

Jesús Raúl Beltrán Ramírez¹, Xochitl Maritza Becerra González², Xochitl Citlalli Jiménez Román³, José Antonio Orizaga Trejo⁴, Ma. del Rocío Maciel Arellano⁵

Recibido: 18 de febrero de 2021

Aceptado: 4 de mayo de 2021

Resumen

¹ Doctorado en Tecnologías de Información, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Guadalajara, México, jrbeltran@cea.udg.mx.

² Doctorado en Tecnologías de Información, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Guadalajara, México, xochitl.becerra7605@alumnos.udg.mx.

³ Doctorado en Tecnologías de Información, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Guadalajara, México, xochitl.jimenez@alumnos.udg.mx.

⁴ Maestría en Tecnologías de Información, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Guadalajara, México, jaorizaga@cea.udg.mx.

⁵ Centro de Innovación de Ciudades Inteligentes, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Guadalajara, México, ma.maciela@academicos.udg.mx.

El número de personas con diabetes en el mundo se ha incrementado considerablemente desde 2017 hasta 2021. Actualmente 537 millones de personas padecen esta enfermedad, con una prevalencia del 15% en adultos mayores de 20 años, afectando principalmente a países con ingresos medianos y bajos, y provocando 6,7 millones de muertes en 2021. L.

En este artículo se expone el diseño de la aplicación móvil "Control diabetes", que incluye información referente a los tipos de diabetes, un plan alimenticio, rutinas de ejercicio y ubicación de la red de clínicas. Se espera que con el uso de esta aplicación las personas conozcan más acerca de esta enfermedad y tengan información oportuna, aprovechando que más ciudades se van tornando en Smart Cities y con ello se ha incrementado el uso de la salud electrónica (e-Health), entre las que se encuentra la telemedicina y la salud móvil (m-Health).

Palabras clave: diabetes, aplicación móvil, software, telemedicina.

Abstract

The number of people with diabetes in the world has increased considerably from 2017 to 2021. Currently 537 million people suffer from this disease, with a prevalence of 15% in adults over 20 years of age, mainly affecting low- and middle-income countries, and causing 6.7 million deaths in 2021. The International Diabetes Federation (IDF) estimates that 9.3% of adults between the ages of 20 and 79 suffer from this disease.

This article exposes the design of the mobile application "Control diabetes", which includes information regarding the types of diabetes, a food plan, exercise routines and location of the network of clinics. It is expected that with the use of this application people will learn more about this disease and have timely information, taking advantage of the fact that more cities are becoming Smart Cities and with this the use of electronic health (e-Health) has increased. among which is telemedicine and mobile health (m-Health).

Keywords: Diabetes, mobile applications, software, telemedicine.

DOI: <https://doi.org/10.18041/2390-0512/biociencias.2.9659>

Cómo citar: Beltrán Ramírez, J., Becerra González, X., Jiménez Román, X., Orizaga Trejo, J., Maciel Arellano, M. (2021). Aplicación móvil para el "Control de diabetes". *Biociencias*, 16(2). <https://doi.org/10.18041/2390-0512/biociencias.2.9659>

Open Access



Introducción

De acuerdo con las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los casos de diabetes mellitus o diabetes se han incrementado considerablemente desde 2017, pasando de 425 a 537 millones en 2021 (1), teniendo una prevalencia del 15% en adultos mayores de 20 años y afectando principalmente a los países de ingresos medianos y bajos (2).

Según la OMS, se estima que en 2021 la diabetes causó 1,6 millones de muertes en el mundo. En 2016 estaba entre las diez principales causas de muerte (3). De acuerdo con las proyecciones de esta organización, para el año 2030 la padecerán 643 millones de personas en todo el mundo (1). En México, la cantidad de personas con diabetes Tipo 1 en 2019 era de 3258 y 436.601 padecieron diabetes Tipo 2, que comparadas con el primer trimestre del 2020 en el que la Secretaría de Salud ha reportado 1034 casos Tipo 1 y 126,889 Tipo 2, son cifras bastante alarmantes (4) (5) (6). En la tabla 1 se muestran datos y cifras actuales de prevalencia de diabetes mellitus en México.

Tabla 1. Prevalencia de diabetes mellitus en México, de acuerdo con la Secretaría de Salud

PREVALENCIA DE DIABETES MELLITUS EN MÉXICO				
		2018	2019	2020
Diabetes Tipo 1	Hombres	1338	1347	398
	Mujeres	2002	1911	636
	TOTAL	3340	3258	1034
Diabetes Tipo 2	Hombres	175.164	184.606	54.465
	Mujeres	243.198	251.995	72.424
	TOTAL	418.362	436.601	126.889

Fuente: elaboración propia.

La diabetes mellitus es una enfermedad crónica, en la cual el páncreas no produce suficiente insulina o el organismo no utiliza la que produce (7). La insulina es la hormona encargada de regular los niveles de glucosa en sangre; por lo tanto, cuando esta aumenta se dice que hay hiperglucemia, que deriva de una diabetes no controlada (8). Las personas con diabetes corren el riesgo de desarrollar otro tipo de enfermedades como ceguera, insuficiencia renal, infarto del miocardio, accidentes cerebro vasculares y, en ocasiones, necrosis de tejido, lo que implica amputación, en su mayoría, de miembros inferiores (1) (9).

Esta enfermedad crónica se clasifica principalmente en dos tipos: a) diabetes Tipo 1, caracterizada por la falta de producción de insulina. Representa entre 10 y 15% de la población diabética. b) Tipo

2, en la que el organismo no utiliza correctamente la insulina. Representa entre 85 y 90% de la población diabética. Es diferente de la diabetes gestacional, que es la hiperglucemia o aumento de glucosa en la sangre durante el embarazo (10) (11).

En la tabla 2 se muestran las principales diferencias entre los tipos de diabetes.

Tabla 2. Tipos de diabetes

DESCRIPCIÓN			
	Características	Cuadro clínico	Causas
Diabetes Tipo 1	Deficiente producción de insulina	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la frecuencia urinaria, sed, hambre y pérdida de peso. • Entumecimiento de extremidades. • Visión borrosa *Infecciones recurrentes o graves *Pérdida de la conciencia, vómitos intensos e, incluso, estado de coma. 	Aún no se han identificado las causas de este tipo de diabetes.
Diabetes Tipo 2	Incapacidad del cuerpo para utilizar de manera eficaz la insulina	Los pacientes no presentan manifestaciones clínicas o son mínimas, los síntomas son los mismos presentados en diabetes Tipo 1.	Asociada con la obesidad, falta de actividad física, mala alimentación, afecta principalmente a personas con hipertensión arterial.
Diabetes gestacional	Aumento de glucosa en sangre	Sed intensa, mayor frecuencia urinaria, aunque es difícil saber si la frecuencia urinaria es debido al embarazo. Desarrollo más grande del feto.	Las hormonas durante el embarazo pueden bloquear la función de la insulina, provocando que los niveles de glucosas en sangre aumenten.

Fuente: elaboración propia.

Existe un factor de riesgo de herencia de padres con diabetes a hijos. Hay un 40% de probabilidad de desarrollarla si es Tipo 2 y si quien la padece es la madre y un 5% si es Tipo 1 y si es el padre quien padece esta enfermedad (12).

Prevención

De acuerdo con información de la Organización Mundial de la Salud, se ha demostrado que simples cambios en el estilo de vida son eficaces para prevenir la diabetes Tipo 2 o retrasar su aparición (1).

Algunas medidas que se deben tomar para prevenir la diabetes son las siguientes:

- Mantener un peso corporal saludable
- Mantenerse activo físicamente por lo menos 30 minutos al día
- Tener una dieta saludable, evitando el azúcar y las grasas saturadas
- Evitar el consumo de tabaco (13)

La diabetes Tipo 2 requiere autocuidados especiales como la toma de medicamentos, una dieta balanceada y actividad física, entre otras (14). Es importante que las personas con diabetes tengan información oportuna sobre la enfermedad, sus causas, así como las complicaciones y dispongan de seguimiento médico. En ese sentido, el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) proporciona ayuda en estas situaciones, razón por la cual a partir se desarrolló una aplicación móvil como herramienta virtual.

La aplicación móvil denominada "Control Diabetes" (15) encaja perfecto en las Smart Cities o ciudades inteligentes, que hacen uso de las TIC entre sus servicios e infraestructura, para que sean de mejor calidad, más eficientes e interactivos (16), utilizando *softwares* que ofrecen mejor conexión en servicios críticos como administración de la ciudad, educación, atención médica, seguridad pública, movilidad urbana y servicios públicos (17).

Las TIC en el área de la salud proporcionan un apoyo tanto para los médicos como para los pacientes, principalmente en diagnósticos, tratamientos y seguimiento (18) de algunas enfermedades, como las crónicas que requieren una vigilancia continua por parte de los especialistas. Este monitoreo se puede realizar por medio de la telemedicina y las e-Health, que son herramientas médicas que hacen uso de las TIC, las cuales abarcan varios subdominios de salud digital como las Mobile Health o m-Health, aplicaciones móviles que ayudan a disminuir los costos de asistencia sanitaria, facilitando la revisión médica, ya que el paciente puede tener un seguimiento a distancia de la enfermedad, diagnóstico o tratamiento (18). La OMS las define como "el uso rentable y seguro de las tecnologías de información y la comunicación en apoyo de los campos relacionados con la salud, incluida la atención médica, la vigilancia y educación de la salud, el conocimiento y la investigación" (16).

Un ejemplo del éxito de las aplicaciones de ayuda en el área médica es el HoD Detector, que realiza un prediagnóstico del nivel de presión del usuario mediante un test basado en el cuestionario PHQ-9. Esta aplicación se probó en dos universidades de Guadalajara, reportando resultados favorables sobre el estado de ánimo en general de los estudiantes (19). Otro ejemplo es BioDnX, una aplicación que realiza un prediagnóstico de influenza y dengue por medio de un formulario médico en el cual

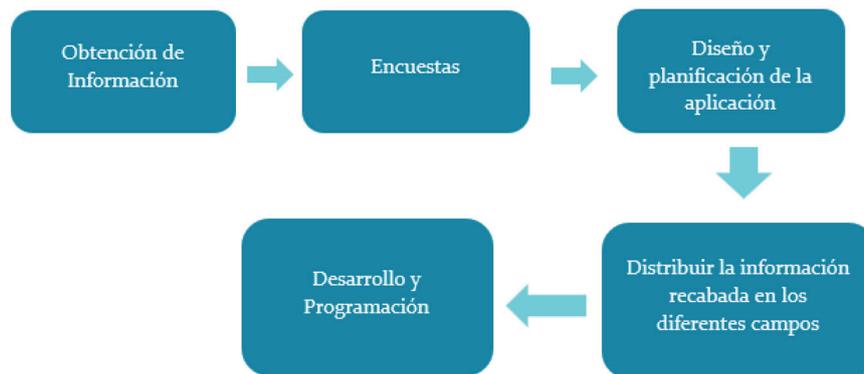
se registran los síntomas, generando un resultado sobre el padecimiento, si corresponde a influenza o dengue (20).

Metodología

Al analizar la información referente a la diabetes y su prevalencia mundial, así como el crecimiento de las TIC en el ámbito de la salud, específicamente con la telemedicina y las m- Health, se desarrolló una aplicación móvil para ayudar a los usuarios a tener información fidedigna acerca de esta enfermedad. La implementación de esta aplicación se realizó mediante la plataforma de Android Studio, que es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para la elaboración de aplicaciones móviles para el sistema operativo Android, el cual ofrece un sistema de compilación flexible, un emulador rápido y cargado para trabajar en cualquier dispositivo que disponga de este sistema operativo (21).

En la figura 1 se muestra un diagrama de flujo con la secuencia de desarrollo de la aplicación.

Figura 1. Planeación de la aplicación.



Fuente: elaboración propia.

Para obtener información de los usuarios y adaptar la aplicación a sus necesidades se utilizaron, como instrumento de apoyo, encuestas en la plataforma de formularios Google. En la tabla 3 se muestran las características de los entrevistados.

Tabla 3. Características de los encuestados

Ocupación	Edad	Sexo
Docentes 35,5%	33 años o más	19,4%
	Entre 23 y 32 años	12,9%
Alumnos 64,5%	Entre 18 y 22 años	67,7%

Fuente: elaboración propia.

En las encuestas se realizaron preguntas específicas. Las primeras dos consultaban si conocían a alguna persona que padeciera diabetes o si el mismo entrevistado la tenía. Otros cuestionamientos se enfocaron en la utilidad de la aplicación y en su diseño visual. Las preguntas finales consultaban sobre la utilidad de agregar información sobre los cuidados de un paciente con diabetes y la edad en la cual debería estar enfocada. La tabla 4 muestra las preguntas junto con el porcentaje de las respuestas.

Tabla 4. Preguntas y respuestas de la encuesta de usabilidad

Pregunta	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3
1. ¿Conoce personas con diabetes?	Sí 90,3%	No 9,7%	
2. ¿Usted tiene diabetes?	Sí 6,5%	No 93,5%	
3. ¿Cree que la aplicación es útil?	Sí 90,3%	No 9,7%	
4. ¿La aplicación es visualmente atractiva?	Sí 77,4%	No 22,6%	
5. ¿Sería útil información sobre cuidados a pacientes con diabetes?	Sí 96,8%	No 3,2%	
6. ¿En qué edades debe enfocarse la aplicación?	50 años o más, 94%	Entre 30 y 40 años, 61,3%	Entre 20 y 30 años, 19,4%

Fuente: elaboración propia.

Al analizar las encuestas realizadas a docentes y alumnos, se llegó a la conclusión de que el desarrollo de una aplicación informativa sobre la diabetes es catalogado como útil y beneficioso para quienes la padecen o pudieran llegar a sufrirla. Adicionalmente, se obtuvieron algunos puntos de vista sobre el diseño y la edad a la cual debería estar enfocada, así como opciones o herramientas que se deberían incluir.

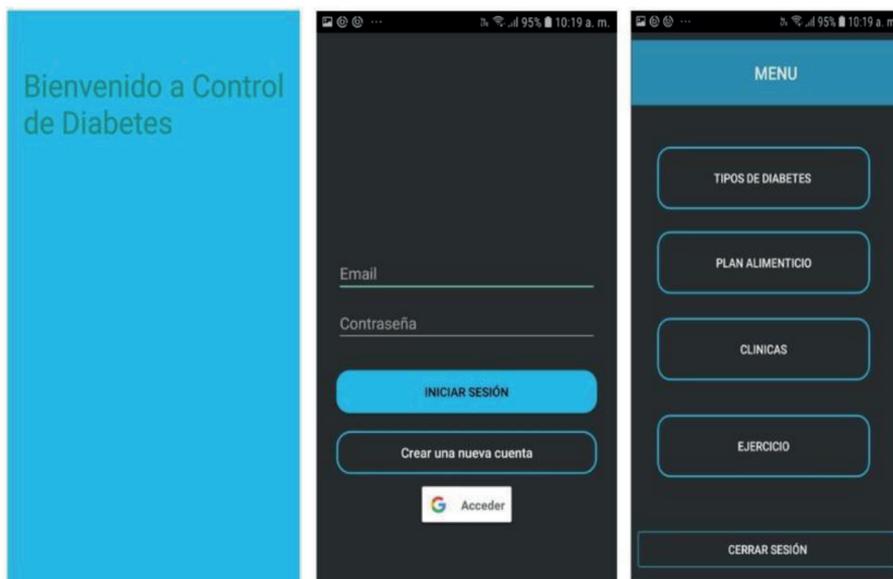
Con base en la información obtenida se empezó a diseñar la aplicación, teniendo en cuenta los conceptos de las encuestas.

Resultados

La aplicación “Control de Diabetes” se desarrolló en la plataforma de Android Studio para dispositivos móviles con sistema operativo Android. Incluye un registro que permite crear un usuario con contraseña que da acceso a la información acerca de los tipos de diabetes, información general, ubicación de clínicas y una rutina de ejercicios para mantenerse en forma y evitar esta enfermedad. En las siguientes figuras se muestran las pantallas terminadas (figura 2 y 3).

La aplicación terminada cuenta con una pantalla de inicio o bienvenida, posteriormente se debe registrar con un correo y una contraseña para crear un usuario. Al ingresar con el usuario y la contraseña aparece un menú con cinco opciones (figura 2). En la parte inferior de la pantalla aparecen varios botones. El primero, direcciona a otras ventanas con información sobre los tipos de diabetes y un plan alimenticio. El tercer botón muestra las clínicas más cercanas. El siguiente botón activa algunos videos con ejercicios. El botón final cierra la sesión y redirecciona a la pantalla de registro.

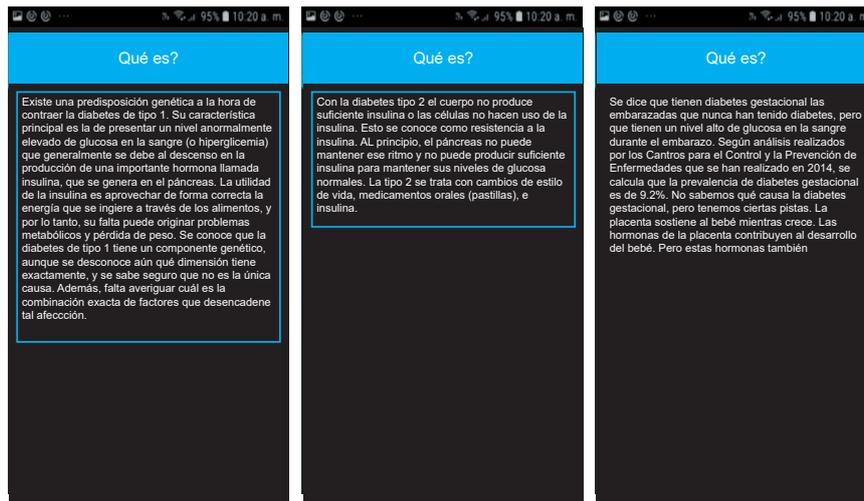
Figura 2. Pantalla de inicio de la aplicación, Pantalla de registro y pantalla del menú de la aplicación.



Fuente: elaboración propia.

La figura 3 muestra las pantallas con información de los tipos de diabetes, empezando por el Tipo 1 en la parte superior izquierda, luego el Tipo 2 y, finalmente, diabetes gestacional.

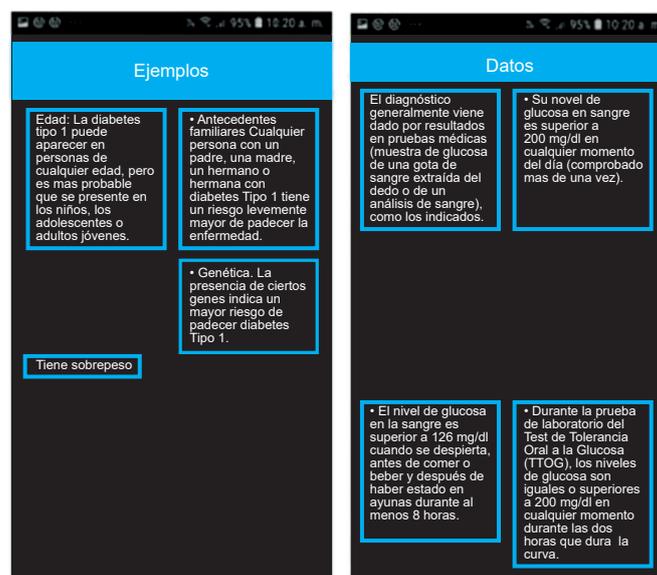
Figura 3. Pantallas con información sobre diabetes Tipo 1, diabetes Tipo 2 y diabetes gestacional.



Fuente: elaboración propia.

Al presionar el botón de factores de riesgo, ubicado en la pantalla de diabetes Tipo1, lleva a la primera imagen de la figura 4, que muestra algunos ejemplos de los factores que favorecen el desarrollo de la diabetes. En la otra imagen se hace un diagnóstico con información que sirve como guía para saber si se padece esta enfermedad.

Figura 4. Pantallas de factores de riesgo y de diagnóstico.



Fuente: elaboración propia.

aplicación "Control Diabetes", la cual se espera que sea de gran utilidad para las personas diabéticas o prediabéticas.

Se concluye que es posible disminuir la alta tasa de mortalidad de la diabetes con el uso de las TIC, orientando y dando información oportuna a las personas que padecen o tienen riesgo de padecer esta enfermedad crónica. Es importante destacar que en esta era tecnológica las e-Health son cada vez más utilizadas en las Smart City, especialmente las aplicaciones móviles que ayudan al seguimiento de las enfermedades.

Referencias

1. Federación Internacional de Diabetes. IDF Diabetes Atlas 10th edition, 2021. Disponible en <https://fndiabetes.org/atlas-idf-10o-edicion-2021/>.
2. Boletín UNAM-DGCS-966, 13 de noviembre 2021 [internet], En aumento, los casos de diabetes en México [citado 5 octubre 2022]. Disponible en https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2021_966.html.
3. Organización Mundial de la Salud (OMS). Las 10 principales causas de defunción [Internet]. OMS; 24 de mayo 2018 [citado 01 mayo 2020]. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
4. Vigilancia Epidemiológica Semana 17, 2020 (Boletín Epidemiológico Sistemas Nacional de Vigilancia Epidemiológica, Sistema Único de información, N° 17 Vol. 37,25 de abril de 2020).
5. Vigilancia Epidemiológica Semana 52, 2019 (Boletín Epidemiológico Sistemas Nacional de Vigilancia Epidemiológica, Sistema Único de información, N° 52 Vol. 36, 28 de diciembre 2019).
6. Vigilancia Epidemiológica Semana 52, 2018 (Boletín Epidemiológico Sistemas Nacional de Vigilancia Epidemiológica, Sistema Único de información, N° 52 Vol. 35; 29 de diciembre de 2018).
7. Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS). Diabetes [Internet]. OMS/OPS; [citado 08 abril 2020]. Disponible en https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=category&id=4475&layout=blog&Itemid=40610&lang=es&limitstart=15.
8. MayoClinic.org [Internet]. Hiperglucemia en la diabetes; [20 agosto 2022; citado 5 de octubre 2022]. Disponible en <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/hyperglycemia/symptoms-causes/syc-20373631#:~:text=Estado%20hiperosmolar%20hipergluc%C3%A9mico, %2C6%20mmol%2FL>.
9. Beltrán Ramírez J, Espinoza Jr. M, Maciel Arellano V, Larios Rosillo J, Martínez Mendoza, Zepeda Gómez J. "Tecnología para la prevención y cuidado de personas con diabetes". Avances: Investigación en Ingeniería. 2018; Vol. 15 N° 1, 194-203.

10. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Diabetes, ¡la dulce enemiga silenciosa! [Internet]. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado; 15 abril 2019 [20 marzo 2020]. Disponible en <https://www.gob.mx/issste/es/articulos/que-es-la-diabetes-197323?idiom=es>.
11. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnostico f Diabetes: Standards of Medical Care In Diabetes-2021. [Internet] 2021 [consultado 5 octubre 2022].44(Suppl. 1): s15-s33. Disponible en <https://doi.org/10.2337/dc21-S002>.
12. Skyler JS, Bakris EB, Darsow, T, Eckel RH, Groop L et al. Differentiation of diabetes by pathophysiology, natural history, and prognosis. *Diabetes*. American diabetes Association [Internet]. 2017; Vol. 66, N° 2, p. 241-255. Disponible en <https://doi.org/10.2337/db16-0806>.
13. Ministerio de Salud Argentina. Guía Práctica Clínica Nacional sobre Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2(MD2) 2019. [Internet] 2019 [consultado 4 octubre 2022]; Disponible en https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2020-09/guia-nacional-practica-clinica-diabetes-mellitus-Tipo2_2019.pdf.
14. Lie B, Karlsen ER, Oord M, Graue B. Oftedal. Dropout From an eHealth Intervention for Adults With Type 2 Diabetes: A Qualitative Study. *JMRI Publications* [Internet] 2017 [consultado 16 abril 2020]; Vol. 19, N° 5. 2017. Disponible en: DOI: 10.2196/jmir.7479.
15. Universidad Internacional de Valencia (VIU). Qué es eHealth [Internet]. Valencia: Universidad Internacional de Valencia, 2019 [20 marzo 2020]. Disponible en <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/que-es-ehealth>.
16. Lai CS, Jia Y, Dong Z, Wang D, Tao Y, Lai QH et al. A Review of Technical Standards for Smart Cities. *Clean Technol*. 2020; 2, 290-310.
17. Ghazal TM, Hasan MK, Alshurideh MT, Alzoubi HM, Ahmad M, Akbar SS et al. IoT for Smart Cities: Machine Learning Approaches in Smart Healthcare-A Review. *Future Internet* 2021; 13, 218.
18. León-Castañeda CD. Salud electrónica (e-Salud): un marco conceptual de implementación en servicios de salud. *Gaceta médica de México*. 2019; 155(2), 176-183.
19. Ramírez R, Arellano R, Gómez L, Rosillo V, Sandoval C. "HoD Detector, a System to Create Indicators about the Happiness of Citizens in a Smart City: Case of Study—GDL Smart City. *JSEA*. [Internet]. 2015 [consultado 29 abril 2020] Vol. 8, N° 6, pp. 295-301; Disponible en DOI: 10.4236/jsea.2015.86030.
20. Ramírez RB, Arellano RM, Sandoval CG, Flores AC. An Expert System Oriented towards the Detection of Influenza and Dengue Developed on Mobile Platforms. *JSEA* [Internet]. 2015 [consultado 25 abril 2020]; Vol. 8, N° 6, pp. 295-301; Disponible en DOI: 10.4236/jsea.2015.86030.
21. Google Developers. Introducción a Android Studio [Internet]. Android Developers 17 febrero 2020 [consultado 20 marzo 2020]. Disponible en <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es>.