

2020

Aplicaciones móviles de salud con respaldo en publicaciones científicas, para la mejora en el ejercicio de la optometría y la oftalmología

Tatiana Andrea Macana Castro
Universidad de La Salle, Bogotá, tmacana23@unisalle.edu.co

María Fernanda Quintero Guzmán
Universidad de La Salle, Bogotá, mariafquintero18@unisalle.edu.co

Johanna Sareth Acuña Gómez
Universidad de La Salle, Bogotá, jsareth77@yahoo.com

Wilson Giovanni Jiménez Barbosa
Universidad Jorge Tadeo Lozano, wilsong.jimenezb@utadeo.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo>

Citación recomendada

Macana Castro TA, Quintero Guzmán MF, Acuña Gómez JS y Jiménez Barbosa WG. Aplicaciones móviles de salud con respaldo en publicaciones científicas, para la mejora en el ejercicio de la optometría y la oftalmología. *Cienc Technol Salud Vis Ocul.* 2020;(17-2):. doi: <https://doi.org/10.19052/sv.vol17.iss2.6>

This Artículo is brought to you for free and open access by the Revistas Unisalle at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

<https://doi.org/10.19052/sv.vol17.iss2.6>

Aplicaciones móviles de salud con respaldo en publicaciones científicas, para la mejora en el ejercicio de la optometría y la oftalmología¹

Tatiana Andrea Macana Castro² / María Fernanda Quintero Guzmán³ / Johanna Sareth Acuña Gómez⁴ / Wilson Giovanni Jiménez Barbosa⁵

Recibido: 12 octubre de 2018. Aprobado: 7 de octubre de 2019. Versión Online First: 16 de marzo de 2019

Cómo citar este artículo: Macana Castro TA, Quintero Guzmán MF, Acuña Gómez JS, Jiménez Barbosa WG. Aplicaciones móviles de salud con respaldo en publicaciones científicas, para la mejora en el ejercicio de la optometría y la oftalmología. Cienc Tecnol Salud Vis Ocul. 2019;17(2). <https://doi.org/10.19052/sv.vol17.iss2.6>

Resumen

Introducción: el desarrollo de aplicaciones móviles en el campo de la salud ha tenido un gran auge, del cual no ha sido ajeno el cuidado de la salud visual. *Objetivo:* realizar una revisión de la literatura publicada entre 2013 y 2019, referente al diseño y desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles que tengan respaldo en publicaciones científicas, y que pueden apoyar en el ejercicio profesional de la optometría y la oftalmología. *Metodología:* revisión de literatura de artículos en español e inglés, publicados entre 2013 y 2019, en las bases de datos, en la Biblioteca Virtual en Salud, Medline, Ebsco, Pubmed, Science Direct, Scopus, SciELO, Embase, Springer Journal, Dialnet. Las palabras clave que se usaron para la búsqueda fueron: *mhealth, visual health, teleoptometry, e-health, TIC, mobile application visual health, online learning optrometry, mobile optometry technology.* *Resultados:* se evidenciaron pocas aplicaciones en el área de salud visual que estuvieran soportadas en publicaciones científicas. La mayoría de las aplicaciones encontradas son prototipos y aún no han sido utilizadas por los usuarios. *Conclusiones:* las aplicaciones pueden llegar a transformar la atención en salud visual; sin embargo, falta aún mayor investigación y desarrollo de este tipo de herramientas. La cooperación entre optómetras, oftalmólogos e ingenieros de sistemas es necesaria para impulsar su desarrollo.

Palabras clave: mSalud, oftalmología, optometría, telemedicina.

¹ Artículo de investigación.

² Estudiante de Optometría, Universidad de La Salle, Bogotá. ✉ tmacana23@unisalle.edu.co  <https://orcid.org/0000-0001-5761-8504>

³ Estudiante de Optometría, Universidad de La Salle, Bogotá. ✉ mariafquintero18@unisalle.edu.co  <https://orcid.org/0000-0001-9253-6272>

⁴ Odontóloga, Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Administración, Universidad de La Salle. Candidata a Doctora en Modelado y Gestión de Políticas Públicas, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Profesora de cátedra, Universidad de La Salle, Bogotá. ✉ jsareth77@yahoo.com  <https://orcid.org/0000-0002-9172-0825>

⁵ Odontólogo, Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Administración, Universidad de La Salle. Doctor en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, Universidad de Manizales-CINDE. Profesor titular, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. ✉ wilsong.jimenezb@utadeo.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-0467-0365>



Mobile Health Applications with Support in Scientific Publications, for the improvement in the Exercise of Optometry and Ophthalmology

Abstract

Introduction: The development of mobile applications in the field of health has had a great boom, which has not been oblivious to the care of visual health. *Objective:* to conduct a review of the literature published between the years 2013-2019, regarding the design and development of applications for mobile devices that can help the professional practice of optometry and ophthalmology. *Methodology:* literature review of articles in Spanish and English, published between 2013 and 2019, in the databases virtual health library, Medline, Ebsco, Pubmed, Science direct, Scopus, Scielo, Embase, Springer journal, Dialent. The keywords that were used for the search were mhealth, visual health, teleoptometry, e-health, ICT, mobile application visual health, online learning optometry, mobile optometry technology. *Results:* few applications were seen in the visual health area. Most of the applications found are prototypes and have not yet been used by users. *Conclusions:* applications can facilitate and improve access to visual health care; However, even more research and development of this type of tools is lacking. Cooperation between optometrists, ophthalmologists and systems engineers is necessary to boost their development.

Keywords: Telemedicine; mHealth; Optometry; ophthalmology.

INTRODUCCIÓN

La comunicación es una de las necesidades primordiales del ser humano. Desde los principios de la historia, la humanidad ha intentado de una u otra forma dejar su huella expresando sus ideas y pensamientos de diferentes formas, pasando por las señas, los jeroglíficos, los pergaminos, la escritura y la caligrafía. Por ello son importantes los medios de comunicación, que vienen avanzando con el tiempo, desde la carta, el telégrafo, la radio, el teléfono y la televisión hasta llegar, actualmente, a la globalización de internet. Esta última ha sido responsable de profundos avances en diferentes campos de la tecnología, gracias a que logra comunicar a grandes distancias en tiempo real, lo que ha facilitado el acceso y el uso de mucha información para actividades específicas, en todos los campos de la vida cotidiana, incluyendo la salud (1).

Hoy en día se observa cómo el uso de tecnología mediada por internet ha cambiado el estilo de vida de las personas, ya que se ha convertido en una herramienta fundamental a la hora de comunicarse, buscar un lugar, pedir un domicilio, entre otras actividades. En esta transformación, las aplicaciones móviles han tenido un rol



fundamental. El uso de aplicaciones móviles no solamente se realiza en el ámbito personal, sino que los usuarios también emplean aplicaciones específicas que les ayudan día a día en el trabajo. Según la consultora Gartner, en 2018 el 70 % de los profesionales emplearía sus dispositivos móviles para llevar a cabo su tarea profesional, puesto que la tendencia de diseño de aplicaciones móviles derivará hacia aquellas que sean útiles, sencillas de manejar y que cumplan las necesidades profesionales (2,3).

Ahora bien, el desafío que tienen los sistemas de salud es la participación de las personas en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad, de tal forma que se hagan coparticipes del manejo de su propia salud. En este aspecto, los avances en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas basadas en el uso del internet encuentran su mayor campo de desarrollo. Así surge el concepto de *eHealth*, el cual, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se refiere a la denominada *salud electrónica*, entendida como una herramienta importante para la transferencia de recursos y asistencia médica de forma sincrónica o asincrónica, comunicando de manera efectiva la información que se necesita, en el lugar correcto y de la mejor manera, para guiar el cuidado de la salud (4).

Dentro del *eHealth* ha emergido un campo de gran desarrollo: el de diseño y uso de aplicaciones móviles. Estas han marcado un avance en la perspectiva y prospección de la salud. Se han convertido en herramientas para el acceso a la atención médica, al facilitar el constante monitoreo de los pacientes, ayudando a dar un diagnóstico y tratamiento más acertado, con lo que se potencian los resultados clínicos e incluso se pueden llegar a moderar los costos de atención en salud (5,6).

Debido a esta creciente expansión, la OMS ha añadido un nuevo término: *mHealth* (del inglés *mobile Health*, ‘salud móvil’), un componente de la *eHealth* (7). De esta forma, el Observatorio Mundial de Ciber salud de la OMS define la *mHealth* como “una práctica médica y de salud pública llevada a cabo mediante dispositivos móviles, como teléfonos móviles, dispositivos de supervisión de pacientes, asistentes personales digitales (PDA) y otros dispositivos inalámbricos” (8).

La llamada *mHealth* es una realidad para usuarios y médicos, de acuerdo con un estudio del Institute for Health Care Informatics. En la actualidad hay más de 97.000 aplicaciones de salud y medicina disponibles en



todas las tiendas de aplicaciones móviles; además, la consultora Juniper Research afirmó que en 2018 había alrededor de 96 millones de personas que usaban estas aplicaciones (3,9).

Así, diariamente, se están utilizando en teléfonos celulares, tabletas, relojes, entre otros administrativos, las diferentes aplicaciones que son creadas para facilitar ciertas acciones de la atención en salud. Esta situación se ha hecho extensiva al campo de la salud visual y ocular. Por esta razón, los profesionales de este campo cada vez se ven más compelidos a conocer las diferentes aplicaciones móviles que pueden usar en el momento de realizar una consulta, para así ofrecer al paciente un excelente servicio y mejores resultados (8).

Para el caso de la optometría, la aplicación de tecnologías de la información y la comunicación se enmarca en el campo de la *teleoptometría*, una rama de la *telemedicina* que se encarga del cuidado primario ocular y la detección de patologías del segmento anterior y de alteraciones visuales, mediante el desarrollo de actividades de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación oportuna, por medio del uso de las telecomunicaciones (4,10,11). Este tipo de herramientas es de gran ayuda para la promoción, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades oculares. También facilitan el acceso a información clínica actualizada que los profesionales pueden consultar en cualquier momento (12-14). Existen pocas aplicaciones de la salud visual respaldadas en publicaciones científicas, por lo que los autores ven un futuro prometedor en el desarrollo de estas, implementando sistemas de ayuda virtuales accesibles para todos los usuarios.

Cabe aclarar que las aplicaciones pueden estar dirigidas a prestadores, profesionales de la salud y pacientes. Cada uno de estos grupos de interés requiere diferentes características de desarrollo y uso de dicha aplicación. En cuanto a los resultados, los prestadores de salud tienen mayor acceso a información para construcción de indicadores epidemiológicos; los profesionales de la salud adquieren herramientas más avanzadas para ayuda diagnóstica y terapéutica, y los pacientes pueden obtener mayor control sobre el avance de sus patologías y mejorar el acceso en la prestación de los servicios de salud (14).

Algunas de las características que deben tener las aplicaciones móviles son: ser intuitivas, es decir, requieren un diseño sencillo a través del cual el usuario entienda el acceso a los contenidos perfectamente; facilidad de uso, para que cualquier persona pueda ser capaz de manejarlas, así no esté familiarizada con su uso; ser amigables, de tal forma que el usuario esté a gusto navegando por las pantallas de la aplicación y pueda leer la



información cómodamente, sin sentirse agobiado ni tener la sensación de no ver todo lo que se le presenta; exposición visual, puesto que las imágenes relacionadas con las enfermedades oculares, los lentes oftálmicos y de contacto, las terapias y la rehabilitación visual son una parte imprescindible en las aplicaciones de la salud visual; servir como guía de enfermedades, con el fin de que los profesionales de la salud visual y ocular, los estudiantes y los usuarios puedan acceder a una guía detallada de cada una de las enfermedades con fines pedagógicos. Las aplicaciones deben señalar la descripción de las enfermedades, sus síntomas y su tratamiento; deben aportar imágenes e indicar cuándo referir al optómetra y cómo contribuir a la atención primaria de la visión. También es necesario que cuenten con un apartado dedicado a etimología y terminología (15,16).

Por lo expuesto hasta aquí, es necesario llevar a cabo una revisión de literatura que permita construir un panorama del avance en el desarrollo de aplicaciones móviles dentro del campo de la salud visual, con el fin de apoyar a los optómetras y los oftalmólogos en el conocimiento y uso de este tipo de herramientas, y así mejorar su ejercicio profesional.

Para esta revisión, es importante el respaldo que aportan las publicaciones científicas a las aplicaciones en el área de la salud visual, debido a que su proliferación ha derivado en dudosa calidad, en aspectos como funcionalidad, facilidad de uso, compatibilidad, rendimiento y seguridad. Basados en los reconocimientos de la comunidad académica, estar acompañadas de publicaciones científicas les imprime mayor credibilidad y podría augurar mejores resultados de funcionamiento y mayor permanencia en el tiempo (17).

METODOLOGÍA

Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión de la literatura publicada entre 2013 y 2019, referente al diseño y desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles (*mHealth*) que pueden ayudar al ejercicio profesional de la optometría y la oftalmología. La investigación realizada fue de tipo revisión documental, para lo cual se buscaron artículos en bases de datos especializadas en salud visual y tecnologías aplicadas. Los criterios de inclusión definidos fueron los siguientes: escogencia de bases de datos especializadas, rango de años de publicación, palabras clave e idioma de publicación.



Las bases de datos especializadas en salud visual fueron: Biblioteca Virtual en Salud, Medline with Full Text-Ebsco, Pubmed, Science Direct, Scopus, SciELO. Entre las bases de datos especializadas en tecnologías aplicadas están: Embase, Springer Journal, Dialnet. Las palabras clave que se usaron para la búsqueda se seleccionaron en el tesoro Medical Subject Headings (MeSH), y fueron las siguientes: *mhealth*, *visual health*, *teleoptometry*, *e-health*, *TIC*, *mobile application on visual health*, *online learning optometry*, *mobile optometry technology*. Los idiomas incluidos en la revisión fueron español e inglés. Se identificaron 54 artículos, los cuales se organizaron en una matriz según base de datos, palabras claves e idioma (tabla 1).

Tabla 1. Resumen de artículos incluidos en la revisión

| Término Bases de datos | Visual health | | Mobile optometry technology | | Mobile application on visual health | | M-health | | E-health | | TIC | | Online learning optometry | | Teleoptometry | |
|------------------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|---------------------------|--------------|---------------|--------------|
| | T.A. I: E:0 | T.A. E:0 | T.A. I: E:0 | T.A. E:0 | T.A. I: E:0 | T.A. E:0 | T.A. I: E:0 | T.A. E:0 | T.A. I: E:0 | T.A. E:0 | T.A. I: E:0 | T.A. E:0 | T.A. I: E:0 | T.A. E:0 | | |
| Pubmed | T.A. I: 40 | T.A. E:0 | T.A. I: 15 | T.A. E: 0 | T.A. I: 96 | T.A. E: 0 | T.A. I: 66 | T.A. E: 0 | T.A. I: 73 | T.A. E: 0 | T.A. I: 127 | T.A. E: 0 | T.A. I: 31 | T.A. E: 0 | | |
| | A.S. I: 2 | A.S.E : 0 | A.S. I: 3 | A.S. E: 0 | A.S. I: 3 | A.S. E: 0 | A.S. I: 2 | A.S. E: 0 | A.S. I: 2 | A.S. E: 0 | A.S. I: 1 | A.S. E: 0 | A.S. I: 2 | A.S. E: 0 | | |
| Science Direct | | | T.A. I: 82 | T.A. E: 2 | | | T.A. I: 39 | T.A. E: 0 | | | | | | | | |
| | | | A.S. I: 2 | A.S. E: 0 | | | A.S. I: 1 | A.S. E: 0 | | | | | | | | |
| Springer-Journal | T.A. I: 26 | T.A. E: 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | A.S. I: 1 | A.S.E : 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Scopus | T.A. I: 34 | T.A. E: 3 | | | | | T.A. I: 14 | T.A. E: 0 | T.A. I: 44 | T.A. E: 0 | | | | | | |
| | A.S. I: 1 | A.S.E : 0 | | | | | A.S. I: 2 | A.S. E: 0 | A.S. I: 1 | A.S. E: 0 | | | | | | |
| SciELO | | | | | | | T.A. I: 21 | T.A. E: 0 | T.A. I: 37 | T.A. E: 0 | | | | | | |
| | | | | | | | A.S. I: 1 | A.S. E: 0 | A.S. I: 1 | A.S. E: 0 | | | | | | |
| Dialnet | T.A. I: 5 | T.A. E: 48 | | | | | | | | | | | | | T.A. I: 0 | T.A. E: 2 |
| | A.S. I: 0 | A.S.E : 1 | | | | | | | | | | | | | A.S. I: 0 | A.S. E: 2 |
| Libros físicos y virtuales | | | | | L.I: 3 | L.E: 0 | | | L.I: 0 | L.E: 2 | | | | | | |
| | | | | | L.S. I: 3 | L.S. E: 0 | | | L.S. I: 0 | L.S. E: 2 | | | | | | |



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|--|--|
| Otras revistas científicas especializadas | T.A. I: 73 | T.A. E: 50 | T.A. I: 67 | T.A. E: 52 | T.A. I: 100 | T.A. E: 65 | T.A. I: 90 | T.A. E: 83 | T.A. I: 97 | T.A. E: 0 | T.A. I: 49 | T.A. E: 56 | | | |
| | A.S. I: 2 | A.S. E: 1 | A.S. I: 2 | A.S. E: 2 | A.S. I: 0 | A.S. E: 3 | A.S. I: 0 | A.S. E: 2 | A.S. I: 1 | A.S. E: 0 | A.S. I: 1 | A.S. E: 2 | | | |
| Instituciones y organizaciones gubernamentales | | | | | D.I: 0 | D.E: 66 | | | | | | T.D. I: 0 | T.D. E: 77 | | |
| | | | | | D.S. I: 0 | D.S. E: 1 | | | | | | D.S. I: 0 | D.S. E: 1 | | |

T. A. = total de artículos; A. S. = artículos seleccionados; I = idioma
 Fuente: elaboración propia

La información encontrada en ellos se ordenó según las siguientes categorías: *promoción, diagnóstico y tratamiento*. La decisión de definir estas categorías se basó en que en Colombia el Ministerio de Salud y Protección Social estableció el documento *Perfil y competencias profesionales del optómetra*. Allí se expone la importancia de la atención primaria en salud (APS) como la herramienta fundamental que permite brindar atención de calidad y mayor equidad (18). Esto, a su vez, se concatena con que el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) incluye la APS porque esta enmarca acciones dentro del proceso cíclico salud-enfermedad, lo que conlleva: la promoción y prevención de la enfermedad, con lo cual se busca mantener un equilibrio; luego, el diagnóstico, que examina el estado del paciente y presenta una decisión frente a su gravedad, y, por último, el tratamiento o rehabilitación respectivo para el manejo o seguimiento de la enfermedad (19).

Después de esto, en cada una de las categorías se procedió a describir y analizar las aplicaciones móviles identificadas, teniendo en cuenta el objetivo y la caracterización como parámetros básicos de cada programa móvil. En cuanto a las consideraciones éticas, en el presente estudio se respetó la propiedad intelectual y los derechos de autor, realizando las debidas citas mediante el empleo de las normas Vancouver.

ANÁLISIS

Un hallazgo que vale la pena resaltar es la consecución de artículos de revisión con temática y metodología similares a las planteadas en esta revisión. Sin embargo, difieren en aspectos como la intención de cuantificar las aplicaciones existentes; evaluar la participación profesional en el desarrollo de estas; analizar solo sobre el desarrollo de aplicaciones comerciales, con características específicas, en un caso, solo juegos y, en el otro, desarrollo de los sistemas de soporte a la decisión (DSS) (3,8,20). En sentido opuesto, esta investigación



tiene un fin más cualitativo. Por tanto, se limita a realizar el análisis con base en las categorías de estudio. A continuación, se presentan las aplicaciones móviles identificadas, agrupadas en tres categorías: promoción, diagnóstico y tratamiento.

Promoción y prevención

El mantenimiento de la salud se logra a través de dos eventos: la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad. Por ende, la educación para la salud se convierte en una estrategia fundamental para impulsar comportamientos que contribuyan con estilos de vida saludable. Tal proceso ayuda a los individuos y a los grupos a tomar conciencia de los problemas que padecen y cómo estos pueden constituir una amenaza a su calidad de vida (21,22).

Tabla 2. Aplicaciones encontradas en la categoría de promoción

| Nombre | Objetivo | Caracterización |
|--|--|---|
| <i>Diabetic Retinopathy Predictor</i> (23) | Proporcionar una herramienta simple para ayudar a los servicios de atención primaria a determinar si un paciente diabético necesita ser remitido a oftalmología. | Es un sistema de puntuación para ayudar a tomar decisiones sobre la remisión de un paciente diabético a oftalmología; se clasifica en bajo, medio, alto y muy alto. Las variables son: tipo de diabetes, sexo, edad, hemoglobina glucosilada, grosor foveal y agudeza visual (mejor corregido). Sin embargo, se deben realizar más estudios para determinar si el modelo es aplicable como una prueba de detección en la población diabética general. |
| <i>iBraille Challenge</i> (24) | Es una aplicación creada para apoyar el desarrollo de la lectura y la escritura en niños que leen braille. | Se entrega en un iPad combinado con una pantalla braille Bluetooth actualizable (una herramienta electrónica de lectura de pantalla que proporciona una pantalla braille de la salida visual). Se basa en el <i>National Braille Challenge</i> existente, un concurso académico de lectores y escritores en braille. Desarrolla un concurso para mejorar las habilidades de alfabetización de los estudiantes que leen braille al proporcionar información inmediata, monitorear el progreso a lo largo del tiempo y abordar varias habilidades específicas con actividades |
| <i>mBRAILLE</i> (25) | Proporcionar una tecnología de aprendizaje de braille fácil para los estudiantes con discapacidad visual (versión demo). | Está diseñada especialmente para la educación primaria de los estudiantes con discapacidad visual. Esta aplicación incluirá todos los caracteres y palabras de bengalí e inglés en braille, además de comentarios de audio y vibración. Se puede acceder a los tutoriales para revisar la ortografía de las palabras y practicar los alfabetos de braille; practicar los puntos en braille más rápido sin ayuda mediante un juego de palabras. No obstante, el diseño propuesto permite la escritura de braille, pero no proporciona una solución para enseñar su lectura. Se busca que la aplicación se amplíe para proporcionar las instalaciones de lectura. |
| <i>MANAGER</i> (26) | Medir la ingesta de nutrientes relevante para la degeneración macular relacionada con la edad (DMAE). | Prototipo de una aplicación que permite calcular informes nutricionales y el registro electrónico de alimentos diarios; este se divide en cuatro categorías para cada día: desayuno, almuerzo, cena y aperitivos. |



| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Los pacientes ingresan todos los alimentos utilizando una función de búsqueda en una extensa base de datos en línea. Si un alimento no está, puede ingresarlo como uno nuevo, con lo cual se logra que los pacientes sean más específicos con su ingesta de alimentos.</p> <p>Es útil para pacientes que están en primeras etapas o solo en riesgo de DMAE, ya que los pacientes en etapas posteriores de DMAE, con poca capacidad de lectura, deberían ser dirigidos a suplementos orales, reduciendo la necesidad de esta aplicación. Ahora bien, esta es lenta para descargar la información, y más de la mitad de los participantes dejaron de usarla debido a la pérdida de interés y el requisito de una alta entrada de datos.</p> |
| <i>Beery-VMI (27)</i> | Estudiar la efectividad de las intervenciones de la aplicación en comparación con la terapia ocupacional tradicional sobre integración visual-motora (VMI) en niños en edad escolar con habilidades deficientes. | En comparación con las intervenciones tradicionales de terapia ocupacional, los pacientes en la intervención del iPad están más interesados, comprometidos y motivados para participar en las sesiones de terapia. Usar aplicaciones de iPad como complemento de la terapia de intervención podría ser eficaz para mejorar las habilidades de VMI a lo largo del tiempo e incluso servir de rehabilitación. |
| <i>A Smartphone-Based System for Assessing Intraocular Pressure (28)</i> | Presentar un sistema basado en un teléfono inteligente que pueda ser operado por usuarios mínimamente capacitados para medir la presión intraocular (PIO). | La aplicación contiene un hardware, que se utiliza en la fotografía cuando la cámara debe enfocar un sujeto pequeño a corta distancia; con un macrolente, la superficie de aplanamiento está mucho más cerca de la cámara del teléfono inteligente. |
| <i>Sistemas e-Health para el Tratamiento de Diabetes (29)</i> | Comparan aplicaciones para la prevención y cuidado de los pacientes con diabetes, como: <i>My Diabetes, Glucose Buddy, Diabetes Log, Diabetes Journal, BG Monitor Diabetes</i> y <i>Diabetes-Glucose Diary</i> | Mediante su uso se identificó que las aplicaciones promueven mejores prácticas, un plan de estudios para facilitar el conocimiento, la habilidad y la capacidad necesaria para sobrellevar un buen autocontrol. Algunas de ellas permiten al paciente enviar los resultados de la toma de sus niveles de azúcar al correo del doctor que lleva su caso; así mismo, el profesional puede enviar consejos e instrucciones con base en datos como peso, presión arterial y azúcar en la sangre. |

Fuente: elaboración propia

Las aplicaciones iBraille Challenge (24) y mBRAILLE (25) están concebidas para usuarios en condición especial que enfrentan dificultades visuales, diseñadas para facilitar llamadas, mensajes, procesos de lectura y aprendizaje. Sin embargo, presentan una gran desventaja debido a que no son tan precisas traduciendo todo el contenido; anulan ciertos caracteres. Además, el dispositivo IOS (sistema operativo de Apple.inc) no puede grabar y reproducir clips de audio mientras usa Voiceover. En consecuencia, las aplicaciones no son completamente útiles ni abarcan todas las soluciones para los usuarios con esta condición.

Las aplicaciones Diabetic Retinopathy Predictor (23), MANAGER (26) y Sistemas e-Health para el Tratamiento de Diabetes (29) tienen la finalidad de dar seguimiento, atención y cuidado primario de las patologías oculares relacionadas con enfermedades sistémicas (23). Cada una de estas aplicaciones cumple con una función diferente. La primera aplicación de detección se basa en un sistema de puntuación que



califica la condición del paciente, para revelar si es necesario el control con un especialista. La segunda le sugiere a este una dieta óptima para evitar el consumo de alimentos que puedan agravar la situación. La tercera, por último, promueve el reconocimiento de la enfermedad por medio de un plan de estudios teórico-práctico que brinda pautas para su autocontrol.

Por otro lado, en el área de la salud visual es primordial el conocimiento sobre la enfermedad del glaucoma que produce daños irreversibles en el fondo del ojo, y que puede llegar a causar una ceguera total o parcial. Por esta razón, la aplicación A Smartphone-Based System for Assessing Intraocular Pressure (28) está diseñada para educar a los pacientes sobre la patología ocular y, a su vez, monitorear y evaluar la condición por parte de los profesionales. Finalmente, la aplicación Beery-VMI (27) es un prototipo que estudia los movimientos oculares y la integración motora, sobre base de la ortóptica y la terapia visual, con el fin de incluirlas a las terapias convencionales. De esta forma, logra que las sesiones sean interactivas y dinámicas para realizar cada ejercicio con motivación.

El éxito de las aplicaciones consiste en generar un abordaje promocional en actividades de autocuidado de salud visual desde la prevención, con tamizajes visuales, detección de alteraciones visuales y patologías oculares (30). Su propósito es que las tecnologías móviles puedan asistir en tiempo real, personalizando las opciones de atención médica y monitoreo en el progreso de la enfermedad, para expandir el conocimiento del paciente y apoyar la comunicación médico-paciente, lo cual contribuye a mejorar el manejo.

Diagnóstico

El diagnóstico de salud poblacional es la herramienta fundamental de investigación en salud pública. Permite identificar las necesidades de la población y los recursos con que cuenta para proponer soluciones viables a sus problemáticas (31). Es el procedimiento que identifica la existencia o no de una enfermedad, fundamentada en los síntomas y signos clínicos, con ayuda, para ello, en caso necesario, de estudios auxiliares de diagnóstico y tratamiento. En términos generales, el motivo de queja ocurre cuando existe desinformación sobre el diagnóstico del paciente, cuando el diagnóstico es erróneo o, incluso, se omite, entre otras razones (32). En la tabla 3 se exponen las aplicaciones relacionadas con esta categoría.

Tabla 3. Aplicaciones encontradas en la categoría de diagnóstico

| Nombre | Objetivo | Caracterización |
|--------|----------|-----------------|
|--------|----------|-----------------|



| | | |
|--|--|---|
| <p><i>Peek: Agudeza Visual (AV) y SightSim (33,34)</i></p> | <p>Realizar exámenes oculares integrales.</p> | <p><i>Peek (AV)</i> es un kit portátil de examen ocular que comprende un sistema de pruebas oftalmológicas para medir la agudeza visual con software, ingresar datos y realizar el envío automático de mensajes de texto y voz a los padres, maestros y a los servicios hospitalarios de los niños, con detección positiva, que requieren una evaluación o un seguimiento adicional.</p> <p><i>SightSim</i> simula el efecto borroso visual de un error refractivo no corregido. Se utiliza en la formación a los padres de los niños que requieran gafas.</p> |
| <p><i>Eye Gaze Point Estimation System (6)</i></p> | <p>Explicar a profundidad las razones por las cuales los niños con autismo ven y perciben las cosas de manera diferente en comparación a niños sanos, utilizando su percepción visual.</p> | <p>La aplicación registra los movimientos oculares y estima la región de mirada del niño para entender dónde se enfoca la atención de este durante las tareas visuales. Los resultados comprobaron que las habilidades para desarrollar algunas tareas visuales son superiores en los niños con autismo.</p> <p>La aplicación pretende favorecer la comprensión de los trastornos del desarrollo neuronal.</p> |
| <p><i>Peek Retina for Optic Disc Imaging (35)</i></p> | <p>Validar un adaptador de teléfono inteligente para capturar imágenes del nervio óptico.</p> | <p>Es un prototipo de aplicación que usa un celular (ej.: un Samsung SIII GT-I9300, una cámara de 8.0 megapíxeles) con el adaptador de retina Peek y el paciente dilatado.</p> <p>Permite el desarrollo de sistemas automatizados de imágenes retinales que dan diagnósticos en tiempo real por un especialista. De tal manera, habilita la creación de una base de datos que contiene videos de aproximadamente tres a diez segundos por ojo de los individuos examinados, con base en parámetros predeterminados por sistemas que hacen el respectivo seguimiento y la recopilación de datos epidemiológicos en entornos de escasos recursos.</p> |
| <p><i>Visual Fields Easy (VFE) (36)</i></p> | <p>Detectar el déficit del campo visual con una pérdida moderada y avanzada por medio de la perimetría supra-umbral del iPad.</p> | <p>El procedimiento de prueba fácil de los campos visuales es portátil, rápido y eficaz para detectar la pérdida del campo visual. Actualmente se realizan mejoras para monitorear el seguimiento de los ojos y la cabeza durante las pruebas, reducir el tiempo de prueba, mejorar el rendimiento y eliminar la necesidad de tocar la superficie de la pantalla.</p> |
| <p><i>OphthalDSS (5,37)</i></p> | <p>Ayudar en el diagnóstico de enfermedades oculares del segmento anterior del ojo.</p> | <p>Cuenta con un sistema de ayuda a la decisión médica; ofrece contenido educativo sobre las enfermedades y sus imágenes, los acrónimos utilizados en oftalmología, un recuento etimológico y ciertos términos en lengua inglesa.</p> |
| <p><i>The Handy Eye Check (38)</i></p> | <p>Presentar electrónicamente los optotipos aislados.</p> | <p>Prototipo que con una prueba de agudeza visual monocular que se realiza en el ojo con peor visión del sujeto se utiliza tanto el Handy Eye Check como el Handy Eye Chart en las mismas condiciones. La agudeza visual se prueba primero usando la aplicación móvil; luego, empleando la tabla. Los pacientes fueron excluidos si la agudeza visual en el ojo con peor visión era inferior a 20/200. La aplicación móvil Handy Eye Check se compara de manera similar con el Handy Eye Chart como una prueba válida y confiable de agudeza visual en niños de 6 a 18 años.</p> |
| <p><i>QuasarApp (39)</i></p> | <p>Realizar un seguimiento por parte del especialista de las pruebas efectuadas a los pacientes con glaucoma y calcular SU progresión a lo largo de un periodo determinado.</p> | <p>El programa, desarrollado en Python, se utiliza para almacenar los valores de los parámetros perimétricos de las distintas pruebas realizadas a un paciente, para su posterior comparación y estudio de la progresión de la enfermedad, por medio del algoritmo de encriptación MD5 que permite el almacenamiento de manera segura de los datos personales del paciente (cifrar el número de historia clínica), y así protegerlos.</p> |
| <p><i>Ophthoselfie (40)</i></p> | <p>Tomar autoimágenes detalladas de la córnea y el segmento anterior con un teléfono inteligente.</p> | <p>Los pacientes pueden enviar a su profesional de la salud visual y ocular imágenes postoperatorias y fotos del interior de sus ojos que permiten la identificación de patologías oculares.</p> |



| | | |
|---|---|---|
| <i>Noninvasive Meibography Systems</i> (41) | Aplicar dos sistemas de meibografía no invasivos: tipo de lámpara de hendidura y tipo móvil. | Se iluminan los párpados desde el lado de la piel para detectar las anomalías morfológicas en las glándulas de meibomio (GM). El uso de un sistema meibográfico no invasivo permitiría detectar cambios morfológicos como la deseción, el acortamiento, la dilatación y la distorsión de las GM en los pacientes y de esta manera aumentar la posibilidad de diagnosticar la disfunción de las GM y decidir correctamente el tratamiento más efectivo para pacientes con este diagnóstico. |
| <i>Smartphones in Ophthalmology</i> (42) | Brindar herramientas de pruebas clínicas para identificar o verificar defectos refractivos, sensibilidad al color, reflejos fotomotores y presencia de patologías oculares. | Reúne una variedad de contenido como materiales educativos para el paciente, videos instructivos y pruebas clínicas. Además, utiliza las herramientas tecnológicas del celular para verificar la agudeza visual, la visión del color, la respuesta de la pupila y medir el tamaño de esta. De igual manera, con la luz azul del teléfono inteligente, se puede hacer una prueba de fluoresceína para verificar la presencia de abrasiones corneales. Particularmente, la cámara se usa para la captura de imágenes del segmento anterior y posterior del ojo. |
| <i>Retinal Imaging with Smartphone</i> (43) | Capturar imágenes de retina mediante el uso del teléfono inteligente. | Se obtienen imágenes claras de retina en adultos y niños con diferentes condiciones clínicas, incluida la oclusión de la vena retinal con proliferación fibrovascular, cicatrices coriorretinianas por fotocoagulación con láser, toxoplasmosis, retinopatía diabética, retinoblastoma, albinismo ocular con fondo hipopigmentado. |
| <i>Eye-Free</i> (44) | Facilitar el uso de funcionalidades básicas como llamadas y mensajes del teléfono móvil a usuarios con discapacidades visuales. | Contiene funcionalidades que están en constante cambio como multimedia, juegos, navegación y soporte multilingüe con sistemas de audio y para sofisticadas pantallas táctiles. Se pretende con la aplicación que los usuarios de teléfonos móviles con discapacidades visuales puedan utilizar los teléfonos móviles para acceder a la información. |
| <i>Video Pupilography Coupled</i> (45) | Evaluar y registrar parámetros cuantitativos de pupilografía. | Mediante pupilografía de video infrarrojo combinada con el software de procesamiento de imágenes se mide el cambio dinámico de la pupila a lo largo del tiempo en vez del diámetro de la pupila solamente. La evaluación clínica de la apariencia de la pupila y el reflejo pupilar de la luz puede informarnos sobre la integridad del sistema nervioso autónomo. De igual manera, una evaluación precisa y cuantitativa de los parámetros de la pupila puede proporcionar la base para el desarrollo de un sistema integrado útil para aplicaciones clínicas. |
| <i>SVOne</i> (46) | Comparar los hallazgos del SVOne con la retinoscopia, la refracción subjetiva y dos autorrefractómetros disponibles en el mercado (Topcon KR-1W y Righton Retinomax-3). | El SVOne mide las aberraciones del ojo utilizando sensores de frente de onda. Una vez que el dispositivo ha adquirido imágenes de medición, las descompone para separar los errores de refracción de bajo orden y aberraciones de alta frecuencia. Los resultados del estudio indican que, en términos de la determinación de M (el error refractivo equivalente esférico), los hallazgos para el dispositivo de mano SVOne no fueron significativamente diferentes de las otras técnicas examinadas aquí, tanto con cicloplejía como sin ella. |
| <i>Tobii T120</i> (47) | Registrar en una pantalla digital el seguimiento ocular, rastreando el proceso de medición del punto de mirada o del movimiento del ojo relativo a la cabeza. | El software permite registrar y analizar pruebas de seguimiento ocular. Por medio de la lectura se mide cada serie de movimientos oculares sacádicos a lo largo de líneas de texto, separados por periodos de fijación breves. Los rastreadores oculares Tobii T120 vinculados con el dispositivo móvil tienen una precisión de 0,5°, una derivada que es menos de 0,3°. |

Fuente: elaboración propia



En el ejercicio de la optometría, las aplicaciones Peek: Agudeza Visual (AV), SightSim (33,34), Eye Gaze Point Estimation System (6), Visual Fields Easy (VFE) (35), The Handy Eye Check (38) y SVOne (46) se focalizan en la agudeza, la percepción y el campo visual. Particularmente, algunas se utilizan para determinar el estado refractivo del paciente y para educar a los padres, maestros y niños sobre los defectos de refracción y la importancia de usar anteojos. Otras registran los movimientos oculares y estiman la región de mirada para entender la fijación del niño durante las tareas visuales.

Las aplicaciones Peek Retina for Optic Disc Imaging (35), OphthalDSS (37), Ophthoselfie (40), Noninvasive Meibography Systems (41), Retinal Imaging with Smartphone (43) y Video Pupillography Coupled (45) evalúan mediante fotografías el segmento anterior y posterior del ojo. Con esto logran que los pacientes puedan enviar y compartir imágenes que permiten a los médicos identificar las patologías oculares. Adicionalmente, las aplicaciones sirven como una herramienta de apoyo diagnóstico para el seguimiento de la patología y recurrir a la información de manera práctica en cualquier momento.

En términos generales, estas aplicaciones buscan analizar e identificar con claridad y precisión cuál es el problema o la patología ocular que se debe tratar, y así dar un diagnóstico acertado para cada paciente, gracias a herramientas que permiten un fácil acceso, innovación e interacción entre los profesionales de la salud y los pacientes. Estas aplicaciones complementan la información clínica y, a su vez, sirven de apoyo en determinados casos en los que no se cuenta con los equipos necesarios de optometría.

Tratamiento y rehabilitación

Se refiere al conjunto de procedimientos higiénicos, farmacológicos y de rehabilitación que se ponen en práctica para la curación o alivio de las enfermedades. Deviene motivo de queja cuando durante el tratamiento se llegan a producir accidentes e incidentes, complicaciones secundarias, desinformación acerca del propósito del médico, falta de consentimiento, retraso para su administración e, incluso, la presencia de secuelas por exceso terapéutico (32). La tabla 4 muestra las aplicaciones que se encontraron para esta categoría.

Tabla 4. Aplicaciones encontradas en la categoría de tratamiento

| Nombre | Objetivo | Caracterización |
|--------|----------|-----------------|
|--------|----------|-----------------|



| | | |
|---|--|---|
| <p>Desarrollo de una herramienta digital de apoyo en la adaptación, control y monitorización de los usuarios de lentes de contacto (44)</p> | <p>Monitorear a los usuarios de lentes de contacto durante el periodo de pruebas o entre las revisiones, valorando su utilidad en el proceso de adaptación y seguimiento del usuario.</p> | <p>La aplicación desarrollada ha logrado de forma sencilla e intuitiva que el usuario de lente de contacto responda a preguntas clave sobre el estado de sus ojos durante el uso de estos. Las respuestas quedan almacenadas de manera que el profesional puede revisar la evolución del caso, identificando posibles problemas o tendencias en el uso que permitan anticipar la presencia de complicaciones o efectos secundarios, mejorando la atención y cuidado de la salud visual del usuario.</p> |
| <p><i>iOphthalmology</i> (30)</p> | <p>Aumentar el conocimiento y la satisfacción de los pacientes con la cirugía de cataratas en el Kensington Eye Institute, un centro de cataratas canadiense de gran volumen en Toronto, Ontario.</p> | <p>Esta aplicación fue utilizada por pacientes en etapa postoperatoria de una intervención por cataratas. Empleó herramientas educativas y mensajes de texto entre médico y paciente sobre los cuidados, para el mejoramiento y el éxito de una cirugía de catarata. Ahora bien, como herramienta de prevención podría ayudar a reducir la ceguera por cataratas.</p> |
| <p><i>The Wills Eye Glaucoma App</i> (48)</p> | <p>Educar a los pacientes con glaucoma y a sus cuidadores mediante el uso de una aplicación mediada por un teléfono inteligente, desarrollado por <i>Wills Eye Glaucoma Research Center</i>, en colaboración con la Universidad de Drexel.</p> | <p>Ayudar a controlar su enfermedad ocular mediante el uso de una función automática de recordatorio y un calendario para el seguimiento de las citas para el examen de la vista. Los pacientes con glaucoma y sus cuidadores estaban muy interesados en utilizar una aplicación para glaucoma; sin embargo, muchos no estaban dispuestos a gastar \$3. La aplicación gratuita <i>Wills Eye Glaucoma</i> disponible en la tienda de Apple incluye videos educativos, recordatorios de citas, almacenamiento de datos oculares y médicos, tutorial de campo visual y rastreador de presión intraocular.</p> |

Fuente: elaboración propia

En esta categoría se encontraron tres aplicaciones. La primera es “una herramienta digital de apoyo en la adaptación, control y monitorización de los usuarios de lentes de contacto” (44), que pretende hacer un seguimiento a los pacientes que usan tales lentes durante el periodo de pruebas o entre las revisiones, para valorar su utilidad en el proceso de adaptación y seguimiento. De este modo, se facilita a los pacientes la identificación de señales de advertencia, la formación, así como la reducción del riesgo de uso del lente. La segunda aplicación es *iOphthalmology* (30), utilizada por pacientes con cirugía de cataratas, con el objetivo de aumentar el conocimiento del paciente sobre el procedimiento de la cirugía de cataratas y aumentar su satisfacción. La tercera aplicación, *The Wills Eye Glaucoma App* (48), propone una función de recordatorio y calendario, con el fin de supervisar el proceso de tratamiento de los pacientes con glaucoma.



No obstante, es recomendable que las aplicaciones no sean las que prescriban el medicamento o procedimiento que se debe seguir, sino que debe ser el optómetra quien vigile y regule cada caso. Por ejemplo, pueden funcionar como un recordatorio para el uso del medicamento, por medio de la introducción del nombre, la dosificación y el tiempo de uso. En las terapias visuales se pueden realizar guías de cómo ejecutar los ejercicios propuestos por el ortoptista, y en el caso de los lentes de contacto se pueden sugerir hábitos de higiene en cuanto a la limpieza y la desinfección de dispositivos médicos.

En este sentido, los procesos de promoción, diagnóstico y tratamiento cuentan con aplicaciones que facilitan la actividad del optómetra y el oftalmólogo. Particularmente, estas son muy útiles para la educación del paciente, ya que explican el sistema visual y sus patologías, como la degeneración macular asociada con la edad, el glaucoma, la catarata, entre otras, mediante artículos, videos y presentaciones interactivas. Incluso los pacientes pueden aprender mientras juegan con su dispositivo móvil y los profesionales de la visión pueden usar estas aplicaciones como ayuda visual para acompañar y elaborar sus explicaciones.

Las aplicaciones encontradas cuentan con un diseño y un software especializado que hace posible la realización de tareas o actividades específicas que se requieren para conocer el estado visual y ocular del paciente. Gracias a Google Play y App Store, plataformas amplias y de fácil navegación, las aplicaciones son accesibles al público (49). Sin embargo, muchas de estas son prototipos; no son conocidas por los usuarios, y presentan falencias e inconsistencias en la información. Además, el uso de las aplicaciones por personas sin el conocimiento previo debe ser redireccionado y controlado por profesionales especialistas en el tema, para prevenir, diagnosticar y tratar las patologías oculares.

Por último, es importante aclarar que los profesionales de la salud tienen la responsabilidad de crear un proceso de comunicación efectivo con el paciente para alcanzar el éxito de la consulta, así como permitir que este se sienta cómodo y confíe en las soluciones propuestas (50). Es decir, el paciente debe tener claro que el profesional le brindará todas las herramientas de apoyo para el cuidado de la salud visual. Por eso es indispensable que los pacientes acudan al profesional para llevar a cabo los procedimientos de manera correcta o aclarar dudas sobre los diagnósticos y tratamientos oculares, teniendo en cuenta que las aplicaciones no brindan este servicio de manera completa.



CONCLUSIONES

El desarrollo de la teleoptometría constituye una promesa innovadora para el futuro; tiene como fin prevenir, diagnosticar y tratar a tiempo, para brindar atención oportuna a cualquier clase de discapacidad visual (51). Por lo tanto, el concepto de teleoptometría es amplio y se encuentra ligado a las dinámicas en tecnología móvil y poblacional, que implican preparación por parte del profesional de la salud para articularse a las exigencias que esta nueva tendencia traerá en el ejercicio clínico (52).

La revisión bibliográfica permite evidenciar pocas aplicaciones en el área visual. La mayoría de las encontradas son prototipos y aún no han sido utilizadas por los usuarios. Este hecho no les da confiabilidad y, en consecuencia, puede causar riesgo a la salud del paciente. Las aplicaciones pueden llegar a facilitar y mejorar el acceso a la atención en salud visual; sin embargo, falta aún mayor investigación y desarrollo de este tipo de herramientas.

El abordaje en los estudios de nuevas tecnologías sobre las aplicaciones móviles incluye la promoción, el diagnóstico y el tratamiento de patologías oculares del segmento anterior y posterior de forma práctica e innovadora. La responsabilidad del profesional con el uso de las aplicaciones móviles es mejorar la salud visual y ocular en tiempo real, personalizando las opciones de atención médica, con la finalidad de obtener una consulta exitosa y eficaz en la comunicación médico-paciente.

Los avances tecnológicos son de gran ayuda, pero no son el reemplazo del profesional de la salud visual ocular. La cooperación entre optómetras, oftalmólogos e ingenieros de sistemas puede llegar a crear y seguir mejorando las aplicaciones móviles sobre salud visual, para ofrecer herramientas que sean educativas, preventivas y diagnósticas y que monitoreen la enfermedad. Además, debe servir de intercambio de información entre los especialistas y tener disponibilidad de datos con evidencia científica en la toma de decisiones para el beneficio de los pacientes.

REFERENCIAS



1. Alfonso Elizalde LL, Durán Chaparro JP, Guerrero Rocha JS, Pastrán Pastrana LG, Villamizar Rodríguez YM, Acuña Gómez JS, Jiménez Barbosa WG. Concepto y aplicación de la teleoptometría. *Cienc Tecnol Salud Vis y Ocul.* 2016;14(2):25-41.
2. Manovel López M. Desarrollo y evaluación de un sistema de ayuda a la decisión médica móvil en iOS para el diagnóstico de enfermedades del polo anterior del ojo [trabajo de fin de máster]. Valladolid: Universidad de Valladolid; 2016.
3. De la Torre-Díez I, Martínez-Pérez B, López-Coronado M, Díaz JR, López MM. Decision support systems and applications in ophthalmology: literature and commercial review focused on mobile apps. *J Med Syst.* 2015;39(1):174.
4. López MM, López MM, de la Torre Díez I, Jimeno JCP, López-Coronado M. mHealth App for iOS to help in diagnostic decision in ophthalmology to primary care physicians. *J Med Syst.* 2017;41(5):81.
5. Manovel López M. Desarrollo y evaluación de un sistema móvil de ayuda a la decisión médica en el campo de la oftalmología [tesis de grado]. Valladolid: Universidad de Valladolid.
6. Amudha J, Nandakumar H, Madhura S, Reddy MP, Kavitha N. An android-based mobile eye gaze point estimation system for studying the visual perception in children with autism. En Jain LC, Behera HS, Mandal JK, Mohapatra DP, editores. *Computational intelligence in data mining-Volume 2.* Nueva Delhi: Springer; 2015. p. 49-58.
7. Baker-Shena L. Eye care apps: find what works for you. *EyeNet Magazine.* 2015;29-31.
8. Cheng NM, Chakrabarti R, Kam JK. iPhone applications for eye care professionals: a review of current capabilities and concerns. *Telemed J E Health.* 2014;20(4):385-7.
9. Ventola CL. Mobile devices and apps for health care professionals: uses and benefits. *P&T.* 2014;39(5):356-64.
10. Pathak S, Kumar B. Wireless teleophthalmology: a novel, low-cost, flexible network architecture and its performance evaluation for remote eye care solutions. *Telemed J E Health.* 2017;23(9):753-62.
11. Barragán Vargas DA, Duarte Castiblanco D, Aparicio Pico LE. Current status of technology and telemedicine services in Colombia. *Int J Appl Eng Res.* 2018;13(20):14517-30.
12. Weinstein RS, Lopez AM, Joseph BA, Erps KA, Holcomb M, Barker GP, Krupinski EA. Telemedicine, telehealth, and mobile health applications that work: opportunities and barriers. *Am J Med.* 2014;127(3):183-7.
13. Gupta V, Gupta VB. Using technology, bioinformatics and health informatics approaches to improve learning experiences in optometry education, research and practice. *Healthcare (Basel).* 2016;4(4):pii E86.
14. Santamaría-Puerto G, Hernández-Rincón E. Aplicaciones médicas móviles: definiciones, beneficios y riesgos. *Salud Uninorte.* 2015;31(3):599-607.



15. López MM, López MM, de la Torre Díez I, Jimeno JCP, López-Coronado M. A mobile decision support system for red eye diseases diagnosis: experience with medical students. *J Med Syst.* 2016;40(6):151.
16. Board E. Hay una aplicación para eso: la tecnología móvil representa una nueva ventaja en el tratamiento del dolor crónico. *Int Assoc Study Pain.* 2013;21(6):1-6.
17. Alonso-Arévalo J, Mirón-Canelo JA. Aplicaciones móviles en salud: potencial, normativa de seguridad y regulación. *Rev Cuba Inf Cienc Salud.* 2017;28(3):1-13.
18. Martínez González MA. Conceptos de salud pública y estrategias preventivas: un manual para ciencias de la salud. Barcelona: Elsevier; 2018.
19. Jaramillo O, Henao de Brigard P, Ruiz S, Jiménez S, Torres ML, Triana G, et al. Perfil y competencias profesionales del optómetra en Colombia [internet]. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social [citado 2019 oct. 23];2014. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/Optometría_Octubre2014.pdf
20. Paudel N. Smartphone applications for amblyopia treatment: A review of current apps and professional involvement. *Telemed J E Health.* 2018;24(10):797-802.
21. Mora A. Educación y promoción de la salud visual como estrategias claves en contactología. *RPALC.* 2013;5(4):13-6.
22. Shin D, Hur S, Lee H, Nam J, Jung J-Y. An analytical model for delivery evaluation of multimodal contents in pervasive computing. *Comput Ind.* 2010;61(5):440-7.
23. Azrak C, Palazón-Bru A, Baeza-Díaz MV, Folgado-De la Rosa DM, Hernández-Martínez C, Martínez-Toldos JJ, Gil-Guillén VF. A predictive screening tool to detect diabetic retinopathy or macular edema in primary health care: construction, validation and implementation on a mobile application. *Peer J.* 2015;3:e1404.
24. Kamei-Hannan C, McCarthy T, Pomeroy B. Methods in creating the iBraille Challenge mobile app for braille users. *J Technol Persons Disabil.* 2015;3:130-144.
25. Nahar L, Jaafar A, Ahamed E, Kaish A. Design of a Braille learning application for visually impaired students in Bangladesh. *Assist Technol.* 2015;27(3):172-82.
26. Ali ZC, Silvioli R, Rajai A, Aslam TM. Feasibility of use of a mobile application for nutrition assessment pertinent to age-related macular degeneration (MANAGER2). *Transl Vis Sci Technol.* 2017;6(1):4.
27. Coutinho F, Bosisio M-E, Brown E, Rishikof S, Skaf E, Zhang X, et al. Effectiveness of iPad apps on visual-motor skills among children with special needs between 4y0m-7y11m. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2017;12(4):402-10.



28. Mariakakis A, Wang E, Patel S, Wen JC. A smartphone-based system for assessing intraocular pressure. En: 2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE; 2016. p. 4353-6.
29. Montaña A, Amado C, Eslava H. Sistemas e-health para el tratamiento de la diabetes. Rev Vínculos. 2014;11(2):111-26.
30. Choi AR, Greenberg PB. Patient education strategies in cataract surgery: a systematic review. J Evid Based Med. 2018;11(2):71-82.
31. Arenas-Monreal L, Cortez-Lugo M, Parada-Toro I, Pacheco-Magaña LE, Magaña-Valladares L. Population health diagnosis with an ecohealth approach. Rev Saude Publica. 2015;49:1-8.
32. Bonet-Morón J, Guzmán-Finol K. Un análisis regional de la salud en Colombia [internet]. Cartagena de Indias: Banco de la República [citado 2018 oct. 23];2015. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_222.pdf
33. Morjaria P, Bastawrous A, Murthy GVS, Evans J, Gilbert C. Effectiveness of a novel mobile health education intervention (Peek) on spectacle wear among children in India: study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 2017;18(1):168.
34. Lodhia V, Karanja S, Lees S, Bastawrous A. Acceptability, usability, and views on deployment of peek, a Mobile Phone mHealth intervention for eye care in Kenya: qualitative study. JMIR Mhealth Uhealth. 2016;4(2):e30.
35. Bastawrous A, Giardini ME, Bolster NM, Peto T, Shah N, Livingstone IAT, et al. Clinical validation of smartphone based adapter: peek retina for optic disc imaging in Kenya. JAMA Ophthalmol. 2016;134(2):151-8.
36. Johnson CA, Thapa S, George Kong YX, Robin AL. Performance of an iPad application to detect moderate and advanced visual field loss in Nepal. Am J Ophthalmol. 2017;182:147-54.
37. Maldonado López MJ, de la Torre I, López Coronado M, Pastor Jimeno JC. App móvil de ayuda a la decisión para el aprendizaje de la asignatura "Oftalmología" en el Grado de Medicina de la Universidad de Valladolid. En: Pérez Aldeguer S, Castellano Pérez G, Pina Calafi A, coordinadores. Propuesta de innovación educativa en la sociedad de la información. Holanda: Adaya Press; 2017. p. 28-38.
38. Toner KN, Lynn MJ, Candy TR, Hutchinson AK. The Handy Eye Check: A mobile medical application to test visual acuity in children. J AAPOS. 2014;18(3):258-60.
39. Vera AJ. QuasarApp [trabajo de fin de grado]. San Cristóbal de La Laguna [internet], España: Universidad de La Laguna [citado 2019 oct. 25]; 2015. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/2903/QuasarApp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
40. Kaya A. Ophthoselfie: Detailed self-imaging of cornea and anterior segment by smartphone. Turk J Ophthalmol. 2017;47(3):130-2.



41. Arita R. Validity of noninvasive meibography systems: noncontact meibography equipped with a slit-lamp and a mobile pen-shaped meibograph. *Cornea*. 2013;32(supl.1):S65-70.
42. Moradian S, Safi S. Application of mobile phones in ophthalmology. *J Ophthalmic Vis Res*. 2015;10(2):200-5.
43. Ademola-Popoola DS, Olatunji VA. Retinal imaging with smartphone. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(3):341-5.
44. Stuermer L. Desarrollo de una herramienta digital de apoyo en la adaptación, control y monitorización de los usuarios de lentes de contacto [trabajo de fin de máster]. Valladolid: Universidad de Valladolid; 2017.
45. Chang LY-L, Turuwhenua J, Qu TY, Black JM, Acosta ML. Infrared video pupillography coupled with smart phone led for measurement of pupillary light reflex. *Front Integr Neurosci*. 2017;11:6.
46. Ciuffreda KJ, Rosenfield M. Evaluation of the SVOne: a handheld, smartphone-based autorefractor. *Optom Vis Sci*. 2015;92(12):1133-9.
47. Mpofo B. University students use of computers and mobile devices for learning and their reading speed on different platforms. *Univers J Educ Res*. 2016;4(4):926-32.
48. Waisbourd M, Dhami H, Zhou C, Hsieh M, Abichandani P, Pro MJ, et al. The Wills Eye Glaucoma App: interest of patients and their caregivers in a smartphone-based and tablet-based glaucoma application. *J Glaucoma*. 2016;25(9):e787-91.
49. Nuryan Dehkordi F, Breitschwerdt R, Fellmann M. IT-Support in workplace health promotion: mobile apps on the rise. En: **Za S, Drăgoicea M, Cavallari M**, editores. *Exploring Services Science*. 8th International Conference; 2017 may. 24-26; Roma, Italia.
50. Sagale U, Bhutkar G, Karad M, Jathar N. An Eye-Free Android application for visually impaired users. En Ray G, Iqbal R, Ganguli A, Khanzode V, editores. *Ergonomics in caring for people*. Singapur: Springer; 2018. p. 291-7.
51. Acuña Gómez J, Guachamin Rodríguez I, Varela Suárez N, Jiménez Barbosa WG. Teleoftalmología y teleoptometría: estrategias de atención en salud en constante avance. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul*. 2016;14(2):93-105.
52. Jiménez Barbosa WG, Acuña Gómez JS. Avances en telesalud y telemedicina: estrategia para acercar los servicios de salud a los usuarios. *Acta Odontol Colomb*. 2015;5(1):101-15.

