anticipa el evento y apoya a la preparación del usuario (21). Por otro lado, en la pantalla 19, se muestra una notificación que atiende la toma de decisión, otorgando el evento de una selección pendiente y que puede determinar su finalización, por ejemplo: la notificación indica que la próxima vacuna es el mes de junio, el usuario indicará su aprobación, o bien, si requiere reponer su agenda de aplicación acorde con las actividades que se tenga.

De esta manera, tanto el diseño como el desarrollo de la aplicación móvil permiten al usuario una flexibilidad ante las necesidades reconocidas en los grupos de discusión, haciendo su interacción más intuitiva y amigable con respecto al seguimiento de vacunación y la administración de información. Además, la demostración de forma eficiente de las aplicaciones de vacunas, son parte de una propuesta que genera impacto en cualquier persona, así como en las organizaciones, ante la situación problemática de salud a nivel mundial o la que estamos viviendo actualmente y que se denomina Covid-19.

CONCLUSIONES

El desarrollo de una aplicación móvil para el control de vacunación de Covid-19 se considera una herramienta fundamental para la obtención de información pertinente, referente a la vacunación de las personas, que a su vez ayuda a hacer eficientes los procesos de reactivación de las actividades y minimización de riesgos de los diferentes sectores. La App desarrollada cumple con los requerimientos indicados por los diferentes grupos de discusión y se considera intuitiva en su usabilidad, lo cual beneficiará a las

organizaciones al retomar sus labores de manera normal o para reubicar al personal en los diferentes puestos de trabajo y a cualquier persona en su conjunto. El desarrollo de la aplicación móvil se considera una actitud positiva hacia el usuario, reconociendo una acción estratégica para la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

La principal recomendación es que la aplicación móvil pueda ejecutarse en los distintos sistemas operativos, así como plataformas web para lograr un mayor alcance tecnológico. También, se recomienda contar con la vinculación de los organismos del Gobierno, lo cual impulsará la aprobación, la implementación y la mejora continua, logrando mayor impacto en el sector productivo. De esta manera, generar acciones que permitan el buen desarrollo del proyecto dará el trayecto positivo que corresponde a su éxito.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso-Arévalo, J. y Mirón-Canelo, J. A. (2017, julio-septiembre). Aplicaciones móviles en salud: potencial, normativa de seguridad y regulación. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 28(3), 1-13. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-21132017000300005

Álvarez, H., Arias, E., Bergamaschi, A., López, Á., Noli, A., Ortiz, M., Pérez, M., Rieble-Aubourg, S., Rivera, M. C., Scannone, R., Vásquez, M. y Viteri, A. (2020). *La educación en tiempos de coronavirus. Los sistemas educativos de América Latina y el Caribe ante Covid-19* [Documento para discusión No. IDB-DP-00768]. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-educacion-en-tiempos-del-coronavirus-Los-sistemas-educativos-de-America-Latina-y-el-Caribe-ante-COVID-19.pdf>

Aquino, A., Galván, M., Zubieta, A., Caccavo, J. y Lázaro, C. (2012). *Vacunas. El derecho a la prevención* [Educación y salud]. Ministerio de Educación de la Nación, Ministerio de Salud de la Nación. <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005094.pdf>

Barrientos, J. G., Marín, A. E., Becerra, L. y Tobón, M. A. (2016). La evaluación de nuevas tecnologías en salud en hospitales: revisión narrativa. *Medicina U.P.B.*, 35(2), 120-134. <https://revistas.upb.edu.co/index.php/medicina/article/view/1174>

Cano, G. (2018). Las TICs en las empresas: evolución de la tecnología y cambio estructural en las organizaciones. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 4(1), 499-510. DOI: 10.23857/dc.v4i1.762

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). *Sectores y empresas frente al COVID-19: emergencia y reactivación* [No. 4. Informe especial Covid-19]. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45734/4/S2000438_es.pdf

Esparza, J. (2016). Epidemias y pandemias virales emergentes: ¿Cuál será la próxima? *Revista de Investigación Clínica*, 57(3), 231-235. <https://www.redalyc.org/journal/3729/372946635001/html/>

Galindo Neto, N. M., Guarino de Moura, G., Uchôa Barbosa, L., De Castro Nuñez, J., Barros Henriquez, A. H. y Moreira Barros, L. (2020). COVID-19 and digital technology: mobile applications available for download in smartphones. *Texto & Contexto Enfermagem*, (29), 1-11. <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2020-0150>

Gálvez, E., Riascos, S. y Contreras, F. (2014, octubre-diciembre). Influencia de las tecnologías de la información y comunicación en el rendimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas. *Estudios Gerenciales*, 30(133), 355-364. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.06.006>

García, H., Navarro, L., López, M. y Rodríguez, M. (2014). Tecnologías de la Información y la Comunicación en salud y educación médica. *Revista EDUMECENTRO*, 6(1), 253-265. <http://www.revedumecentro.sld.cu/index.php/edumc/article/view/373>

Gasca, M. C., Camargo, L. L. y Medina, B. (2014, abril-junio). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18(40), 20-35. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2014.2.a02>

Martínez, E. (2016, 03 de noviembre). La importancia de las vacunas. *Salud Mapfre*. <https://www.salud.mapfre.es/salud-familiar/bebe/cuidados/vacunacion/>

Oliver, M. e Iñiguez, L. (2017, octubre-diciembre). El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los centros de salud: la visión de los profesionales en Cataluña, España. *Revista interface-Comunicação, Saúde, Educação*, 21(63), 945-955. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180153125018>

Organización Mundial de la Salud. (2020, 21 de diciembre). La OMS asegura 2000 millones de vacunas contra el COVID-19 para el mecanismo COVAX: “se avista el final de la pandemia”. *News OPS/OMS*. <https://www.paho.org/es/noticias/21-12-2020-oms-asegura-2000-millones-vacunas-contra-covid-19-para-mecanismo-covax-se>.

Organización mundial de la salud. (2021, 30 de agosto). Vacunas e inmunización: ¿qué es la vacunación? *Centro de prensa OMS*. <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/vaccines-and-immunization-what-is-vaccination>.

Prieto, V., Quiñones, I., Ramírez, G., Fuentes, Z., Labrada, T., Pérez, O. y Montero, M. (2011, enero-marzo). Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación y nuevos paradigmas del enfoque educativo. *Educación Médica Superior*, 25(1), 95-102. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412011000100009

Reyes, A. (2018, julio-agosto). Esquema de vacunación ideal vs Cartilla Nacional de Vacunación. *Revista Acta Pediátrica de México*, 39(4), 356-362. <https://www.medigraphic.com/pdfs/actpedmex/apm-2018/apm184i.pdf>

Rocha, J. T. y Echavarría, S. (2017). *Importancia de las T.I.C.s en el ambiente empresarial* (Tesis de grado). Administración de Empresas, Universidad de La Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_de_empresas/1483/?utm_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Fadministracion_de_empresas%2F1483&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages

Sandoval, F., Galvez, V. y Moscoso, O. (2017). Desarrollo de Arquitectura Empresarial usando un Framework con Enfoque Ágil. *Enfoque UTE*, 8(1), 135-147. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=572262176010>.

Thomas, P., Delia, L., Corbalán, L., Cáseres, G., Fernández, J., Tesone, F., Cuitiño, A. y Pesado, P. (2018, 26-27 de abril). *Tendencias en el desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles* [Conferencia]. XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018). Comisión de Investigaciones Científicas Digital, Buenos Aires. <https://digital.cic.gba.gob.ar/items/67873fc0-abcd-45cf-bf67-d4c1cd850570>

Tregnaghi, M., Debbag, R., Falleiros, L. H., Ávila-Aguero, M. L., Muñoz, G., Dueñas, L., Aristegui, J., Romero, R., Mascareñas de los Santos, A., Castillo, C., Deseda, C., Brea, J. y Pérez, M. (2019). Esquemas de vacunación recomendados para la población de 0 a 18 años de edad. *Revista latinoamericana de infectología pediátrica*, 32(4), 133-144. <https://www.medigraphic.com/pdfs/infectologia/lip-2019/lip194b.pdf>

Tuells, J. (2016, enero-febrero). Controversias sobre vacunas en España, una oportunidad para la vacunología social. *Gaceta sanitaria*, 30(1), 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.10.006>

Valderrama, A. L. y Neme, O. (2011, septiembre-diciembre). Efecto de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) en las exportaciones manufactureras en México. *Economía UNAM*, 8(24), 99-122. <http://www.scielo.org.mx/pdf/eunam/v8n24/v8n24a5.pdf>

Villamil, L. C. (2013). Epidemias y pandemias: una realidad para el siglo XXI. Un mundo y una salud. *Revista Lasallista de Investigación*, 10(1), 7-8. <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v10n1/v10n1a01.pdf>