

Implementación de una aplicación móvil para facilitar el autocontrol de la hipertensión en Panamá

Vladimir Villarreal-Contreras¹, Mel Imanol Nielsen-Pimentel²

¹Doctor en Tecnologías Informáticas Avanzadas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores – SENACYT. Profesor e Investigador del Grupo de Investigación en Tecnologías Computacionales Emergentes de la Universidad Tecnológica de Panamá. Email: vladimir.villarreal@utp.ac.pa. Autor de correspondencia

²Estudiante de Licenciatura en Desarrollo de Software. Grupo de Investigación en Tecnologías Computacionales Emergentes. Universidad Tecnológica de Panamá.
e-mail, mel.nielsen@utp.ac.pa

Recibido: septiembre 20 de 2017

Aprobado: Diciembre 5 de 2017

Cómo citar este artículo: V. Villarreal-Contreras, M. I. Nielsen-Pimentel, “Implementación de una aplicación móvil para facilitar el autocontrol de la hipertensión en Panamá”, *Ingeniería Solidaria*, vol. 14, n° 24, pp. XX-XX, 2018. DOI: <https://doi.org/10.16925/in.v14i24.2156>

Resumen: *Introducción:* El artículo es producto de la investigación “Implementación de una aplicación móvil para facilitar el autocontrol de la hipertensión en Panamá”, realizada durante el 2016 y 2017 en la Universidad Tecnológica de Panamá en la provincia de Chiriquí. *Objetivo:* Desarrollar una aplicación móvil que permite el autocontrol y autogestión de datos de personas con problemas de hipertensión arterial en Panamá, a través de dispositivos móviles y biométricos. *Metodología:* Se diseñó la aplicación móvil que permite el autocontrol del paciente a través de su dispositivo móvil. La información generada por el dispositivo móvil se capturó desde un tensiómetro y se almacenó local y remotamente. Esta información se enlazó con la plataforma AmiHEALTH. *Resultados:* se evaluó la aceptación de la propuesta por parte de los usuarios, a través del análisis de datos basados en las descargas generadas con Firebase perteneciente a la Suite de Google, demostrando su uso y aceptación. *Conclusiones:* Esta solución provee una herramienta que facilita el autocontrol del paciente, así como la gestión de datos por especialistas en el área de salud, facilitando la toma de decisiones. *Originalidad:* En Panamá no se cuenta con ningún sistema de gestión de datos básicos de pacientes como el que se desarrolló. *Limitaciones:* En este estudio se ha contemplado solamente aplicaciones o soluciones en el entorno panameño, ya que la mayoría de las aplicaciones existente son de uso propietario, y no son administrables por las entidades de salud de cada país.

Palabras clave: aplicaciones móviles; salud móvil; hipertensión; Panamá; seguimiento de pacientes;

1. INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial es una enfermedad crónica, caracterizada por el aumento continuo de las cifras de presión sanguínea en las arterias; consecuente al sedentarismo, la falta de actividad física, la alimentación poco saludable y el consumo excesivo del alcohol y tabaco teniendo efectos negativos sobre el corazón, el cerebro, los riñones y las arterias. Esta es un problema de salud pública mundial, contribuye a la carga de cardiopatías, accidentes cerebrovasculares, fallas renales, y a la mortalidad y discapacidad prematuras, que, de no tratarse a tiempo, puede causar complicaciones severas.

Panamá no escapa de esta realidad. La Organización Panameña del Corazón estima que el 33% de la población adulta en Panamá padece de hipertensión arterial. De acuerdo con declaraciones del presidente de esta organización, una de cada tres personas adultas es hipertensas [1].

Estas cifras se asemejan a las resultantes del estudio de PREFREC (Investigación de Prevalencia de Factores de Riesgo Asociados a Enfermedades Cardiovasculares) realizado por el Instituto Conmemorativo Gorgas y el Ministerio de Salud, que indican que el 28.4% de los participantes de dicho estudio reportaron antecedentes de hipertensión por diagnóstico médico y el 24.1% tenían valores dentro del rango calificativo como HTA (Hipertensión Arterial). Tomando en cuenta que se califica como HTA a toda medida que sobre pase los 140/90 mmHg [2].

Como consecuencia a esta enfermedad los pacientes se hacen dependientes de medicamentos y cuidados médicos. La investigación y desarrollo de este proyecto busca mejorar la calidad de vida de cada paciente con HTA que dependa de mediciones constantes y chequeos frecuentes; además de hacer uso de las tecnologías móviles para tener alcance a la mayor población posible para así ayudar a la detección temprana de este padecimiento. Surge con ello algunas preguntas de investigación ¿es posible un mejor control de la hipertensión si se cuenta con un sistema de gestión de datos diarios?, ¿facilita este sistema la toma de decisiones por parte de especialistas de la salud?

Estas preguntas son el eje central de este proyecto, y el trabajo desarrollado en él, van dirigido a la resolución de las mismas. En otros países se han hecho algunas aproximaciones para el desarrollo de aplicaciones en el área de hipertensión, la mayoría de ellas se ajustan a las necesidades de cada país, en cuanto a datos obtenidos y posibles

resultados. No hemos encontrado en la literatura que las aplicaciones móviles desarrolladas ofrezcan a las instituciones de salud información para toma de decisiones. Este es el principal elemento que hace diferente a nuestro proyecto, ya que no sólo se ofrece información a pacientes y médicos, sino que también los tomadores de decisiones en el área de salud pueden tener datos relevantes basados en el comportamiento de la población. Esto permite la generación de planes de prevención y educación más efectivos y en menor tiempo.

2. ESTADO DEL ARTE

La tecnología móvil ha evolucionado tan rápido y se ha proliferado entre las personas de cada país de tal manera que existen más teléfonos móviles que personas. Sólo en Panamá de los 4.02 millones de habitantes [3], existen 5.64 millones de suscripciones móviles, lo que representa un 140% comparado con la población. Cabe destacar que el 70%, es decir, 2.80 millones de panameños son usuarios de Internet, como se puede notar en la figura 1.

Con respecto a Internet, el 52% de los usuarios se conectan a través ordenadores personales, teniendo una tendencia decreciente del 13% en comparación a los años anteriores, y el 45% lo hace por medio de un teléfono móvil, destacando así un aumento del 22% en este año [4].

Son muchas las aplicaciones que existen alrededor del mundo y que a diario son descargadas millones de usuarios. Dentro de las aplicaciones para el seguimiento y control de la hipertensión se hace notoria, la presencia de empresas dedicadas a el sector salud y auto cuidado de pacientes, como Nokia [5] quien tiene una división que fabrican dispositivos biométricos para la captura de datos utilizando la tecnología móvil para dicha recolección.

A pesar de ser tan populares los teléfonos inteligentes en Panamá, no es muy común encontrar aplicaciones en las tiendas de Apps, que sean desarrolladas en nuestro país, y no existen aplicaciones publicadas, que le permita a los panameños llevar el registro y control de su presión arterial.



Figura 1. Estadísticas en Panamá sobre telefonía y conexión a Internet. Fuente: [4]

Según la Sociedad Panameña de Cardiología la hipertensión es el aumento de la presión en el interior de las arterias [6]. El corazón bombea sangre a través de la red de arterias, venas y capilares. La sangre en movimiento empuja contra las paredes de las arterias y esta fuerza se mide como presión arterial. A mayor presión, más esfuerzo tiene que hacer el corazón para lograr circular sangre en el cuerpo.

La medida de dicha presión está dada por dos variables importantes dentro de la presión arterial, la presión *diastólica* y *sistólica*, ambas son medidas dadas en milímetros de mercurio o como lo denota su prefijo mmHg.

La guía nacional para la atención de las personas con hipertensión arterial del 2004 sostiene que la hipertensión arterial es la elevación de la presión arterial por encima de los límites considerados como “normales”, tomada con un mínimo de 10 minutos de descanso, en la cual las presiones sistólicas y diastólicas pueden estar elevadas una o ambas [7].

Como se muestra en la tabla 1, en Panamá la hipertensión arterial tiene acreditada en el 2013 el 13.1% de la tasa de defunción atribuida a enfermedades del sistema circulatorio que presentan un aumento en el periodo 2003-2013 [16].

La hipertensión puede ser clasificada en tres aspectos importantes:

- Según los niveles de presión arterial.
- Según los niveles de riesgo.
- Desde el punto de vista etiológico.

Tabla 1. Tasa de defunciones atribuidas al sistema circulatorio.

| Tasas de defunción de las principales causas atribuidas al sistema circulatorio, total y desagregadas según enfermedad. República de Panamá. Años 2003 al 2013 | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Causas de defunción en tasa | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Tasa total de defunción por enfermedades del sistema circulatorio | 114.9 | 119.1 | 126.2 | 119.5 | 124.9 | 121.9 | 131.9 | 125.8 | 126.7 | 123.2 | 129.9 |
| Tasa de defunción por enfermedad isquémica del corazón | 40.9 | 42.3 | 44.5 | 42.7 | 46.6 | 42.7 | 46.7 | 50.5 | 46.2 | 44.1 | 46.8 |
| Tasa de defunción por enfermedad cerebrovascular | 43.1 | 43.1 | 44.2 | 41.5 | 40.5 | 38.6 | 43.1 | 34.8 | 36.4 | 36.4 | 37.6 |
| Tasa de defunción por enfermedad hipertensiva | 6.3 | 5.7 | 6.3 | 7.7 | 7.5 | 8.5 | 8 | 10.2 | 10.8 | 10.2 | 13.1 |

Fuente: [16]

Este trabajo está centrado en la clasificación según los niveles de presión arterial. Para clasificar los niveles de presión arterial existen muchos estándares tales como los presentados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la International Society of Hypertension (ISH), la Sociedad Europea de Hipertensión (SEH), la Sociedad Europea de Cardiología (SEC) y el Comité Nacional Conjunto Americano en Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial (JNC). Cada uno de ellos emiten informes con los lineamientos para atender esta enfermedad [17].

Al presentar una medida que sea igual o sobrepase el valor de los 140 mmHg en la presión sistólica y los 90 mmHg de la presión diastólica, es determinada como una medida hipertensa. De darse el caso, de ser un paciente nuevo o es decir que no tenga registros de hipertensión, se le debe practicar tres medidas en horarios y días diferentes, si las medidas siguen dentro del rango de los 140/90 mmHg, el paciente es declarado como hipertenso.

En el tratamiento de la hipertensión, se hace necesario mantener al paciente bajo el rango de hipertensión es decir <140/90 mmHg; pero, existen factores (tabla 2) de riesgos que hacen que este rango límite baje, como en el caso de la diabetes. La presión arterial se ve muy afectada si el paciente ya mantiene factores de riesgo, en el caso de que el paciente sea diabético se hace necesario mantener presiones bajo el rango de 130/80 mmHg [8].

Tabla 2. Clasificación de la presión arterial de la Sociedad Europea de Hipertensión (SEH) – Sociedad Europea de Cardiología (SEC) y Joint National Committee-7 (JNC-7).

| SEH - SEC | Sistólica (mmHg) | Diastólica (mmHg) | JNC-7 |
|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Óptima | <120 | <80 | Normal |
| Normal | 120-129 | 80-84 | Pre hipertensión |
| Normal alta | 130-139 | 85-89 | Pre hipertensión |
| Hipertensión | | | |
| Grado 1 | 140-159 | 90-99 | Grado 1 |
| Grado 2 | 160-179 | 100-109 | Grado 2 |
| Grado 3 | >180 | >110 | Grado 3 |
| Sistólica aislada | >140 | <90 | Sistólica aislada |

Fuente: [17]

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Contar con medidas frecuentes de presión arterial no es muy común en la mayor parte de la población hipertensa del país, frases como “cada 2 o 3 meses”, son comunes en hipertensos al preguntarles sobre la frecuencia con la que chequea su presión arterial; esta regularidad no permite darle el seguimiento adecuado a la enfermedad, mucho menos determinar si el tratamiento y su dosificación son adecuados para el paciente.

Se presenta una aplicación basada en tecnologías móviles que permita almacenar y procesar medidas de presión arterial, que permita a pacientes con problemas de hipertensión arterial una fácil integración con sus actividades diarias, mostrando información y sugerencias basadas en las medidas obtenidas, para sobrellevar la enfermedad.

La aplicación está ligada a la plataforma AmiHEALTH [9], siendo este el primer módulo agregado al sistema. Con el fin de mantener la información centralizada en la plataforma, permitiéndole al usuario acceder a su información tanto en el entorno web del sistema como en la aplicación móvil.

La aplicación cuenta con módulos como: registro de usuarios, inicio de sesión, módulo de gestión de enfermedades y módulo de gestión de medidas para la hipertensión arterial. Además de un sistema de alarmas; combinado con un módulo de calendarización, donde el usuario puede agregar al sistema las horas y/o fechas para nuevas medidas o

ingestas de medicamentos. Un motor de sugerencias basado en reglas, también contara con un módulo de interrogantes para facilitar las respuestas del motor de sugerencias.

El sistema operativo que utiliza el servidor de la aplicación es *CentOS Linux*. *CentOS* es una distribución apoyada por la comunidad se obtiene de fuentes libremente al público por parte de *Red Hat* para *Red Hat Enterprise Linux (RHEL)* [10]. Es un sistema operativo de código abierto, basado en la distribución *Red Hat Enterprise Linux*, operándose de manera similar, y cuyo objetivo es ofrecer al usuario un software de "clase empresarial" gratuito. Se define como robusto, estable y fácil de instalar y utilizar [11].

Para exponer los servicios de la aplicación se utiliza *Apache HTTP Server*. *Apache HTTP Server* es un esfuerzo por desarrollar y mantener un servidor *HTTP* de código abierto para sistemas operativos modernos, incluyendo *UNIX* y *Windows*. El objetivo de este proyecto es proporcionar un servidor seguro, eficiente y extensible que proporciona servicios *HTTP* en sincronización con los estándares actuales [12].

La base de datos esta soportada y gestionada por *MariaDB*, este es uno de los servidores de bases de datos más populares en el mundo. Desarrollado por los creadores originales de *MySQL* y garantizado para permanecer de código abierto. Convierte los datos en información estructurada en una amplia gama de aplicaciones, que van desde la banca hasta sitios *Web*. Se trata de una mejora, reemplazo directo para *MySQL*. *MariaDB* se utiliza porque es rápido, escalable y robusta, con un rico ecosistema de motores de almacenamiento, *plugins* y muchas otras herramientas hacen que sea muy versátil para una amplia variedad de casos de uso. *MariaDB* se ha desarrollado como software de código abierto y como una base de datos relacional que ofrece una interfaz *SQL* para acceder a los datos [13].

Para el desarrollo de la aplicación es usado el lenguaje de programación **Android**, basado en otros lenguajes de programación como *Java* y *C++*. Para facilitar y mantener una programación actualiza acorde con los lineamientos actuales se utiliza *Android Studio*. *Android Studio* es el entorno de desarrollo integrado (por sus siglas *IDE*) oficial para el desarrollo de aplicaciones para *Android* y se basa en *IntelliJ IDEA*. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de *IntelliJ*, *Android Studio* ofrece aún más funciones que aumentan tu productividad durante la compilación de apps para *Android* [14]. Es elegido como entorno de desarrollo ya que contiene los paquetes necesarios para el desarrollo de aplicaciones móviles basados en *Android*,

además cuenta con soporte y actualizaciones para desarrollar aplicaciones para nuevas versiones de Android.

3.1 Patrones y arquitectura.

Los patrones para el desarrollo utilizados en la aplicación están basados en la arquitectura de programación en capas a dos niveles. Este estilo de programación está orientado al desarrollo de componentes o clases que se encarguen del tránsito, transformación y presentación de los datos en la aplicación; de esta forma se divide el código para hacerse más limpio y legible.

Dentro de la capa de datos se encuentra la lógica que permite el acceso a los datos, es decir, conexiones o maneras de obtener información del servidor que se encuentran codificadas en estas clases. En la capa de negocio, se manejan las transacciones entre capas, esta suele llamarse lógica de negocio, ya que en ellas se encuentran las directrices del tránsito y muchas veces la transformación de los datos.

Por último, y no menos importante se encuentra la capa de presentación, dicha capa está encargada de mostrar los datos a los usuarios, controlando acciones en las interfaces de usuario, solicitando peticiones a la capa de negocio para lograr interactuar con el sistema y la base de datos.

Esta arquitectura es muy parecida a la utilizada en entornos web llamada *MVC* (Modelo – Vista – Controlador). Cabe destacar que la arquitectura que presenta *Android Studio* para programar sobre *Android* es un *MVC*. Por un lado, existen los *XML* de la capa de presentación o vista y está regida por clases *java* que permiten manejar el negocio o el controlador [15].

3.3 Diseño de interfaces.

La aplicación está basada en el nuevo lenguaje de diseño de *Google*, *Material Design*. Este nuevo lenguaje forma parte de *Android* desde su versión 5. Este unifica el espacio reaccionando al movimiento ya que este proporciona un significado al usuario, con elementos intrépidos, gráficos e intencionados.

3.4 Arquitectura del Servicio.

La plataforma AmIHEALTH está desarrollada en el lenguaje de programación *PHP* utilizando el *framework Laravel* en su versión 5.4, la misma expone un servicio *API RestFull* creado para ofrecer una conexión fácil y ligera para el aplicativo móvil.

La protección de los datos es esencial para este tipo de aplicación ya que la información que se maneja es muy personal, hablamos de datos de pacientes, debido a ello, la plataforma, no permite conexiones externas si no se cuenta con una llave de aplicación o *token*. Encargándose de estas conexiones, existen clases denominadas *middleware* que para lograr hacer solicitudes al servidor se deben cumplir con los estándares *Oauth 2.0* (figura 2). Para poder acceder a los datos de un paciente es necesario el consentimiento del mismo, por eso la plataforma al iniciar sesión, en un dispositivo móvil, verifica si el usuario existe; de ser así envía una consulta a la aplicación, preguntando si el usuario permite el acceso a su información, que dicho sea de paso es privada y solo él puede otorgar permisos sobre el acceso a ellos. En el punto 4.2 se detalla el método para el registro de pacientes.

4. RESULTADOS

A continuación, se describen detalladamente cada una de las características de la aplicación y sus definiciones, para comprender su funcionamiento. Estas características corresponden a los módulos principales de la aplicación.

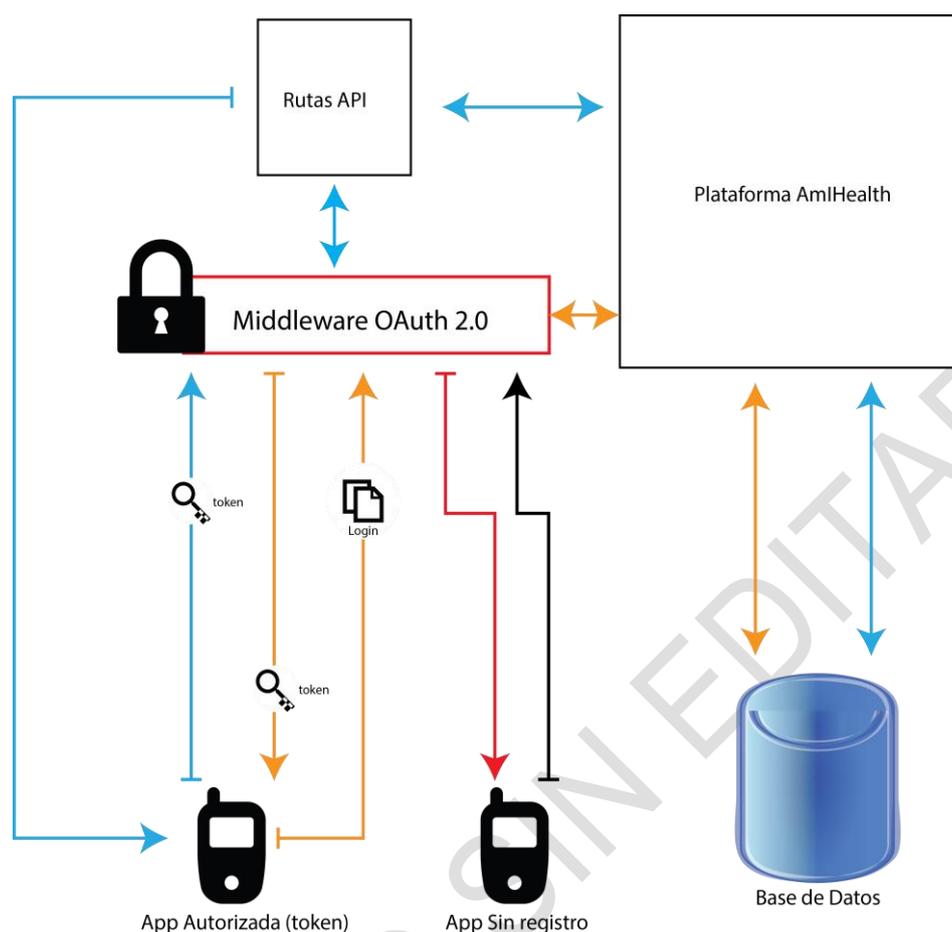


Figura 2. Funcionamiento de *Middleware OAuth 2.0*. Fuente: elaboración propia.

Es necesario definir los actores dentro de la aplicación, en esta convergen los pacientes denominados usuarios, profesionales de la salud como médicos, la plataforma AmIHEALTH y la base de datos. *Android* está basado en actividades, las mismas atienden a cada requerimiento del proyecto. Dentro de las actividades encontramos también fragmentos de ellas. Cada actividad está acompañada de su propio *XML* para modificarse y ajustarse a la necesidad. Se definen a continuación las actividades de la aplicación.

Inicio de sesión.

Un usuario es el actor principal en la aplicación, en este caso el paciente. Su interacción con la aplicación comienza al iniciar sesión. Es necesario que exista un registro previo como se muestra en el punto 4.2. El usuario debe iniciar sesión con su correo electrónico y su clave. De existir un registro la plataforma, esta le entrega a la aplicación un *token* validado a través del *middleware OAuth 2.0* como muestra figura 2,

la aplicación conserva este *token* para poder acceder a la información situada en la plataforma.

Cuando el usuario accede con éxito a la plataforma debe, además, dar el consentimiento del uso de su información en la aplicación móvil. Al entregar dichos permisos la aplicación mantendrá el *token* el cual será necesario en cada solicitud que se haga de la aplicación a la plataforma.

Registro de usuarios

El registro para los usuarios en la plataforma desde la aplicación, está comprendido por cuatro fragmentos de esta actividad, dentro de los cuales se solicita información general del usuario como los datos básicos para el uso de la plataforma.

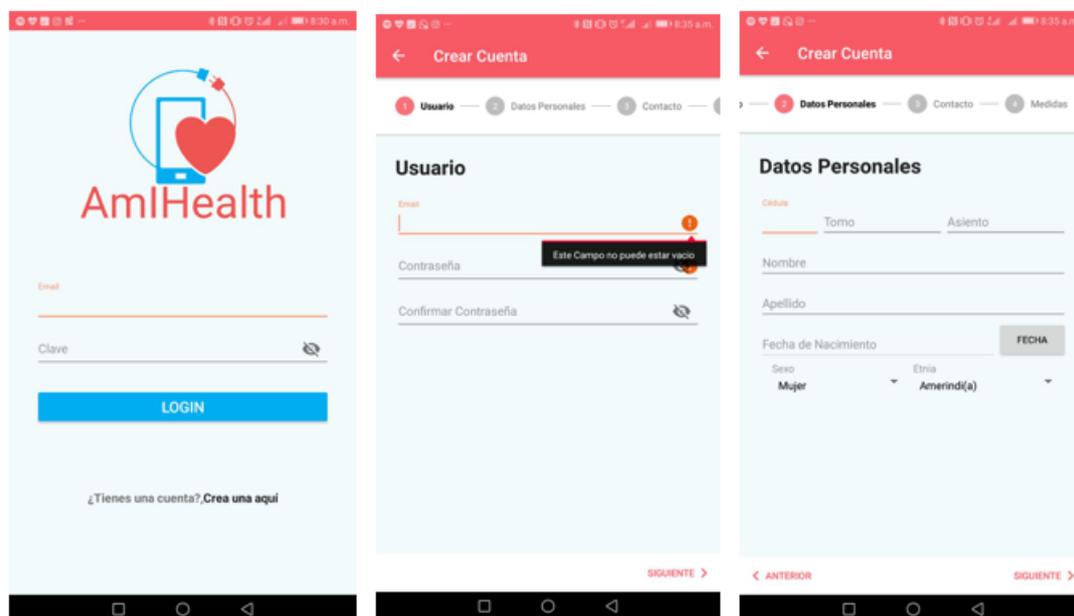
En la figura 3 se encuentra la pantalla de registro de usuario, en ella se presentan tres campos. El campo de email, el usuario debe ingresar un correo válido y a su vez, el sistema evalúa la entrada de texto y la compara con todos los correos que existen en la base de datos para determinar si ya existe un usuario registrado.

Para continuar con el registro en la parte inferior de cada fragmento, se encuentran dos botones: uno para continuar con el registro y otro para retornar. Al continuar con el registro en el paso 2 se solicitan los datos generales del usuario, solo existirá un registro por usuario, ya que cada registro está bajo una llave primaria, la cédula o número de identificación personal. En el siguiente paso el usuario debe registrar su dirección correspondiente y su número de teléfono; cabe destacar que con estos campos se pretende regionalizar los casos para ayudar a enmarcar la enfermedad dentro del país.

Como último fragmento de registro, se encuentra la base para mucha de las sugerencias y los datos médicos más relevantes para la atención de la HTA. Aquí se registra el peso, altura y muy importante la circunferencia de su cintura. Estos datos serán usados para determinar si existe obesidad en el paciente como también para registrar si el usuario está cambiando hábitos alimenticios o practicando ejercicios.

Para culminar el registro y verificar la autenticación del usuario, se aplica una verificación a través del correo ingresado. La plataforma envía al correo registrado un código único de activación, paso 2 en la figura 4, el cual debe ser insertado en la pantalla de activación de código de verificación explicado en el paso 3. Al enviar el código a la

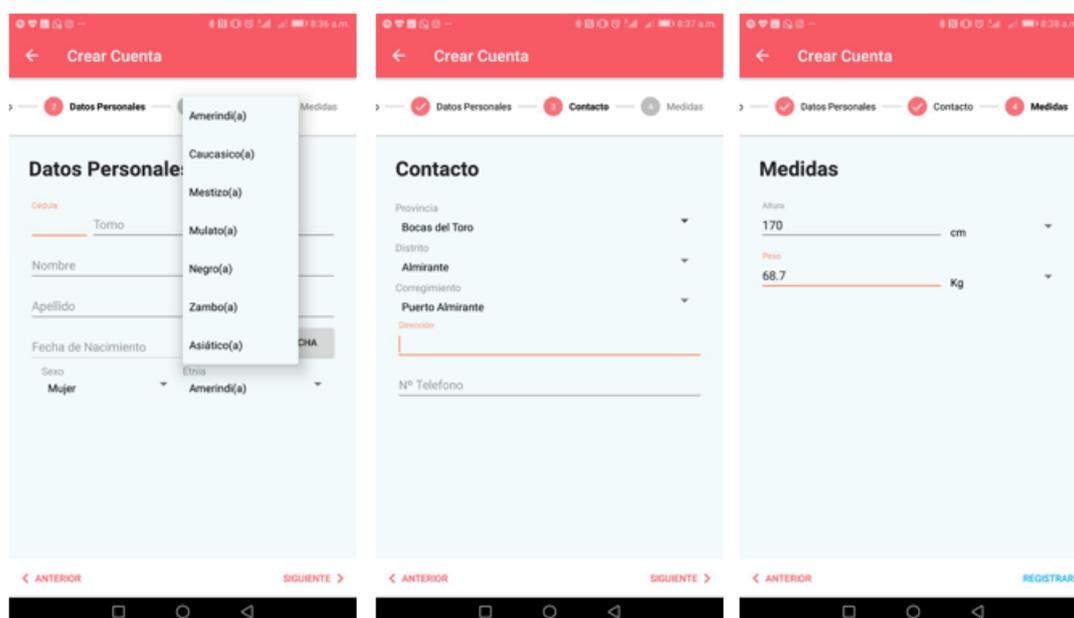
plataforma este pasa a un controlador que verifica si el código insertado es correcto, de esta manera el usuario cambia su estado a activo y con ello culmina el registro.



(a)

(b)

(c)



(a)

(b)

(c)

Figura 3. (a) Acceso al sistema, (b) Registro de nuevo usuario y clave, (c) Datos personales del nuevo usuario, (d) Selección de región y raza, (e) Captura de datos de contacto, (f) Captura de peso y talla inicial. Fuente: elaboración propia.

Módulo de atención de hipertensión

Atender la hipertensión, es el principal objetivo de la aplicación. Gestionar, almacenar y evaluar las medidas de presión son las características básicas de este módulo. Este módulo pretende facilitar la lectura de la medición al usuario, permitiendo observar gráficas, listas y detalles de todas y cada una de las mediciones agregadas.

Este módulo se encuentra apoyado en los lineamientos de atención para la hipertensión definidos en el JNC7 [17].

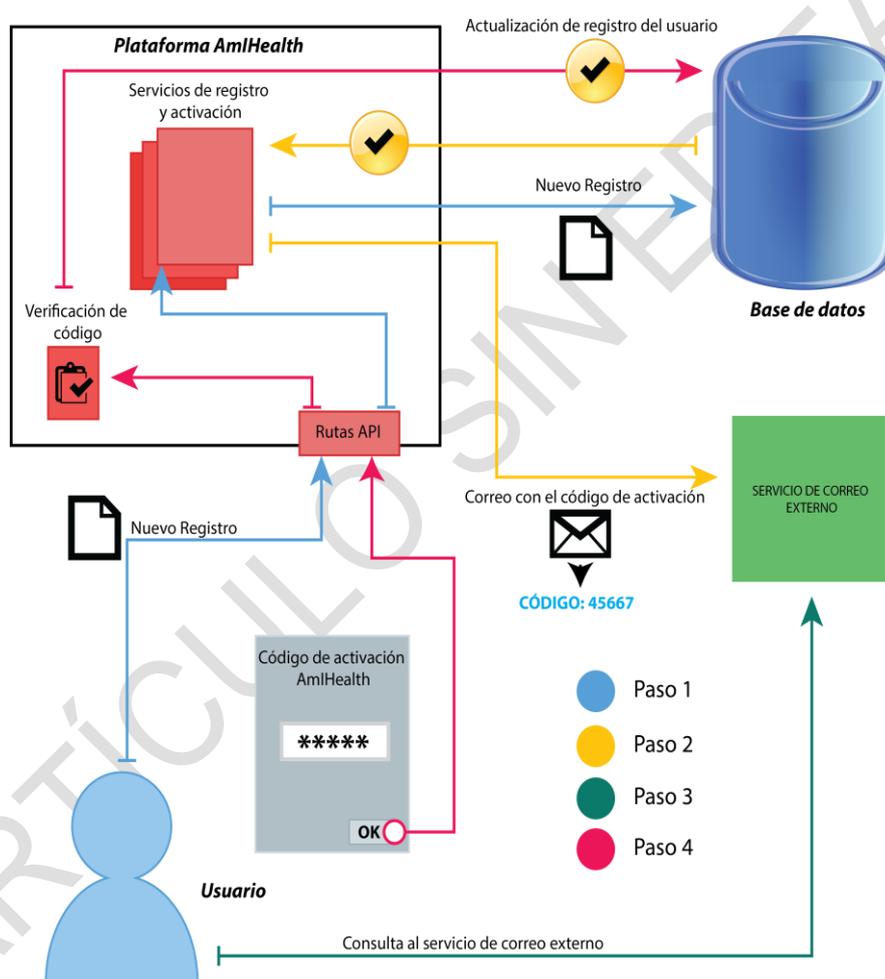


Figura 4. Proceso de autenticación de usuarios. Fuente: elaboración propia.

Resumen de presión arterial y tabla de medidas

La pantalla de resumen de actividad se encuentra dividida en dos secciones en donde se muestra información gráfica de las medidas efectuadas por el usuario en la semana. La

misma está diseñada para que el usuario vea brevemente, en una línea de tiempo y el comportamiento de su HTA. También se encuentra a disposición del usuario sugerencias y alertas que genera el sistema, como las próximas mediciones entre otros.

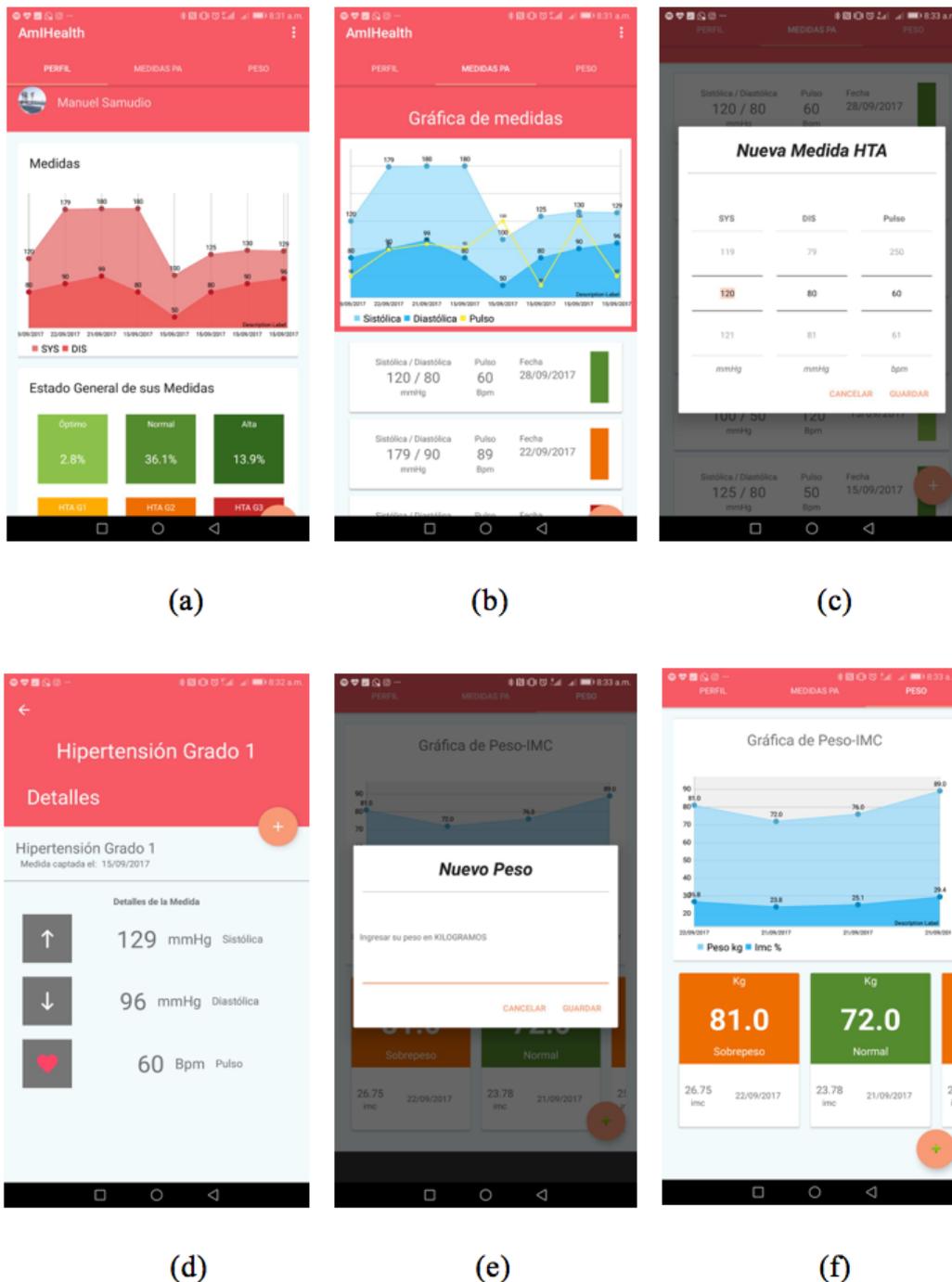


Figura 5. (a) Resumen de medidas de presión arterial, (b) Gráfico de presión arterial, (c) Captura de nueva medida de presión arterial, (d) Resumen de hipertensión arterial, (e) Captura de un nuevo peso, (f) Gráfico de Peso-IMC. Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 se muestra la siguiente pantalla dentro del módulo de atención de la hipertensión. En esta se encuentran listadas cronológicamente siguiendo una estructura *LIFO* (*last input – first output*), todas las medidas realizadas desde el primer uso de la aplicación. Todas las medidas están acompañadas de un identificador; cada medida es evaluada por el sistema para clasificarlas dentro de su rango correspondiente.

Nuevas medidas y detalles de las medidas

Las medidas con los datos más importantes de nuestra aplicación, son el punto de referencia para los siguientes enunciados. Una medida de presión arterial está compuesta de la presión sistólica (SIS) y la presión diastólica (DIS), en la aplicación se agrega también el pulso cardiaco, esta última medida se encarga de determinar si una persona se encuentra en descanso o no. Con ella se puede diagnosticar una medida válida o atribuirla a la actividad.

En la aplicación se puede acceder a este módulo pulsando en el botón situado en la parte inferior derecha del módulo de atención de la hipertensión. Se mostrará un fragmento que expone al usuario tres campos: sistólica, diastólica y pulso. El usuario debe ingresar valores en todos los campos para lograr un registro de la medida, ver la figura 5.

Las medidas deben ser capturadas con el uso de un tensiómetro con tecnología Bluetooth o a través de la forma tradicional (tensiómetros sin capacidad de transmisión de datos). Obedeciendo los lineamientos de la guía, el usuario debe tener como mínimo diez minutos de reposo, colocar el tensiómetro el brazo izquierdo a dos centímetros del codo y que el tensiómetro se encuentre a la altura del corazón; el usuario debe mantener una postura adecuada, no cruzar las piernas ni empuñar las manos. Todas estas recomendaciones deben seguirse para obtener una medida correcta.

El tensiómetro debe mantener un margen de error de ± 3 mmHg, que es el margen de error que se produce al generar una medida de manera tradicional. Cabe destacar que se encuentra en desarrollo la integración con dispositivos biométricos.

Esta actividad está dirigida a mostrar información de la medida seleccionada o recién agregada. Se muestran los valores registrados como también la clasificación que ocupa dentro del rango de clasificación de la hipertensión. Al mismo tiempo muestra las sugerencias basadas en las mediciones obtenidas. Esta actividad es lanzada al usuario

cada vez que seleccione una medida en el historial y también cuando se agreguen nuevas medidas.

EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN PRESENTADA

En la etapa de desarrollo de este proyecto, se han obtenido estadísticas de uso con la ayuda de la plataforma *Firebase* [18], perteneciente a la *Suite de Google*, para el desarrollo de aplicaciones móviles, Web o de escritorio. La aplicación fue distribuida para términos de pruebas, obteniendo como resultados las siguientes estadísticas:

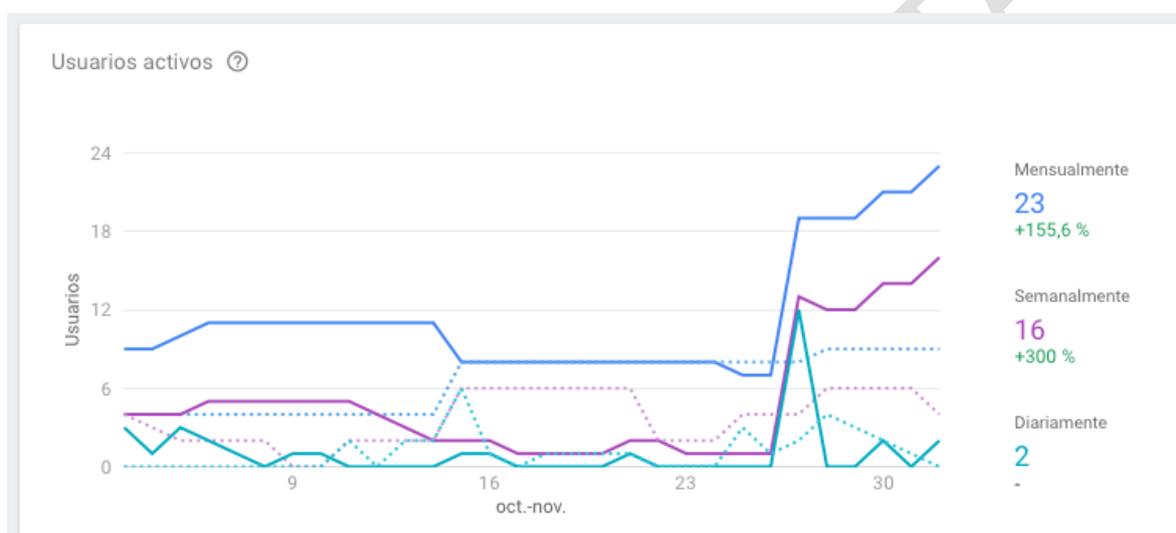


Figura 6. Seguimiento de usuarios en las pruebas de la aplicación. Fuente: [18]

Como se muestra en la figura 6, en el periodo octubre – noviembre, se encontraron activos 23 usuarios mensualmente con un promedio de 16 usuarios activos semanales y 2 diariamente. Esta prueba es de suma importancia para determinar el nivel de estrés al que se someterá el servidor de la plataforma *AmiHEALTH* en un momento dado. Este servicio se encuentra activo para las pruebas de campo agendas.

En la figura 7, se muestra el porcentaje de uso con base al tiempo en el que usuario interactúa con la aplicación, se mide las interacciones diarias, por usuario y las sesiones por usuario. Esta analítica nos muestra a su vez, las pantallas de interacción del usuario, en donde la herramienta observa el tiempo de uso en las pantallas de la aplicación.

La pantalla de *Home*, en nuestro caso, es donde se encuentra concentrado el uso de la aplicación ya que en ella se encuentra integrado el módulo de atención de *HTA*. Esta pantalla tiene un 56.9% de la concentración total del uso, la pantalla de Inicio de

Sesión con el 36.9% y, por último, el módulo de Registro de usuarios con el 6.1% de la concentración de uso; obteniendo como resultado un promedio de uso de 11 minutos.

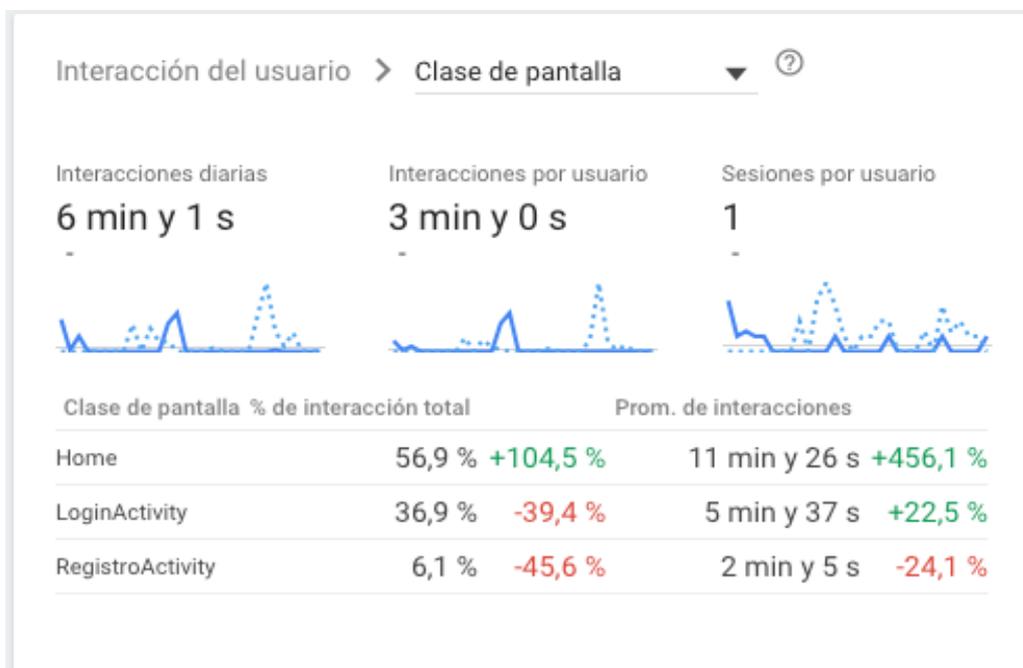


Figura 7. Análisis de interacción del usuario. Fuente: [18]

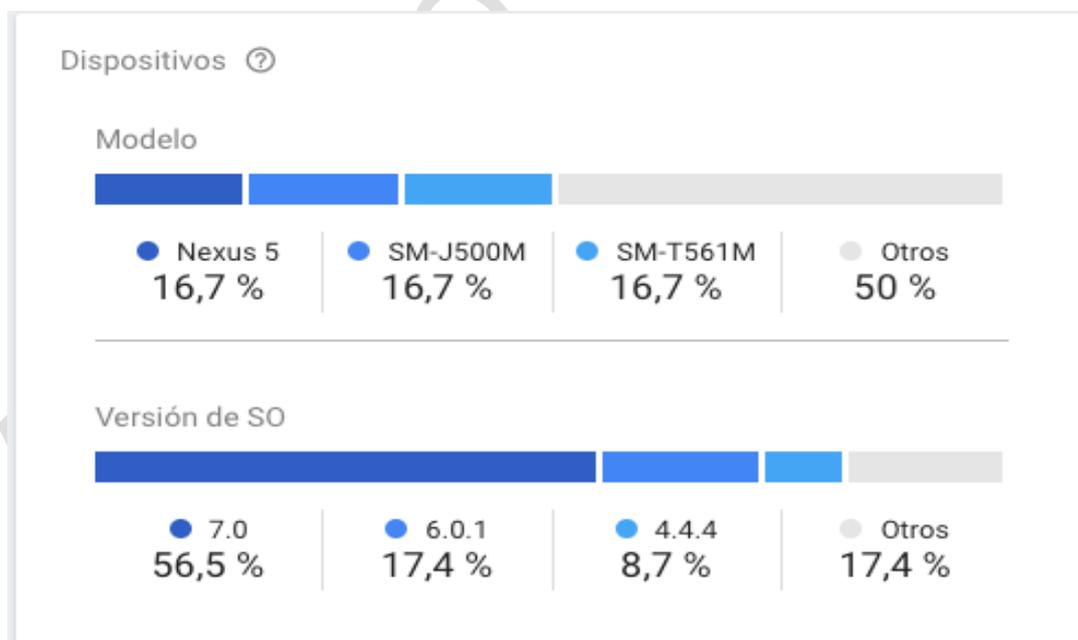


Figura 8. Dispositivos instalados vs versión de Sistema Operativo Android. Fuente: [18]

Uno de los mayores retos para todo desarrollador Android, es la fragmentación de dicho sistema operativo, sumándole además la larga lista de dispositivos en el mercado con diferentes características y hardware [1]. Debido a ello se agrega a la prueba los dispositivos y las versiones del sistema operativo bajo los que se instala la aplicación, una evaluación de plataformas, obteniendo como resultado dentro de los dispositivos el SM-J500M modelo de la marca Samsung, popular en la población panameña como J5, que se encuentra dentro de los Smartphone más vendidos en Panamá. En cuanto a la versión de sistema operativo, se asegura la instalación en la versión 4.4 mínima de Android (figura 8).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En nuestro proyecto queremos ofrecer a los usuarios una herramienta que permita almacenar datos relevantes de su padecimiento de hipertensión arterial. Estos datos facilitan el seguimiento y control de la enfermedad y sobre todo le permite ver mediante un gráfico como se ha comportado las medidas obtenidas en un tiempo determinando. Este tipo de aplicaciones son una herramienta de control y, sobre todo, permite educar a los usuarios sobre su enfermedad.

Nuestra intención ha sido adaptar estas tecnologías existentes para que podamos sacar provecho de cada una de ellas y así tener información valiosa a la hora de la toma de decisiones. Dentro de las actividades que estamos desarrollado están la de diseñar un ambiente de pruebas reales en donde los pacientes y médicos usen la aplicación móvil y así poder analizar su comportamiento según las diversas formas de uso.

Una vez desarrollado el proyecto, podemos comprobar que se cumple con las preguntas planteadas inicialmente. Si los usuarios cuentan con un sistema de gestión de datos, pueden llevar un mejor control de los datos generados de presión arterial, permite la toma de decisiones basado en evidencias y facilita el seguimiento por parte de los especialistas de la salud. Este tipo de soluciones permiten, además, generar módulos a futuro con base en información almacenada y sobre todo crear planes de prevención específicos a cada región del país.

Esta es una primera aproximación, la aplicación está diseñada de tal manera que se puedan generar nuevos módulos para diferentes enfermedades, adaptados a la estructura ya desarrollada. Nuestro principal aporte no radica en la aplicación como tal, sino en la

posibilidad de manejar los datos obtenidos por sus usuarios para la toma de decisiones en el sector salud.

Hemos mencionado previamente que a pesar de que existan otras aplicaciones de gestión de datos de hipertensión (propietarias), ninguna de las soluciones presentadas permite la obtención de datos para que las instituciones de salud de cada país, pueda generar estadísticas del comportamiento de los resultados en la región. Esta solución recentrada está dirigida exclusivamente a Panamá, pero se puede adaptar de forma completa a otros países, tomando en cuenta algunos cambios de comportamiento de la población.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) por el apoyo en financiero en el desarrollo del proyecto ITE15-001. A la Fundación Tecnológica de Panamá y la Universidad Tecnológica de Panamá por la gestión. El primer autor es miembro del SNI como Investigador Nacional I de la SENACYT.

REFERENCIAS

- [1] García, L. (2014). La Estrella de Panamá. “Un 33% de población adulta en Panamá sufre de hipertensión arterial”. [en línea] pp. 18. Disponible en <http://laestrella.com.pa/vida-de-hoy/salud/94-millones-personas-mueren-cada-hipertension-arterial/23807287>. [Accedido 18-sept-2016].
- [2] Díaz, I. (2017). Panamá América. “Hipertensión arterial aparece a edades más tempranas.” [En línea] pp. 3. Disponible en <http://www.panamaamerica.com.pa/content/hipertensi%C3%B3n-arterial-aparece-edades-m%C3%A1s-tempranas>. [Accedido 17-Ene-2017].
- [3] Panama. Dirección de Estadística y Censo, “Estadística panameña. Situación económica. Transporte y comunicaciones, Secciones: 333 Transporte, 334 Comunicaciones.” [En línea]. pp- 120-121. Disponible en http://www.contraloria.gob.pa/INEC/Publicaciones/subcategoria.aspx?ID_CATEGORIA=4&ID_SUBCATEGORIA=23&ID_IDIOMA=1. [Accedido 02-Nov-2017].

- [4] Kem, S. (2017). “Digital in 2017: Global Overview - We Are Social Singapore.” [En línea]. pp. 1-2. Disponible en <https://wearesocial.com/sg/blog/2017/01/digital-in-2017-global-overview>. [Accedido 01-Nov-2017].
- [5] Nokia (2017). “Nokia Health (Withings) | Connected health devices for the whole family: scales, activity & HR monitors, thermometer, camera” [En línea]. pp. 3. Disponible en <https://health.nokia.com/us/en/>. [Accedido 02-Nov-2017].
- [6] Castillo, B. (2011). Sociedad Panameña de Cardiología. “Tratamiento No Farmacológico de la Hipertensión Arterial”. [En línea]. pp. 45-47. Disponible en: <http://cardiologiadepanama.org/articulos/tratamiento-no-farmacologico-de-la-hipertension-arterial/>. [Accedido 13-May-2017].
- [7] Ministerio de Salud de Panamá (2014), “Guía para la atención integral de las personas con hipertensión arterial”. [En línea]. pp. 6-8. Disponible en <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/documentos/Guias/RM031-2015-Minsa.pdf> [Accedido 15-May-2017].
- [8] A. Nacionales Et Al. (2014). “Plan Estratégico Nacional Para la Prevención y el Control Integral de las Enfermedades no Transmisibles y sus Factores de Riesgo República de Panamá Caja De Seguro Social”, 2014. [En línea]. pp. 44-46. Disponible en: http://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicaciones/plan_estrategico_nac.pdf [Accedido 15-Abr-2017].
- [9] Samudio, M., & Villarreal, V. (2017). AmIHEALTH: Plataforma web para el seguimiento y control de pacientes con problemas de hipertensión arterial en Panamá. Memorias de Congresos UTP, pp. 28-34. Disponible en <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1467>
- [10] “Digital in 2017: Global Overview - We Are Social Singapore.” [En línea]. pp. 1. Disponible en <https://wearesocial.com/sg/blog/2017/01/digital-in-2017-global-overview>. [Accedido 01-Nov-2017].
- [11] Wiki.centos.org. (2016). FrontPage - CentOS Wiki. [en línea]. pp. 12. Disponible en <https://wiki.centos.org/> [Accedido 15-May- 2017].
- [12] Group, D. (2016). Welcome! - The Apache HTTP Server Project. [En línea]. pp. 3. <http://httpd.apache.org>. Disponible en <http://httpd.apache.org> [Accedido 15-May-2017].

- [13] MariaDB.org. (2016). About MariaDB - MariaDB.org. [en línea]. pp. 5-6. Disponible en <https://mariadb.org/about/> [Accedido 15-May- 2017].
- [14] Android Studio, C. (2017). Conoce Android Studio | Android Studio. [En línea]. pp. 1-20. Disponible en <https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es-419> [Accedido 15-May-2017].
- [15] B. Phillips y B. Hardy, Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide. Big Nerd Ranch Guides, 2013. pp. 22-25.
- [16] Instituto Conmemorativo Gorgas, “Republica de Panamá Instituto Conmemorativo Gorgas De Estudios De Salud – Ministerio De Salud Prevalencia De Factores De Riesgo Asociados A Enfermedad Cardiovascular (Prefrec, 2010)”. [En línea]. pp. 25-26. 2010. Disponible en: http://apps.who.int/ftc/implementation/database/sites/implementation/files/documents/reports/panama_annex11_consume_of_tobacco.pdf. [Accedido 03-Nov-2017].
- [17] National High Blood Pressure Education Program (2003), “JNC 7 Express”. [En línea]. pp. 7-8. Disponible en https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/resources/heart/hbp_salt.pdf. [Accedido 02-Oct-2017].
- [18] “Documentación Firebase”. [En línea]. pp. 67-69. Disponible en: <https://firebase.google.com/docs/?authuser=0>. [Accedido 02-Nov-2017].