

Desarrollo de un sistema de monitoreo de signos vitales para personas de la tercera edad

Development of a vital signs monitoring system for the elderly

PEREZ-FLORENTINO, Ángela† & HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Patricia*

Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, Tecnológico Nacional de México

ID 1^{er} Autor: *Ángela, Pérez-Florentino* / **ORC ID:** 0000-0001-5063-2733, **Researcher ID Thomson:** I-5454-2018

ID 1^{er} Coautor: *Patricia, Hernández-Rodríguez* / **ORC ID:** 0000-0002-1451-151X

A. Pérez & P. Hernández

angela.perez@itspanuco.edu.mx

V. Luna, (Dir.). Ingeniería, Proceedings-©ECORFAN-México, CDMX, 2019.

Abstract

This paper aims to present an application for monitoring vital signs aimed at older adults, because those that exist in the market are mostly dedicated to support athletes. A planning, design and programming of the application was carried out according to the needs of the elderly, considering the agile methodologies used for the development of mobile applications. Tests were done to determine its functionality. The contributions are to have created an application for the Smartphone with Android operating system because they are the most popular, and its cost is lower compared to those of IOS; in the same way verify that devices can be made to take vital signs and link them to mobile applications at an affordable price for people who are low income.

Monitoring vital signs, Elderly, Application

Introducción

Según Arroyo (2011), el World Wide Web Consortium (W3C) definía en 2007 el término Dispositivo móvil, como aquel aparato portátil desde el que se puede acceder a la web, diseñado para ser usado en movimiento; teniendo como característica que no tiene conexión física a las redes para acceder a internet y la facilidad en la movilidad de quien emplee el aparato.

Poco a poco los dispositivos móviles han ido ganando terreno en nuestras vidas, su uso se ha masificado debido a la utilidad que conlleva el trabajar con ellos, pues como ya se mencionó sus bondades van desde: el tamaño, la facilidad de transporte, pasando por su capacidad de cómputo, hasta la integración de varios servicios que antes se tenían por separado.

De acuerdo a Vázquez y Sevillano (2015) el dispositivo móvil más usado es el *smartphone* o teléfono inteligente, debido a que permite acceder a la instrucción desde cualquier lugar y en cualquier circunstancia, permitiendo consigo una comunicación multidireccional al poder realizar casi cualquier cosa con él. Así mismo, comentan que estos dispositivos pueden realizar las tareas, casi como un equipo de cómputo tradicional al alcance de cualquier persona sea de donde quiera que esta se encuentre, sin necesidad de que ella cuente con grandes conocimientos para operarlos, permitiendo con ello enviar o recibir información.

Desde su aparición se han creado una diversidad de aplicaciones para facilitar las actividades. En los últimos años el dispositivo móvil se ha hecho presente en todos los ámbitos de la vida; existen aplicaciones en lo educativo, en lo social y recreativo, en la salud, etc. La mayoría de ellas se han hecho imprescindibles en nuestro al apoyar en diversas necesidades, dependiendo en el contexto.

Por su parte, las aplicaciones móviles aplicadas como soluciones tecnológicas en el ámbito de la salud, siguen aumentando potencialmente, principalmente por la implementación de algoritmos, con el mínimo de errores, mediante los cuales ofrecen innovación y mayor calidad en los servicios (Santamaría y Hernández, 2015).

Una de ellas, importante porque está en detrimento de la vida, y cuando la distancia es un factor crítico, la telemedicina es usada por los profesionales para intercambiar información válida para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, con la intención de avanzar en la salud de los individuos y de las comunidades (Santamaría y Hernández, 2015).

Derivado de ello, nace la aplicación que se reporta en este trabajo. Las personas de la tercera edad, en su mayoría, padecen diversas enfermedades, algunas derivadas de su incierta presión arterial, lo que conlleva a un desenlace fatal si no se le tiene monitoreada. Aunado a lo anterior, algunas de estas personas se encuentran viviendo en soledad, sin nadie que los asista en caso de presentar alguna molestia.

Aprovechando las bondades de la telemedicina, la aplicación servirá como apoyo al adulto mayor, al llevar un historial de sus signos vitales y, en caso de que se detecte una variación, se le notificará al médico sobre la situación.

En la metodología se describe el procedimiento que se siguió para el desarrollo del sistema, como: la planificación, los requisitos, el diseño y las pruebas. En el apartado de los resultados se visualiza en las imágenes el producto de la aplicación.

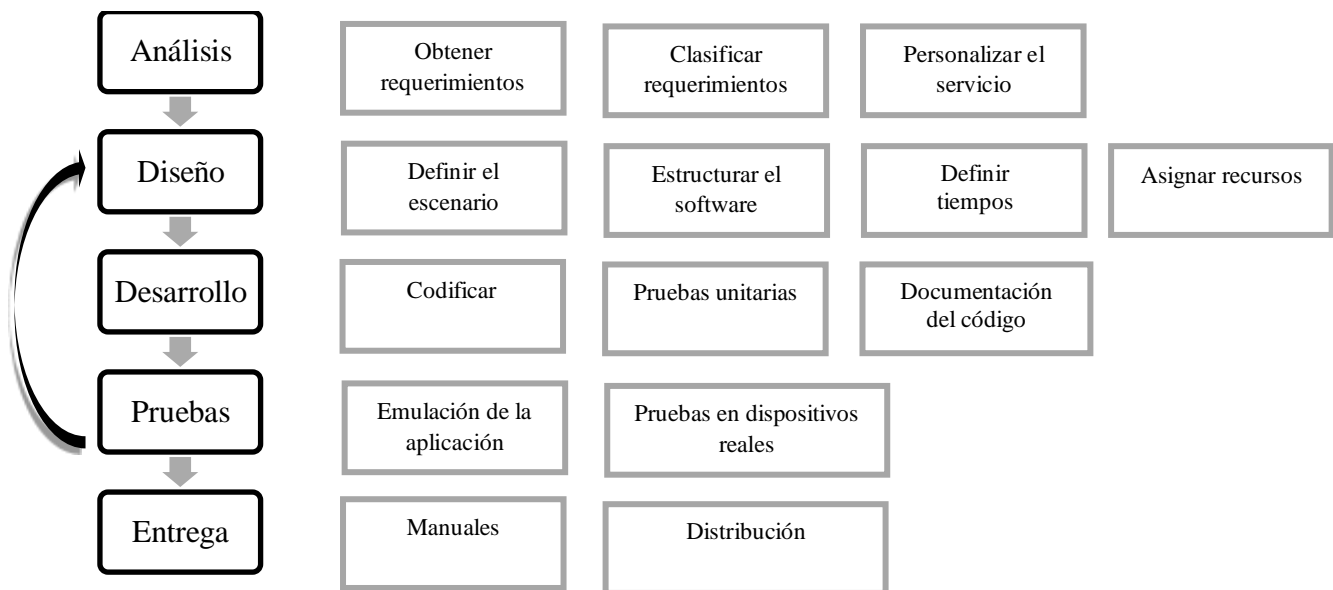
Metodología

El desarrollo de aplicaciones móviles difiere del desarrollo de software tradicional en muchos aspectos, lo que provoca que las metodologías usadas para estos entornos también difieran de las del software clásico. Esto es porque el software móvil tiene que satisfacer una serie de requerimientos y condicionantes especiales que lo hace más complejo (Blanco et al, 2009).

La metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles, debe de estar enfocada para cubrir los requisitos funcionales del prototipo, pasando por las diversas etapas, las cuales proveen de información indispensable para el avance en el proceso, ya que proporcionan datos o elementos de entrada a las siguientes etapas del prototipo.

La metodología cuenta con las fases de análisis, diseño, desarrollo, pruebas de funcionamiento y entrega (Beck, Beedle, Bennekum, y Cockburn, 2001), como se muestra en la figura 9.1.

Figura 9.1 Metodología de desarrollo de la aplicación móvil



Fuente: Elaboración propia

Primera fase: Análisis

De acuerdo con la solución planteada a nuestra problemática, en esta fase se trazaron las necesidades que debe de satisfacer la aplicación, haciendo énfasis en la determinación de requerimientos funcionales, los cuales indican los servicios que debe proveer la aplicación, en el momento que recibe ciertas entradas o señales de datos. En cuanto a los requerimientos no funcionales, están definidos por las propiedades relacionadas a los requerimientos de la instalación y de tiempo de respuesta, entre otros (ver tabla 9.1).

Tabla 9.1 Requisitos funcionales y no funcionales

Requerimiento	Descripción
RF1	La aplicación es para Smartphone
RF2	Cuenta con un módulo en donde se captura su presión arterial, su ritmo cardiaco y su peso corporal.
RF3	La aplicación reconoce el dispositivo que toma la presión arterial.
RF4	Se visualiza el resultado sobre la presión arterial, indicando si es normal o elevada
RNF1	Para la toma de la presión se requiere la conexión bluetooth de la aplicación al dispositivo.
RNF2	La aplicación requiere de un espacio mínimo de MB para su instalación y funcionamiento.
RNF3	La interfaz debe ser amigable con el usuario, facilitando su uso.

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron también las estimaciones de tiempo de elaboración del sistema, utilizando un diagrama de Gantt para planificar y programar las tareas (ver tabla 9.2).

Tabla 9.2 Tiempo para las actividades

Tareas	Tiempo
Análisis de la información recopilada.	1 mes
Definir las herramientas para el desarrollo de la aplicación.	15 días
Diseño y programación del componente electrónico.	2 meses
Diseño y programación de la aplicación.	2 meses
Pruebas de desempeño de la aplicación.	1 mes

Fuente: Elaboración propia

Además, se plantearon las características del software que se sabía se puede utilizar, mismos que podían ser Android Studio, Xamarin y PhoneGap. De igual manera se analizaron las características que se requerían para el hardware, por lo que la computadora debería cumplir con ciertas particularidades.

Segunda fase: Diseño

Las características del equipo en el que se desarrolló la aplicación son: Windows 10 (64 bits), 8 GB de RAM, 1 TB de espacio en DD, Resolución mínima de 1.280 x 800, Java 8, Procesador Intel para el emulador. Para las pruebas de la aplicación móvil, se consideraron las características del *smartphone* con el Sistema Operativo Android 8.

Para la lectura de los signos vitales, la aplicación requiere del procedimiento de medición del ritmo cardiaco, así como la tabla de valoración de cada una de las categorías, dependiendo además de ciertas variables de peso y edad (ver tabla 9.3).

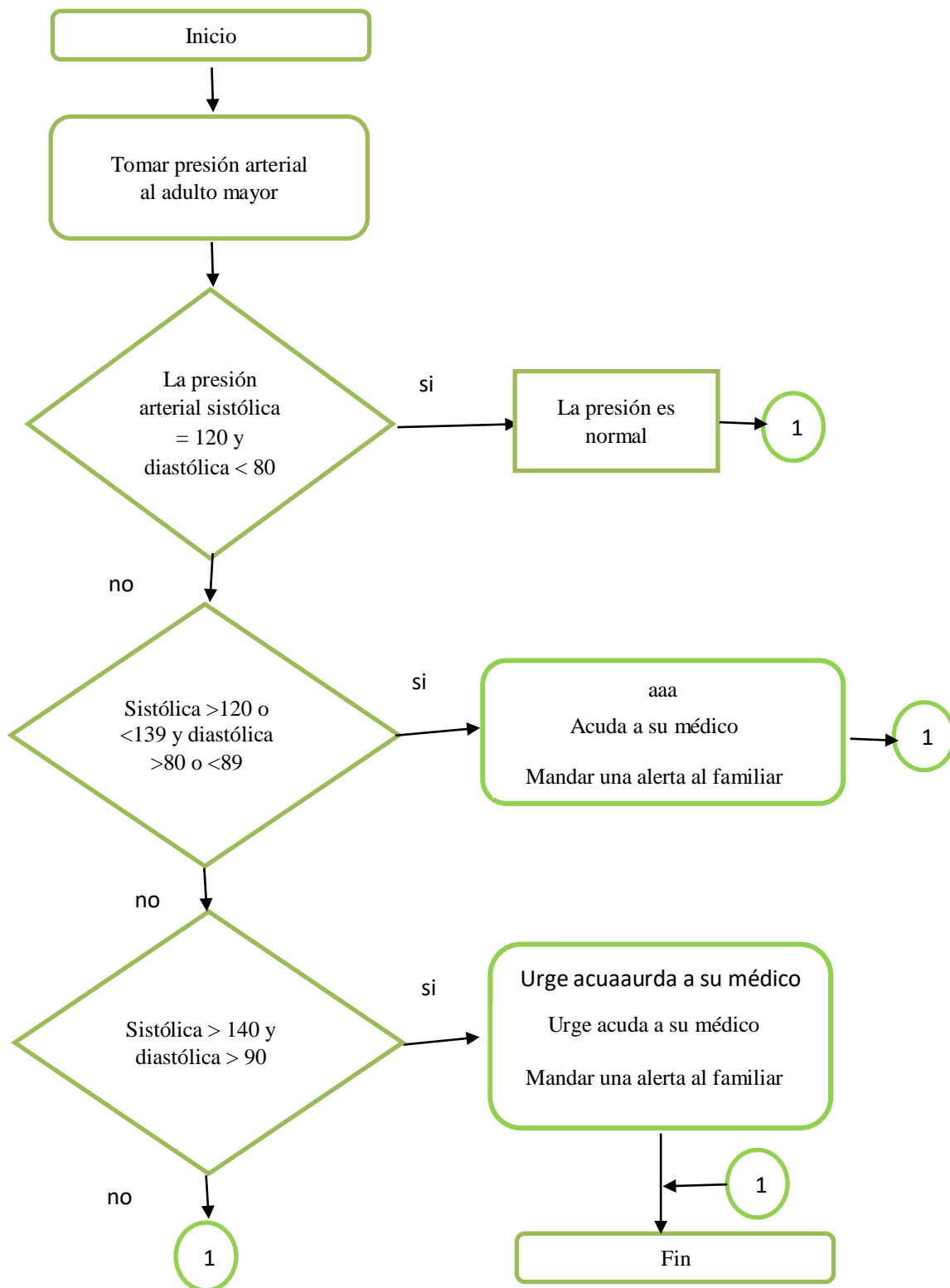
Tabla 9.3 Tabla de rangos de presión arterial (mmHg)

Normal	Prehipertensión	Estado 1	Estado 2	Estado 3
80	95	95	108	110
90	100	100	120	140
95	105	120	140	160
100	120	140	160	180
120	139	159	185	190 más

Fuente: Dr. Armando Minor (2019)

Tercera fase: Desarrollo

Se realizó el análisis de los datos, elaborando los bosquejos que compondrán cada uno de los módulos de la aplicación, para diseñar la interfaz del sistema (Figura 9.2).

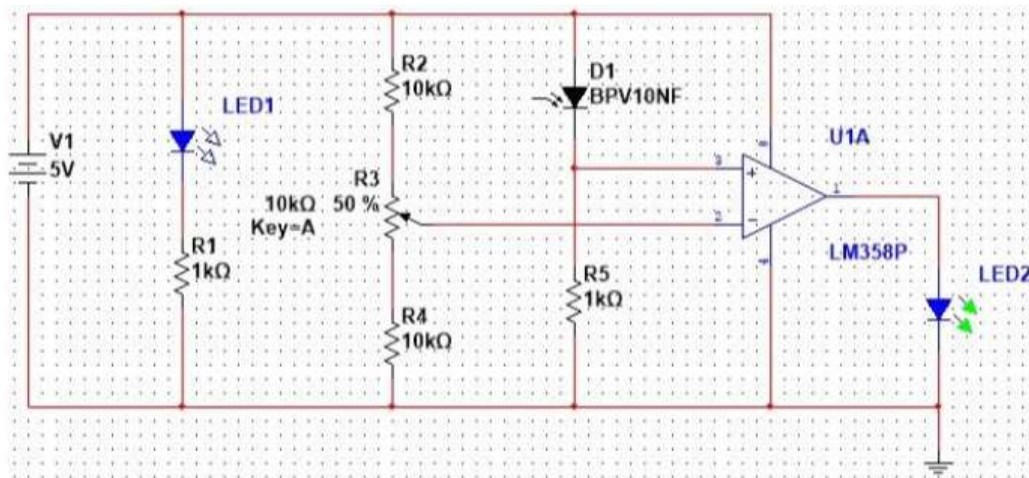
Figura 9.2 Diagrama de flujo de toma de presión arterial

Fuente: Elaboración propia

Ya teniendo el método de medición se continúa con los componentes para el armado del prototipo. Un amplificador operacional que, cuando el corazón bombea la sangre, al pasar por la vena, golpea las paredes de la vena haciendo un movimiento imperceptible al ojo humano. El amplificador operacional hace la función de amplificar ese movimiento y hacerlo perceptible mediante un led, el cual indica en movimiento al encender y apagar.

También se utilizó un led como indicador del pulso, seguido por resistencias y un potenciómetro, que ayudarán al *led* para hacerlo más sensible y así mostrar las pulsaciones. La colocación de los componentes se muestra en la figura 9.3.

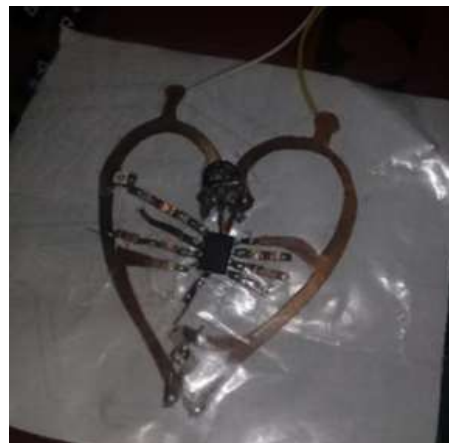
Figura 9.3 Diagrama del prototipo en el software



Fuente: Elaboración propia

El primer prototipo se muestra de la siguiente manera (Figura 9.4). Para el montaje en físico, se utilizó una tinta conductora y pequeños trozos de cobre con el fin de que las pistas sean flexibles, pero sin perder la forma del circuito y con mayor conductividad. También se analizaron los materiales usados para el montaje del circuito, por ejemplo, su nivel de toxicidad en la piel, así como también las pruebas de alergia sobre las tintas conductoras.

Figura 9.4 Primer prototipo del dispositivo electrónico de medición



Fuente: Elaboración propia

Una vez en el diseño, se elaboraron pantallas en la que se introducen los datos de la persona adulta mayor (usuario principal), de uno o varios familiares, así como de su médico de cabecera si es que lo hubiese. De igual forma, se realizaron las pantallas que permitirán la entrada de los datos, así como aquellas que van a mostrar las estadísticas o reportes sobre los signos vitales del adulto de la tercera edad (Figura 9.5).

Figura 9.5 Diseño de las pantallas de la aplicación móvil

Fuente: Imagen propia

Cuarta fase: Implementación y pruebas

En esta etapa se emula el funcionamiento del sistema para verificar su adecuado funcionamiento, ajustando aquellos detalles que puedan interferir al momento de instalarlo en un equipo real.

Posteriormente se realizaron pruebas en un *smartphone* con pantalla 5.5", 1080x1920 pixeles, RAM 3GB, almacenamiento 16 GB, Sistema Operativo Android 8.1.

Para la realización de las pruebas se utilizó el prototipo del tatuaje electrónico junto con las mediciones que el médico proporcionó. Se realizaron cuatro pruebas con distintas personas, de las cuales dos de ellas son de edad avanzada y dos personas con edades de 15 y 18 años. En la tabla 9.4 se muestra el comparativo de la medición realizada con este prototipo y aquella realizada con el instrumento médico para medir la tensión arterial (esfigmomanómetro).

Tabla 9.4 Comparativa de las mediciones del dispositivo electrónico y el esfigmomanómetro

Edad	Prototipo tipo tatuaje electrónico		Método convencional esfigmomanómetro	
	Presión arterial sistólica	Presión arterial diastólica	Presión arterial sistólica	Presión arterial diastólica
15 años	140	86	140	88
18 años	119	80	125	86
85 años	130	77	130	77
75 años	143	84	143	84

Fuente: Elaboración propia

Resultados

A través del desarrollo de esta aplicación, se ha podido utilizar el prototipo en personas de varias edades y, de acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, el dispositivo tipo tatuaje electrónico es funcional, sin embargo, se presentó una variación de acuerdo al movimiento de los músculos, por el movimiento natural del cuerpo. En las mejoras del prototipo se pretende cambiar algunos componentes ya que al estar muy sensible este puede variar por las razones antes mencionadas.

El prototipo electrónico cumple con su función al tomar los signos vitales que, por medio de *bluetooth*, fueron enviados del dispositivo que se le coloca al usuario, para el procesamiento de esos datos y almacenamiento en la base de datos. Así mismo, al obtener valores que de acuerdo a las tablas de presión arterial se consideren altas, enviaría una alerta a los contactos que se tienen registrados.

Este dispositivo sería mayormente utilizado en personas de la tercera edad puesto que son las más propensas a sufrir algún cambio drástico en su ritmo cardíaco, de igual forma en ser monitoreadas las 24 horas, y así el familiar del usuario podrá tener los signos vitales en caso de alguna emergencia.

Agradecimiento

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, por las facilidades otorgadas para el desarrollo del prototipo electrónico y la aplicación móvil.

Conclusiones

La hipertensión arterial es considerada como un predictor de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, entre las que destacan la enfermedad cerebrovascular, el infarto del miocardio, la insuficiencia cardíaca, la enfermedad arterial periférica y la insuficiencia renal (Consejo de Salubridad General, 2014).

El desarrollo de un sistema de información completo, como el que se inicia con este prototipo, da como resultado un sistema que permite un monitoreo de los signos vitales de una persona adulta mayor, admitiendo su captura y procesamiento para darle un seguimiento a esa información a través de su médico y de sus familiares.

Los resultados iniciales del prototipo permiten orientar un mejoramiento de la aplicación, desde el diseño del software hasta los componentes que integran el hardware. Por ello, se siguen haciendo modificaciones en el dispositivo que toma la presión arterial, con la finalidad de reducir su tamaño, así como con la aplicación para que registre el ritmo cardíaco automáticamente.

Es importante seguir recopilando información del uso del prototipo, para tener la certeza de la veracidad de la información que se obtiene. Tales elementos permitirán generar una base de datos con mayor certeza y confiabilidad de lo que se puede visualizar en este momento. Además, las comunidades en lejanía de los centros de salud verán con beneplácito el desarrollo.

Referencias

- Arroyo, N. (2011). Información en el móvil. Natalia Arroyo. Editorial UOC. Barcelona España. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KtAtAwwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=dispositivo+movil&ots=Exq_BHU3Ia&sig=A2M70OCuirXBOMSfDRUxkYxsZoc#v=onepage&q&f=false
- Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., Wartersky, A. y Rodríguez, P. (2009). Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles. Introducción al desarrollo con Android y el iPhone. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Fumero/publication/267795011_Metodologia_de_desarrollo_agil_para_sistemas_moviles_Introduccion_al_desarrollo_con_Android_y_el_iPhone/links/577009d108ae842225aa444b/Metodologia-de-desarrollo-agil-para-sistemas-moviles-Introduccion-al-desarrollo-con-Android-y-el-iPhone.pdf
- Consejo de Salubridad General. (2014). Diagnostico y tratamiento de la hipertensión arterial en el primer nivel de atención. Obtenido de http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/076-GCP__HipertArterial1NA/HIPERTENSION_EVR_CENETEC.pdf
- Ramírez, R. (s.f.). Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles. Universitat Oberta de Catalunya. Obtenido de [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_4\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_4).pdf)
- Santamaría, G. y Hernández, E. (2015). Aplicaciones médicas móviles: definiciones, beneficios y riesgos. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81745378016>
- Vázquez, E. y Sevillano, M. (2015). *Dispositivos digitales móviles en educación. El Aprendizaje ubicuo*. Narcea S.A de ediciones. Madrid España. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=C8fDCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=dispositivo+movil&ots=1zRVsZyKle&sig=yIMVEyD1HFgCP7E8i0x7Aw3Nceg#v=onepage&q&f=false>