



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

TRABAJO FIN DE GRADO

DIAGNÓSTICO OPTOMÉTRICO MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.



Silvia Giuli Bello

Sevilla, julio 2021

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

**DIAGNÓSTICO OPTOMÉTRICO MEDIANTE APLICACIONES
DIGITALES.**

Silvia Giuli Bello

Universidad de Sevilla (Facultad de Farmacia): Sevilla, julio 2021

Departamento de Óptica

Tutora: María José Bautista Llamas

Tipología del proyecto: Revisión bibliográfica

Vº Bº Tutor

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. J. Bautista Llamas', is written over the 'Vº Bº Tutor' text.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

Resumen

Introducción: La pandemia de la Covid- 19 en la que nos encontramos actualmente ha impulsado el uso de la telemedicina a la hora de atender y diagnosticar a los pacientes. Esto es posible ya que existen multitud de aplicaciones dirigidas a los médicos. Surge la duda de si los ópticos y optometristas cuentan con las mismas herramientas para poder llevar a cabo la teleoptometría, y asistir así a sus pacientes sin necesidad de desplazamientos hacia la consulta.

Objetivos: Con este trabajo se pretende conocer cuáles son las aplicaciones existentes en el ámbito de la óptica y optometría, cuáles de ellas presentan validez científica y que método han empleado para conseguirla.

Metodología: El trabajo consta de dos partes, en primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica sobre artículos en los que, tanto la teleoptometría como las aplicaciones diagnósticas optométricas, estuvieran involucradas, y, por otra parte, se realizó una búsqueda exhaustiva de dichas aplicaciones en los buscadores de Smartphones: Google Play y Apple Store.

Resultados: Durante la revisión bibliográfica se encontraron un total de 12 aplicaciones, de las cuales 8 estaban validadas: SmartOptometry, Peek Acuity, My Vision Tracker, Kay ISight Test Professional, Community Eye Care y Eye Hand Book. De las 4 apps restantes no se encontró material sobre su validación: Worth 4 Dot App, GoCheck Kids Vision Screener, StrabisPix y Eye Chart Pro. En cuanto a la búsqueda en Google Play y Apple Store, 56 aplicaciones cumplían los criterios establecidos. Estas apps se dividieron en tres grupos según fueran dirigidas a los profesionales, a los pacientes o ambos. Tan solo 2 de ellas contaban con validación.

Conclusiones: Son pocas las aplicaciones que cuentan con literatura sobre su validación, además, no existe un protocolo concreto sobre qué pasos han de seguir estas apps para conseguirla.

PALABRAS CLAVE: telemedicina; optometría; teleoptometría; teleoptometry; portable eye examination; digital applications; aplicaciones digitales.

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introducción..... | 5 |
| 1.1. Telemedicina | 5 |
| 1.2. Teleoptometría..... | 7 |
| 1.3. Aplicaciones digitales | 8 |
| I. Aplicaciones en el ámbito de la medicina..... | 9 |
| II. Aplicaciones en el ámbito de la optometría | 11 |
| 2. Objetivos | 13 |
| 3. Metodología..... | 14 |
| 4. Resultados | 17 |
| 4.1. Artículos científicos..... | 17 |
| 4.2. Buscadores en Smartphones..... | 26 |
| 5. Discusión..... | 32 |
| 6. Conclusiones..... | 36 |
| 7. Bibliografía..... | 37 |

1. Introducción

La pandemia mundial de la Covid-19 en la que nos encontramos, ha hecho que nos veamos obligados a cambiar nuestra forma de vida. Nos ha hecho modificar tanto la forma de relacionarnos, como las costumbres y aficiones. De la misma forma, la situación también ha forzado a renovar la forma con la que, hasta entonces, veníamos atendiendo y diagnosticando patologías médicas.

1.1. Telemedicina

En tiempos en los que la presencialidad se hace casi imposible y toma mayor importancia la modalidad telemática, el ambiente médico no iba a ser la excepción.

De esta forma introducimos la telesalud, ‘sistema que vincula el uso a distancia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el campo de la salud, con el fin de mejorar las condiciones de bienestar de los pacientes.’ Dentro de las competencias de la telesalud encontramos la telemedicina (Alfonso Elizalde et al., 2016).

La telemedicina se define como "la prestación de servicios de medicina a distancia". Tanto la telemedicina, como la telesalud, están actualmente tomándole el relevo a la medicina convencional. Aunque por la situación del último año se encuentren en un periodo de alta demanda, estas ya se venían empleando con anterioridad para realizar algunos diagnósticos, como en el caso de la dermatología (Fernández and Hernández, 2010).

En cuanto a los objetivos que la telemedicina se propone estarían:

- Tratar todo aquello relacionado con la expansión de enfermedades transmisibles y no transmisibles, y tratar de mejorar la vigilancia epidemiológica.
- Ayudar a la unificación del sistema sanitario y la generalidad de los servicios de salud con aptitud, eficacia e igualdad para el provecho prioritario de las personas excluidas.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

- Entablar alianzas entre gobiernos, profesionales sanitarios, etc, para establecer un sistema de vigilancia de salud seguro, y con calidad; fomentando asimismo la formación, instrucción e indagación para la prevención y control de enfermedades.
- Acelerar el cuidado en términos de salud, con el fin de adoptar lo más rápido posibles tratamientos.
- Adelantar campañas de prevención y de cribado en la población.
- Tener certeza a la hora de remitir a pacientes o evitarlas, si pueden tratarse en el lugar de procedencia, con el fin de ahorrarse desplazamientos no necesarios.
- Proporcionar diagnósticos más certeros y tratamientos menos costosos para detectar de forma precoz cada patología (Fernández and Hernández, 2010).

Según Redondo et al., los conceptos que engloba la telemedicina son (Redondo, 2004):

- Teleconsulta, facilita la llegada al conocimiento y recomendaciones de un profesional de forma remota.
- Trabajo conjunto entre los distintos profesionales, que emplearan las mismas fuentes de conocimiento, bases de datos, e información para buscar las mejores decisiones.
- Telepresencia, se trata de la atención médica de manera remota.
- Telemonitorización, se utiliza para el cuidado y evaluación de los parámetros fisiológicos y biométricos de los pacientes a distancia.
- Teleasistencia, proporciona cuidados referentes a la salud a personas en su vida cotidiana. Suele ser interactiva.
- Telecirugía, hace referencia a todas las intervenciones en las que paciente y profesional no se encuentran en el mismo lugar o se emplea la tele-robótica, visión artificial y realidad virtual.

A pesar de que los beneficios de la telemedicina son claros, no se pueden obviar algunos de los inconvenientes que van unidos a esta, como la disminución de la

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

relación paciente - profesional sanitario, e incluso entre los distintos profesionales de la salud, tratamientos más impersonales, difícil desarrollo de protocolos...

Se tiene que realizar una obligada mención a la estrecha relación que existe entre la telemedicina y los avances tecnológicos. Es necesario que exista una constante investigación con el fin de mejorar los métodos empleados y conseguir la máxima fiabilidad posible. A esto último, también se encuentran ligados los medios económicos de cada país, por esto, los avances en telemedicina no son iguales en todos los lugares ni en todos los centros sanitarios (Alfonso Elizalde et al., 2016).

1.2. Teleoptometría

Los optometristas “son profesionales que se preocupan del cuidado primario del sistema visual y ocular. Se encargan así mismo, del control de la refracción y del asesoramiento en caso de necesitar graduación compensadora. También ayudan a la detección temprana de patologías oculares para su posterior derivación a los profesionales médicos” (González-Méijome, 2020).

A la combinación de la optometría junto con la telemedicina se le denomina teleoptometría. Se trata de un área poco explorada y con limitada literatura de investigación.

La teleoptometría “es una rama de la telemedicina que se encarga del cuidado primario ocular y la detección de patologías del segmento anterior y alteraciones visuales, mediante el desarrollo de actividades de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación oportuna a través del empleo de las TIC, gracias al desarrollo de actividades de teleeducación, telediagnóstico y teletratamiento, para lo cual resulta necesario la previa capacitación de profesionales y técnicos que participen en el proceso de atención” (Alfonso Elizalde et al., 2016).

Se trata de una herramienta muy útil para conseguir valoraciones de especialistas de un área concreta en casos puntuales.

La teleoptometría se puede emplear tanto para exámenes diagnósticos, tomando la agudeza visual en lejos y cerca, sensibilidad al contraste, biomicroscopía, valorando

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

la motilidad y fondo ocular, estereopsis, visión cromática, refracción, como para confeccionar un tratamiento, un programa de rehabilitación adecuado y detectar patologías oculares.

Al ser una rama bastante novedosa, cuenta con importantes limitaciones, como son la escasa literatura donde encontrar una clara definición del tema y un reducido número de artículos científicos en los que se haya probado su utilidad. Así mismo, no parecen existir claras evidencias científicas donde se pueda contrastar información acerca de las aplicaciones TIC empleadas.

Como ejemplo de teleoptometría, podríamos situar OPTRETINA, que corresponde a un grupo de 12 oftalmólogos españoles especializados en retina, que se encargan de analizar fotos de fondo de ojo realizadas por optometristas. Las fotos son tomadas sin la necesidad de dilatar la pupila del paciente. Este grupo de oftalmólogos evalúan cada foto y emiten un informe para el optometrista en el que incluyen sus hallazgos, diagnóstico y recomendaciones. La comunicación entre ambos profesionales se realiza de forma telemática, lo cual hace que todo el proceso sea mucho más rápido. En este estudio se pudo revisar a un total de 119.877 pacientes en tan solo seis años (Zapata et al., 2021).

1.3. Aplicaciones digitales

Tanto la telemedicina como la teleoptometría se ayudan y basan su funcionamiento en herramientas TIC y aplicaciones digitales, algo a lo que estamos acostumbrados a usar día a día. Además de aplicaciones digitales para ocio, comunicarnos con nuestros seres queridos o comprar, también existen aplicaciones digitales que se usan para diagnosticar y controlar distintos tipos de patologías.

Una aplicación digital (también llamada app) es un programa informático hecho para realizar o facilitar cualquier actividad en los dispositivos informáticos. Existen una gran variedad de softwares disponibles, pero sólo se denomina así a aquellos que están pensados para realizar un fin concreto.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

Estas aplicaciones se crean según las necesidades específicas de los usuarios y se utilizan para ayudar y hacer posible la realización de determinadas tareas donde se haya encontrado necesidad (sistemas.com, n.d.).

La finalidad con que se crea cada aplicación puede ser tanto educativa, como financiera, comercial o de entretenimiento. Encontramos una gran variedad de aplicaciones que han sido desarrolladas para satisfacer necesidades dentro de cada aspecto de la vida.

Desde la aparición de estas herramientas, muchas se han hecho indispensables en nuestro día a día, tanto que sería inconcebible realizar actividades como compras o transacciones bancarias desde el teléfono móvil, comunicaciones en tiempo real con cualquier persona del mundo, acceder a plataformas, como la de la universidad e incluso buscar pareja sin su ayuda (University, 2020).

I. Aplicaciones en el ámbito de la medicina

En cuanto a aplicaciones orientadas al ámbito de la medicina, encontramos que las apps médicas son actualmente uno de los principales instrumentos usados para diagnósticos en el sector sanitario.

Un correcto diagnóstico es fundamental a la hora de establecer el mejor tratamiento posible para curar o aliviar cualquier patología, por lo que acertar en él será la prioridad absoluta (Nubimed, 2018).

A pesar de que las aplicaciones ayudan a facilitar los diagnósticos, hay una gran controversia en cuanto a su fiabilidad y empleo. Esto se debe, en parte, a los numerosos modelos que existen, lo que dificulta efectuar comparaciones entre ellos y a las escasas evidencias científicas que aseguren un eficiente funcionamiento de estas apps (Nubimed, 2018).

Encontramos también un arma de doble filo en las apps diagnósticas. Estas son muy beneficiosas si son usadas por personal sanitario cualificado, como método para alcanzar un diagnóstico más eficaz, en cambio, si estas aplicaciones son usadas por los pacientes como método de autodiagnóstico, se puede entorpecer

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

la labor del especialista, llegando incluso a aparecer intromisión en su ámbito laboral.

Como ejemplos de herramientas TIC para diagnósticos, usadas por los médicos con el fin de emitir veredictos con mayor seguridad encontramos:

1. Mediktor Hospital

Se trata de una app del Hospital Clínic de Barcelona usada para conseguir un triaje más eficaz. Se efectúa un primer diagnóstico, que se usará para derivar al paciente al especialista pertinente. Así se consigue reducir la presión sobre los profesionales, hacer más fácil el manejo de datos estructurados y disminuir tanto el margen de error en los diagnósticos como la variabilidad clínica (Moreno et al., 2017; Nubimed, 2018).

2. Captyva CCR

Aplicación creada por médicos argentinos preocupados por la creciente incidencia del cáncer colorrectal. La aplicación provee de consejos útiles acerca de cómo y cuándo proceder a las revisiones (Nubimed, 2018).

3. Heartlogic

Algoritmo ideado por Boston Scientific, que ya ha sido incorporado por la Clínica Universitaria de Navarra. Recoge información de los desfibriladores automáticos de los pacientes, siendo muy útil en aquellos que sufren insuficiencia cardíaca (Navarra, 2018; Santini et al., 2020).

4. GenIO

Aplicación útil para detectar las denominadas enfermedades raras. ‘‘El algoritmo de esta aplicación depende de la introducción del genotipo del paciente, de la enfermedad que se cree que puede padecer

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

este, de los síntomas que experimenta y de las averiguaciones asociadas a su historial clínico. ” (Nubimed, 2018). Su utilidad ha incrementado la tasa de detección de las enfermedades raras (Koile et al., 2018).

5. DeepMind

Departamento creado por Google, encargado de investigar acerca de la insuficiencia cardíaca (IA). Esta app combina aprendizaje automático y escáneres, consiguiendo importantes avances en materia de diagnósticos médicos. Entre ellos se encuentra el relativo a utilizar los escáneres de retina en 3D, los cuales permiten detectar enfermedades. Sobre todo, resultan efectivos a la hora de descubrir las retinopatías diabéticas, los glaucomas y las degeneraciones maculares asociadas a la edad (Nubimed, 2018; Powles and Hodson, 2017).

II. Aplicaciones en el ámbito de la optometría

En cuanto a las aplicaciones relacionadas con los profesionales de la optometría pasa lo mismo que en las aplicaciones de ámbito médico. Realizando una primera búsqueda general hemos encontrado algunos ejemplos de aplicaciones creadas con esta finalidad:

1. OptoTest

Se trata de una herramienta indispensable para el profesional, ya que permite examinar todas las siguientes funciones visuales: ‘Refracción, Agudeza Visual (test de lectura y AV logarítmica), Astigmatismo (Test Horario y Cilindros Cruzados), Respuesta Acomodativa (Test de Rejilla y Bicromático), Visión Binocular, Punto Próximo de Convergencia, Medida de la Heteroforia (Von Graefe y Maddox), Cociente AC/A, Disparidad de Fijación Horizontal y Vertical, Foria Asociada, Ciclodesviación, Supresión (Test Foveal y Worth), Aniseiconia, Estereopsis, Prescripción de Prismas, Salud Ocular, Función macular y

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

neuronal, Sensibilidad al Contraste, Valoración de desviaciones incomitantes'' (Onda, 2010).

2. Stereo TAB

Esta aplicación evalúa la estereopsis global del paciente a través de un patrón de puntos aleatorios visibles. Requiere del uso de gafas anaglifo rojo (OI) /verde (OD) o rojo (OI) /cián (OD) (Onda, 2010).

Estas dos aplicaciones proporcionan ayuda en el ámbito de la optometría, sin embargo, la siguiente se centra en un ámbito más clínico.

3. Eye Decide

Aplicación compuesta por tres secciones: anatómica, patológica y especialista adecuado para tratarla. Presenta imágenes y descripciones específicas (signos, síntomas y tratamientos) para cada patología ocular. Es útil para las siguientes patologías: Cataratas conjuntivitis, ojo seco, miodesopsias, glaucoma o DMAE (Onda, 2010).

4. PEEK (Portable Eye Examination Kit)

Se trata de una aplicación pensada para ayudar a diagnosticar a personas que se encuentran en países con pocos recursos y poder acabar así con las causas de ceguera evitables. Esta app combina tanto la parte optométrica como la patológica.

Según la OMS, alrededor del 80 % del total mundial de casos de discapacidad visual se podrían evitar o curar. (De cada 100 personas ciegas, 8 pueden evitarse). Y el 90% de los discapacitados visuales es encuentran en países con bajos ingresos. Es por esto por lo que esta aplicación resulta algo realmente útil en términos de prevención de ceguera.

Para disfrutar de su uso, basta con tener un Smartphone donde descargar la aplicación. Se puede evaluar la agudeza visual de los pacientes, sin necesidad de optotipos ni proyectores. Su fácil uso hace que personal menos cualificado sea capaz de manejarlo, lo cual es beneficioso ya que

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

el número de profesionales de la visión en estos países es bastante reducido.

Si se quiere evaluar la retina de nuestro paciente, habrá que colocar un adaptador, conocido como ‘‘Peek Retina’’, justo encima de la cámara de dicho teléfono y pulsar el botón de ON. De este modo ya se podría proceder a la evaluación, tanto del polo anterior como del fondo de ojo, del paciente en cuestión (Bright et al., 2018; Morjaria et al., 2017).

Con tan solo escribir en el buscador de nuestro navegador temas relacionados con aplicaciones diagnósticas, tanto médicas, como optométricas, se puede comprobar que aparecen multitud de resultados, signo de la ascendente relevancia que estas tecnologías comienzan a tener. La actividad clínica telemática mediante el uso de aplicaciones forma ya parte de nuestro día a día, pero, ¿en qué medida las aplicaciones dedicadas al ámbito óptico y optométrico facilitan su uso diario para los profesionales de su entorno? Para responder a esta pregunta se procede a realizar un análisis exhaustivo sobre las aplicaciones existentes, valorando su fiabilidad en función de su validez.

2. Objetivos

El objetivo principal de nuestro trabajo es conocer aquellas aplicaciones digitales que sean realmente útiles en el campo de la optometría y comprobar si dichas apps están validadas, presentando fiabilidad científica.

Entre los objetivos secundarios encontramos los siguientes:

- Comprobar cuáles de las aplicaciones encontradas en una primera búsqueda genérica presentan literatura que las respalde.
- Analizar si los primeros resultados que se obtienen al buscar en cualquier navegador web serían los mismos que los resultados de una búsqueda en las diferentes bases de datos científicas.
- Analizar si las aplicaciones encontradas en buscadores de Smartphones cuentan con validación.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

3. Metodología

En primer lugar, para la realización de nuestro trabajo, se ha procedido a la revisión bibliográfica de artículos en los que aplicaciones digitales para el diagnóstico optométrico estuvieran involucradas, teniendo en cuenta en cuantos de ellos se hablaba sobre la validación de estas.

La búsqueda se realizó en las siguientes bases de datos: Elsevier, Medline, Google Scholar, Pubmed, Web of Science y Scopus.

Las palabras claves utilizadas en dicha búsqueda fueron las siguientes: ``telemedicina``, ``optometría``, ``teleoptometría``, ``teleoptometry``, ``portable eye examination``, ``digital applications`` y ``aplicaciones digitales``.

En cuanto a las aplicaciones relacionadas con la optometría incluidas en la introducción, se buscaron una a una en los diferentes buscadores científicos, encontrándose literatura únicamente de una de ellas.

La elaboración del trabajo ha seguido el siguiente esquema:



Figura 1. Esquema cronológico sobre elaboración del TFG

A continuación, se muestran los criterios de inclusión y exclusión que han sido empleados (tabla 1).

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

| Criterios de inclusión | Criterios de exclusión |
|--|--|
| - Artículos en inglés y español. | - Artículos que no cumplen los criterios de inclusión. |
| - Artículos publicados en los últimos 10 años. | |
| - Artículos relacionados con la optometría principalmente y con la oftalmología. | |
| - Artículos relacionados con aplicaciones que ayuden a la exploración y diagnósticos de patologías oculares y disfunciones visuales. | |

Posteriormente, se realizó una búsqueda exhaustiva de aplicaciones relacionadas con el diagnóstico optométrico en los buscadores de Google Play y Apple Store según la siguiente estrategia de búsqueda:

- Las palabras claves utilizadas fueron: “aplicaciones optometría”, “oftalmología” y “optometría”. El uso de los conectores “AND” y “OR” no está permitido en estos buscadores, por lo que no se pudieron buscar resultados a partir de la combinación de varias palabras claves.
- Las aplicaciones obtenidas se fueron examinando una a una, evaluando para quien iban dirigidas y sobre que trataban, simultáneamente se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión.
- Toda la información recogida sobre estas aplicaciones fue obtenida directamente de la ficha de cada una, es decir, no se contactó con el desarrollador de ninguna app para obtener detalles.
- Fue necesaria la instalación de alguna de estas apps ya que la información de su ficha técnica no era clara, de este modo se evaluó su función, se probó, y se valoró si realmente era útil.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

Los criterios de inclusión y exclusión utilizados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión aplicados a las aplicaciones encontradas.

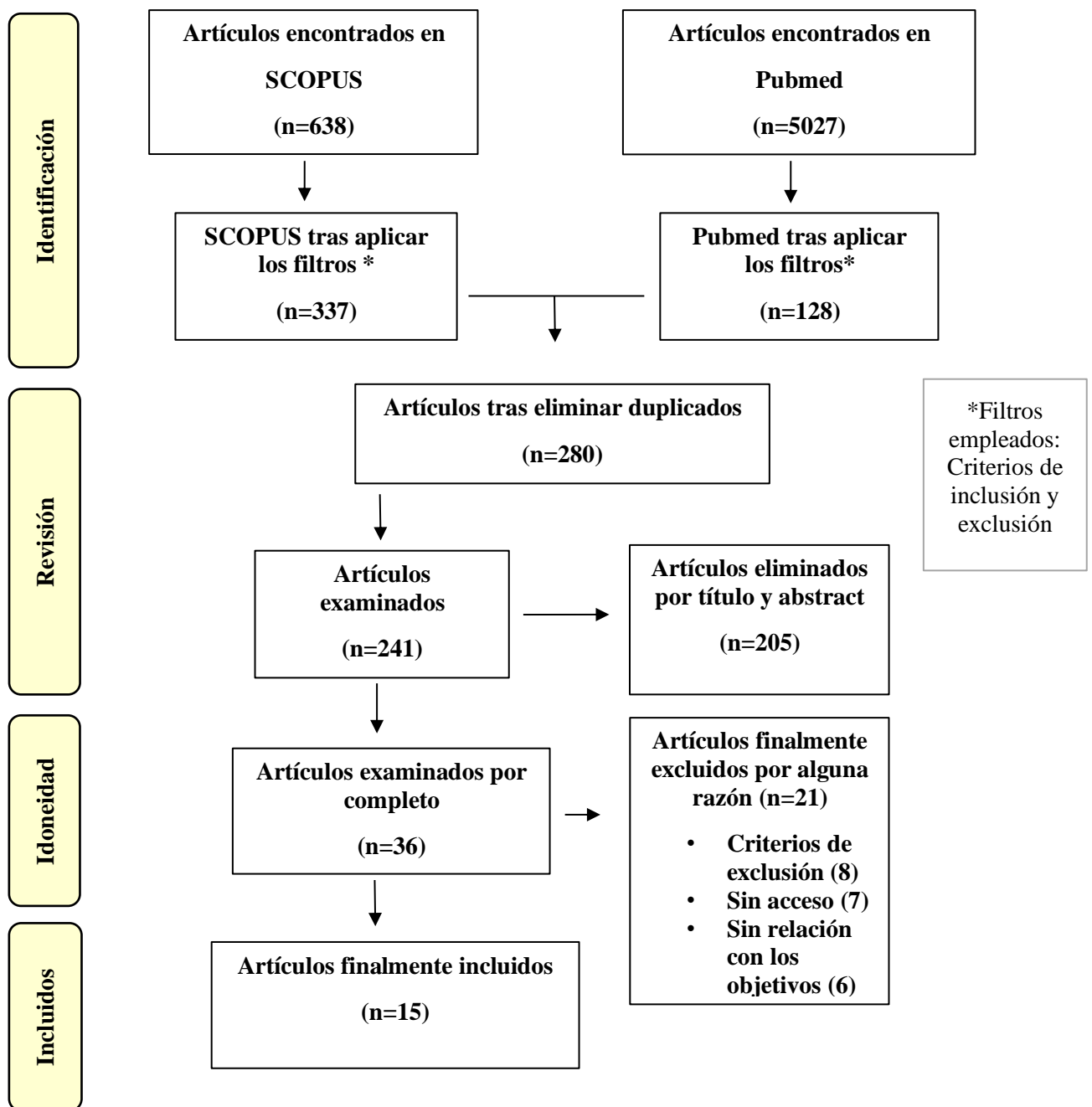
| Criterios de inclusión | Criterios de exclusión |
|---|---|
| - Aplicaciones relacionadas con el diagnóstico optométrico. | - Aplicaciones que no cumplen los criterios de inclusión. |
| - Aplicaciones orientadas a mejorar el trabajo y formación del profesional. | - Aplicaciones que no están relacionadas con la optometría. |
| - Aplicaciones orientadas al paciente para usar de forma telemática. | - Aplicaciones relacionadas con el cálculo de lentes y traspuestas. |

4. Resultados

4.1. Artículos científicos

En cuanto a los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica elaborada, se ha diseñado el siguiente diagrama de flujos (figura 2):

Figura 2. Diagrama de flujos



DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

En la primera búsqueda, aplicando únicamente las palabras claves, se encontraron un total de 5665 artículos. Tras aplicar los filtros, que en nuestro caso fueron los criterios de inclusión y exclusión, dispuestos en la Tabla 1, los resultados se redujeron a 465 artículos. Eliminando los duplicados quedaron un total de 280. Doscientos cuarenta y un artículos fueron examinados por título y abstract, quedando finalmente 36 artículos para examinar de forma completa. De estos 36 artículos, 21 fueron eliminados por algunos de los motivos que se muestran en el diagrama (figura 2), dejando nuestros resultados con 15 artículos.

Los 15 artículos seleccionados se han clasificado en tres grupos según su tema: artículos que hablan sobre la telemedicina (n=2)(A. Arntz et al., 2020; Matamala-Gomez et al., 2020) , artículos que tratan sobre las ventajas del uso de aplicaciones en el ámbito oftalmológico (n=3) (Karthikeyan et al., 2019; Keilty et al., 2021; Yang et al., 2020) y, por último, artículos que exponen detalladamente las características de diferentes aplicaciones relacionadas con el diagnóstico y cuidado de la vista (n=10) (Aruljyothi et al., 2021; Bastawrous et al., 2016; Dain and Almerdef, 2016; Giardini, 2015; Hogarty et al., 2020; Morjaria et al., 2017; Prea et al., 2018; Rodin et al., 2017; Satgunam et al., 2021; Webber et al., 2020).

En cuanto a artículos relacionados con las aplicaciones expuestas en la introducción solo se encontró para una de ellas, Peek Acuity. El resto no contaba con ningún material científico que respaldase su utilidad.

Según la información sobre aplicaciones contenida en los artículos encontrados, se confeccionaron dos tablas. En la Tabla 3 encontramos las aplicaciones que presentan artículos acerca de su validación, en cambio en la Tabla 4 se muestran aquellas que no la presentan.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

Tabla 3. Aplicaciones optométricas validadas.

| Año y autores | Nombre aplicación | Tipo de aplicación | Tipo de estudio | Uso de aplicación | Nº de pacientes | Edad |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|---|---|--|
| (Satgunam et al., 2021) | Smart-Optometry | Exploración | Identificar y validar apps de AV para usar en teleoftalmología. | Examen optométrico. | FASE I: n 40 FASE II: n=68 FASE III: n=15 | 22-69 años 20-60 años 24-30 años |
| (Satgunam et al., 2021) | Peek Acuity | Exploración | Identificar y validar apps de AV para usar en teleoftalmología. | Examen AV. | FASE I: n=40 FASEII: n=68 FASE III: n=15 | 22-69 años 20-60 años 24-30 años |
| (Aruljyothi et al., 2021) | My Vision Tracker | Exploración/ Seguimiento | Revisión actualizada sobre apps exclusivas para profesionales de la visión. | Almacenar información de los pacientes para el seguimiento a distancia de su patología. | No aplica | No aplica. |
| (Aruljyothi et al., 2021) | Kay ISight Test Professional | Exploración | Revisión actualizada sobre apps exclusivas para profesionales de la visión. | Medida de la AV en niños | No aplica. | No aplica. |
| (Aruljyothi et al., 2021) | Community Eye Care | Instrucción | Revisión actualizada sobre apps exclusivas para profesionales de la visión. | Promover los conocimientos sobre el cuidado ocular. | No aplica | No aplica |
| (Aruljyothi et al., 2021) | Eye Hand Book (EHB) | Exploración | Revisión actualizada sobre apps exclusivas para profesionales de la visión. | Apoyo para el profesional en términos de diagnóstico y de elección del tratamiento. | No aplica. | No aplica. |
| (Hogarty et al., 2020) | D-EYE | Exploración | Revisión de la literatura actual acerca del uso de teléfonos móviles en la oftalmología. | Permite realizar exámenes de fondo de ojo a través de teléfonos inteligentes | n = 20 | Adultos. |
| (Prea et al., 2018) | Merlbourne Rapid Fields (MRF) | Exploración | Establecer la repetibilidad de MRF en comparación con otro instrumento. | Mide tanto presencial como a distancia el campo visual del paciente. | n = 60 | No aplica |

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

Satgunam et al., en su artículo sobre validación de posibles aplicaciones para la medida de la AV de forma telemática, menciona las siguientes apps:

- SmartOptometry - Eye Tests for Professionals App: Es una de las aplicaciones más descargadas. Dentro de las funciones que ofrece encontramos la medida de la AV en cerca, el test de Hirschberg, valoración de la visión del color, etc. Está disponible en once idiomas, tanto en Google Play como en Apple Store. Es gratuita (Satgunam et al., 2021).
- Peek Acuity: Se trata de una aplicación muy útil para la medida de la AV en niños y ancianos. Al ser muy fácil de usar se puede dejar en manos de personas sin conocimientos sobre patologías o deficiencias visuales. Ha mostrado muy buenos resultados, llegando a alcanzar una especificidad del 98% y una sensibilidad del 85%. Está disponible para Android, además es gratuita (Bastawrous et al., 2016; Giardini, 2015; Morjaria et al., 2017; Satgunam et al., 2021).

En su ensayo realiza un estudio comparando las dos aplicaciones mencionadas anteriormente con los métodos tradicionales de medida de AV. El estudio se lleva a cabo en tres fases distintas, usando el mismo número de pacientes para las dos aplicaciones. Concluye con la fácil descarga de estas apps y su utilidad para la toma de agudeza visual, recalcando la importancia de realizar más estudios con pacientes a tiempo real (Satgunam et al., 2021).

Aruljyothi et al., llevó a cabo un estudio que consistía en una búsqueda por encontrar todas las aplicaciones existentes que pudieran ser usadas por profesionales del sistema ocular y la visión, y cuáles de ellas contaban con validación científica. De las aplicaciones mencionadas en su estudio, las que presentan validación son las siguientes: Kay iSght Test Professional, Community Eye, Eye Hand Book y My Vision Tracker (mVT). Las aplicaciones se buscaron en Google Play y Apple Store y se revisó la literatura de cada una, en caso de que la hubiese (Aruljyothi et al., 2021):

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

- My Vision Tracker: Aplicación dirigida a monitorizar la progresión de algunas patologías oculares, como DMAE o RD. Cuando el paciente realiza la prueba, la información llega al profesional, el cual puede ver en qué estado se encuentra y decidir si es necesaria la asistencia presencial en consulta. Disponible para iPhone. Su costo es de 7.35 euros al mes (Aruljyothi et al., 2021; Rodin et al., 2017).
- Kay ISight Test Professional: Esta app está diseñada para medir la AV del paciente tanto en visión lejana como en cercana usando la tabla LogMAR. Dispone de una opción para los niños en la que, en lugar de letras, aparecen dibujos. Se obtiene de manera gratuita en Apple Store (Aruljyothi et al., 2021).
- Community Eye Care: Esta aplicación cuenta con información sobre como los distintos especialistas deben abordar múltiples patologías oculares. Está apoyada por instituciones conocidas, como por ejemplo Orbis o Seva Foundation. Disponible en Apple y Android de forma gratuita (Aruljyothi et al., 2021).
- Eye Hand Book (EHB): Esta aplicación sirve tanto para diagnósticos como para asesoramiento en cuanto a tratamientos. Ofrece videos educativos, calculadoras, herramientas claves, revistas, etc., tanto para oftalmólogos como para ópticos y optometristas. Tiene alrededor de medio millón de descargas. Se puede obtener de forma gratuita en todos los dispositivos Android (Aruljyothi et al., 2021).

Por otra parte, dentro de la corporación VirtualExpo Group, en el apartado de MedicalExpo, se encontró información acerca de la aplicación D-EYE. Esta app cuenta con certificado de conformidad europea (CE) y de la Administración de Medicamentos y Alimentos estadounidense (FDA). A pesar de presentar validación, no encontramos literatura científica sobre que procedimiento se había utilizado para conseguirla. Hogarty et al., en su artículo también menciona esta app, aunque no menciona su validación. D-EYE es un oftalmoscopio portátil

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

cuyos resultados resultan ser bastante favorables. Para usarlo, además de hacer falta la lente que se adapta en la cámara del teléfono móvil, es necesaria la descarga de una aplicación. La app permite guardar el historial clínico de cada paciente. Para su adquisición es necesario el paquete conjunto del adaptador y la aplicación, cuyo costo está alrededor de los 395 euros (Hogarty et al., 2020) (Group, 2021).

Prea et al., en su ensayo realiza una comparativa entre la aplicación Merlbourne Rapid Fields (MRF) con otro instrumento de medida del campo visual, llamado ‘‘Humphrey Field Analyzer’’. Dicha app estaba destinada a medir presencial o telemáticamente el campo visual de los pacientes. Sus resultados son bastante fiables y se asemejan a los valores obtenidos mediante las pruebas convencionales. Pensada para usarse en iPad con sistema Apple (Prea et al., 2018).

Tabla 4. Aplicaciones sin literatura sobre validación.

| Año y autores | Nombre aplicación | Tipo de aplicación | Tipo de estudio | Uso de aplicación | Nº de pacientes | Edad |
|-------------------------------|------------------------------|---------------------------|--|--|------------------------|-------------|
| (Webber et al., 2020) | Worth 4 Dot App | Exploración | Valorar dicha app, comparando resultados con la linterna de Worth. | Evaluar el tamaño y la profundidad en caso de escotomas de supresión. | n = 25 | 12-69 años |
| (Hogarty et al., 2020) | GoCheck Kids Vision Screener | Exploración | Revisión actualizada sobre apps exclusivas para profesionales de la visión. | Evalúa el estrabismo y el error refractivo. | n = 206 | Niños |
| (Hogarty et al., 2020) | StrabisPix | Exploración | Revisión de la literatura actual acerca del uso de teléfonos móviles en la oftalmología. | Realizar fotos de cabeza y ojos en las 9 posiciones de mirada en pacientes estrábitos. | n = 30 | No aplica. |
| (Hogarty et al., 2020) | Eye Chart Pro | Exploración | Revisión de la literatura actual acerca del uso de teléfonos móviles en la oftalmología. | Medida de la AV | n = 60 | No aplica. |

Hogarty et al., en su artículo menciona las aplicaciones siguientes:

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

- GoCheck Kids Vision Screener: Aplicación dirigida a los niños, con el fin de evaluar la presencia de estrabismos o errores refractivos. Su sensibilidad es del 76% y su especificidad del 67.2%. Solo disponible para iPhone (Hogarty et al., 2020).
- StrabisPix: Esta aplicación permite medir el alineamiento ocular y la posición de la cabeza en las nueve posiciones de mirada mediante fotos, para posteriormente mandárselas al profesional correspondiente. Muy útil para usarla con niños, ya que, al poder hacerlo en casa, con su círculo cercano, suelen colaborar más. Se puede obtener de manera gratuita en Google Play (Hogarty et al., 2020).
- Eye Chart Pro: Se trata de una aplicación útil para la toma de AV. Entre sus optotipos encontramos la carta de Snellen, el test de Tumbling E o la C de Landolt entre otros. También contiene la rejilla de Amsler. Los resultados obtenidos son muy similares a los que se obtendrían con las pruebas físicas. Disponible para dispositivos Apple (Hogarty et al., 2020).

La finalidad del estudio era la de encontrar que aplicaciones estaban disponibles según las diferentes disfunciones visuales. En dicho artículo no se mencionaba si estas aplicaciones presentaban o no validación. En cuanto a su conclusión, destaca la importancia de validar las aplicaciones existentes y llama al trabajo a las autoridades con el fin de crear un método universal de validación (Hogarty et al., 2020).

La aplicación Worth 4 Dot App fue extraída de un artículo elaborado por Webber et al.. Esta aplicación está diseñada para profesionales y estudiantes, para ser usada en lugar de la linterna de Worth, con el fin de valorar fusión, supresión y correspondencia retiniana de los pacientes. Debe usarse junto con gafas rojo/verde. Disponible en Apple Store de manera gratuita. En dicho artículo se realizó una valoración de la app, comparándola con la tradicional linterna de Worth. La app resultó muy útil, contando con una buena confiabilidad. A pesar de

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

esto, se resalta la necesidad de realizar algunas modificaciones para conseguir resultados más precisos (Webber et al., 2020).

En total, de las 12 aplicaciones evaluadas, solo 8 de ellas (66%) presentaba literatura acerca de su validación o se habían sometido a alguna prueba para conseguirla. Estas apps son: PEEK Acuity, Kay iSght Test Professional, Community Eye, Eye Hand Book, Smart Optometry – Eye Tests for Professionals y My Vision Tracker (mVT). De las aplicaciones encontradas, tres estaban aprobadas por la FDA para la práctica oftálmica: PEEK, D-EYE y My Vision Tracker (mVT).

El resto de las aplicaciones, es decir, 4, que corresponde con el 33% de apps evaluadas, todavía no contaba con validación, a pesar de que su propósito es de gran utilidad. En este grupo se encuentran las aplicaciones de Worth 4 Dot App, GoCheck Kids Vision Screener, StrabisPix y Eye Chart Pro.

La finalidad de las aplicaciones encontradas era la de explorar al paciente, a excepción de las aplicaciones mVT y Community Eye Care, dirigidas al seguimiento y a la instrucción de los profesionales respectivamente.

De todas las apps expuestas en las tablas 3 y 4, siete de ellas eran gratuitas (58%), dos eran de pago (16%) y de las tres restantes (25%) no hemos encontrado nada al respecto (Figura 3).

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

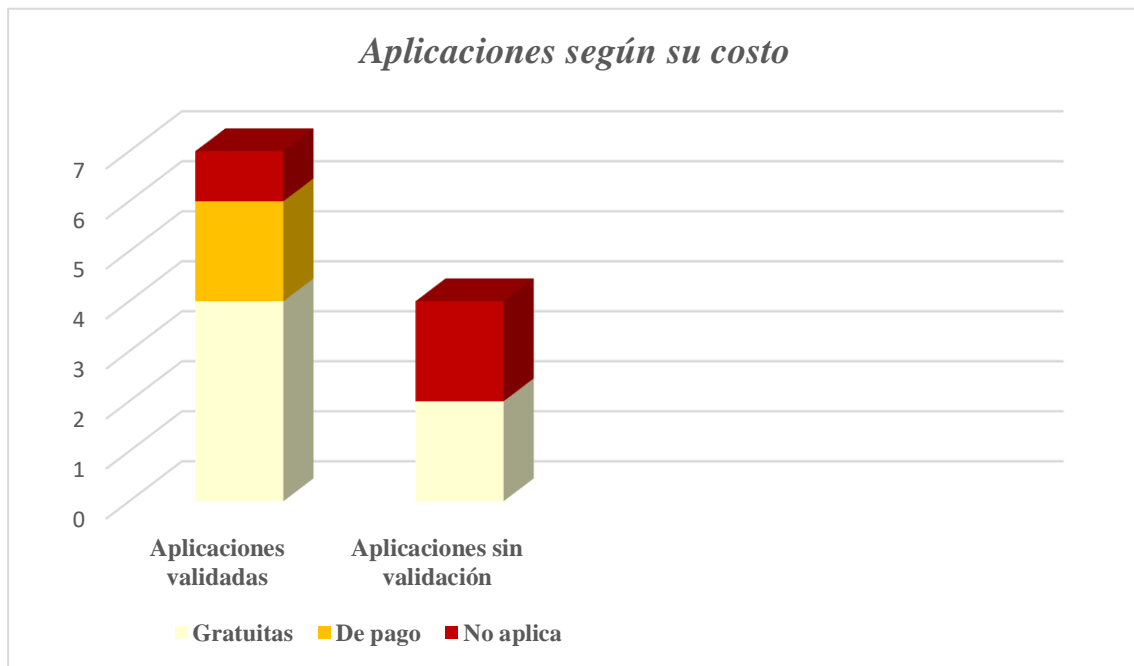
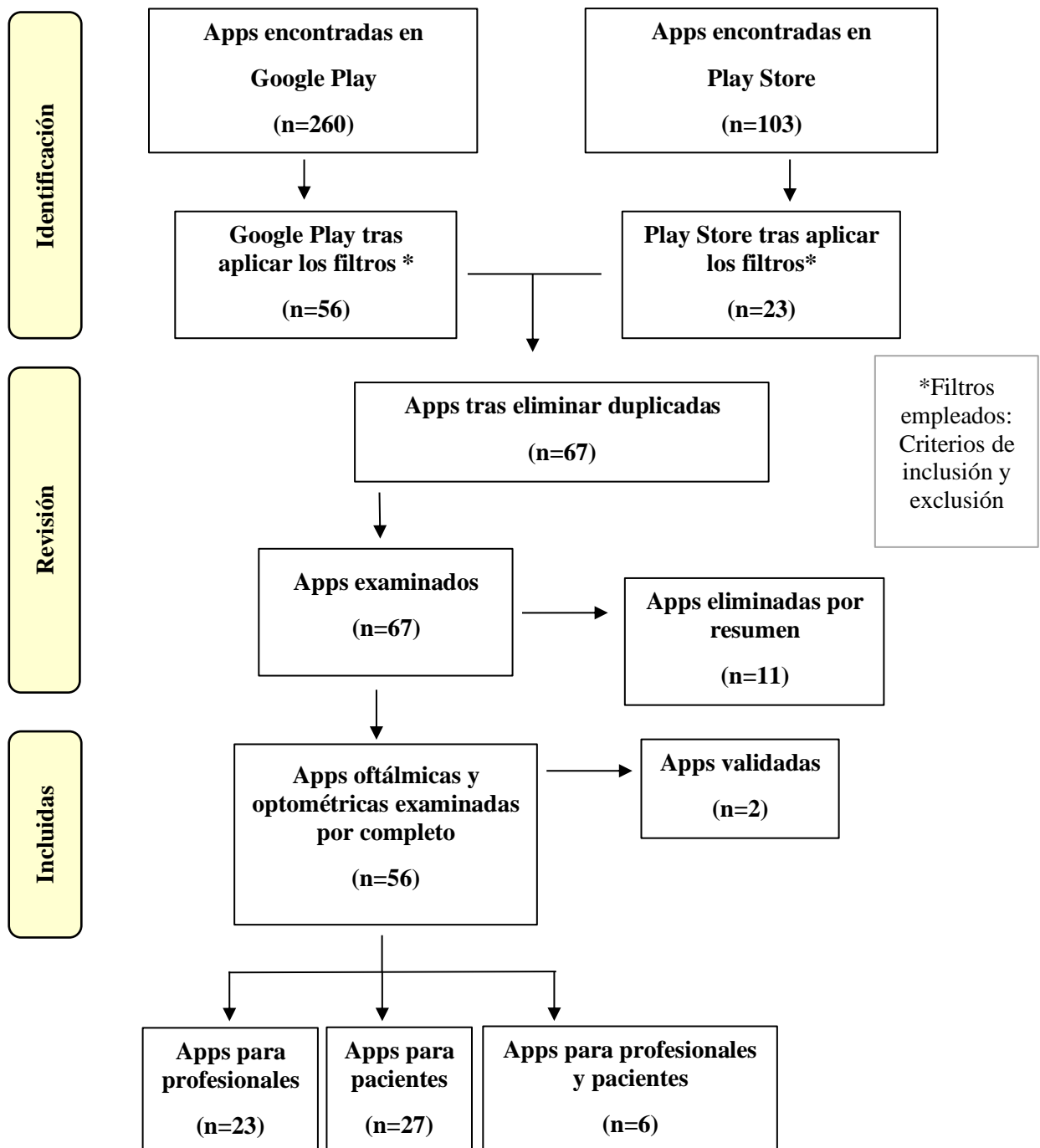


Figura 3. Gráfico según el costo de las aplicaciones

4.2. Buscadores en Smartphones

Con el fin de conocer el mayor número de aplicaciones posibles, se procedió a realizar una búsqueda en las tiendas de Google Play y Apple Store. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente diagrama de flujos (figura 4):

Figura 4: Diagrama de flujos



DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

Tras la búsqueda realizada se encontraron 363 aplicaciones. Aplicando los criterios de inclusión y exclusión quedaron 79 aplicaciones. Tras eliminar las duplicadas y aquellas que no encajaban por su resumen, quedaron finalmente 56 de las cuales, dos ya estaban incluidas en nuestro trabajo por aparecer en artículos científicos: Community Eye Care y SmartOptometry (Aruljyothi et al., 2021; Satgunam et al., 2021). La mayoría de las apps son gratuitas a la hora de su instalación, algunas, pasado un tiempo de prueba, comienzan a ser de pago, otras disponen de funciones ``premium`` que si tendrían costo para el usuario. De todas las apps obtenidas, tan solo dos de ellas eran completamente de pago. Las aplicaciones encontradas las podríamos dividir en aplicaciones orientadas a profesionales y aplicaciones orientadas a los pacientes.

a. Aplicaciones orientadas a profesionales. Dentro de este grupo obtuvimos un total 23 aplicaciones. Encontramos dos tipos:

- Aplicaciones teóricas. Son aquellas que contienen información sobre patologías y disfunciones visuales. En este grupo encontramos aplicaciones que incluyen tanto información teórica sobre enfermedades, tratamientos, disfunciones visuales, etc... como selecciones de preguntas útiles para preparar pruebas de evaluación o simplemente reforzar los conocimientos del profesional.

Cabe destacar la aplicación OCTaVIA, creada por el New England College of Optometry, que cuenta con material de referencia sobre múltiples resultados de OCT, tanto en ojos sanos como en ojos con patologías.

Otra app relevante sería la de Community Eye Care, incluida en la tabla 2. Esta aplicación cuenta con una especie de guía sobre como el optometrista y el oftalmólogo pueden abordar las patologías oculares sin que aparezca intrusismo laboral. Pretende el trabajo conjunto de ambos profesionales para ofrecer mejores resultados a los pacientes.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

- Aplicaciones diagnósticas o simuladoras. Aquellas que están pensadas para que el profesional las utilice en consulta como alternativa a las tablas e instrumentos usados con anterioridad.

Entre estas encontramos la app de ViaOpta Simulator o la de Tengo Baja Vision - Simulador, útiles para educar y enseñar a los pacientes como ciertas patologías afectan a la visión y para acabar con la incomprensión y el desconocimiento que existe sobre la baja visión.

En cuanto a aplicación diagnóstica relevante encontramos la de Optocharts- pruebas oculares profesionales, entre sus prestaciones encontramos diferentes optotipos para la medida de la AV, la linterna de Worth y pruebas para valorar la sensibilidad al contraste entre otras. Esta aplicación se puede instalar en cualquier dispositivo inteligente. Al instalarla, el usuario dispone de unos días de prueba gratuitos, cuando este periodo finaliza, comienza a ser de pago.

b. Aplicaciones orientadas a los pacientes. Dentro de este grupo obtuvimos un total 27 aplicaciones. Encontramos tres tipos:

- Aplicaciones autodiagnósticas. Pensadas para que el paciente sea capaz de detectar síntomas de patologías graves, monitorizar aquellas que se estén padeciendo y tener control sobre cambios en su capacidad visual para acudir al especialista si fuese necesario.

Dentro del abanico de aplicaciones encontramos las siguientes pruebas: Rejilla de Amsler, Test de Ishihara, toma de la agudeza visual, valoración sobre la presencia de astigmatismo, sensibilidad al contraste y test de duocromo entre otros.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

Eyecare – Amsler Grid Eye Test sería una de estas aplicaciones. Actúa como la rejilla de Amsler y ayuda a pacientes que sufren patologías como la degeneración macular asociada a la edad (DMAE) a controlar su pérdida de visión. Además, dicha app cuenta con una lista de oftalmólogos y según tu ubicación te recomienda a cuál asistir.

Entre las apps encontradas, una de las más completas sería la de Eye Test: Dhridhti. Presenta 12 tipos de exámenes distintos, de los que la mitad serían gratuitos. Entre las pruebas encontramos la medida de la AV, la rejilla de Amsler, pruebas para detectar DMAE, información sobre el glaucoma, la C de Landolt, test de duocromo, etc... Se trata de una app muy completa, con explicaciones muy claras y fáciles de entender para el paciente, ya que explica según el resultado obtenido en cada prueba como debes actuar.

- Aplicaciones para el entrenamiento visual. Este grupo de aplicaciones está dirigido a personas que presentan disfunciones visuales como pueden ser la ambliopía, los estrabismos o problemas de convergencia y divergencia. Están pensadas para usarlas a modo de refuerzo, junto a ejercicios de terapia visual. También las pueden usar personas sin ninguna disfunción visual, a modo de mantenimiento.

Encontramos las siguientes aplicaciones: BinoEyes, Vision Therapy: Convergence & Divergence, Lazy Eye Training Kids – HVT, Eye Workout, Ojo vago/ambliopía – Duovision. Todas ofrecen instrucciones para ejercitar la musculatura ocular, trabajar convergencia y divergencia, el ojo vago, etc...

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

- Aplicaciones educativas. Se trata de apps en las que el paciente puede encontrar información sobre salud visual tanto para adultos como para niños, consejos sobre qué hacer y que no, como mantener un buen cuidado ocular general, etc...

Un ejemplo sería la app Complete Eye Care, donde se dan pautas y recomendaciones para tener una buena salud visual y ocular. Es completamente gratuita y además la información está claramente explicada para que sea fácil de entender por parte del paciente.

Otro ejemplo podría ser la app Educ-Lens, que se centra en recomendaciones y hábitos saludables para pacientes usuarios de lentes de contacto. Esta app permite anotar cuando te pusiste la lentilla y te recuerda cuando debes desecharla.

La aplicación Prevención miopía y protección ocular para niños es también una herramienta muy útil. Esta app ayuda a controlar la distancia a la que se colocan los niños el dispositivo, ya sea Tablet o teléfono móvil, parando la actividad que estén desarrollando cuando la distancia sea menor a 30 cm. También obliga a hacer descansos para mirar al lejos cada 20 minutos.

c. Aplicaciones orientadas tanto a los profesionales como al paciente.

Dentro de este grupo obtuvimos un total 6 aplicaciones. En este grupo encontramos mayoritariamente aplicaciones destinadas a la toma de la agudeza visual, que se pueden emplear bien en consulta, realizándola un especialista o bien en casa, con la ayuda de una tercera persona.

Un ejemplo de app que entraría en este grupo sería la de EyeCos EYE Selfie. Esta aplicación ayuda a hacer fotos de la zona anterior del ojo, incluyendo anejos como los párpados y las pestañas, obteniendo imágenes de gran calidad. Estas imágenes se pueden mandar al profesional vía email, ahorrando así al paciente un viaje a la consulta.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

El conocimiento de esta herramienta habría sido de gran utilidad en el confinamiento del pasado año 2020, ya que habría ayudado a diagnosticar posibles patologías sin necesidad de revisar al paciente de forma presencial.

Cabe mencionar también la existencia de la aplicación Optometry Dictionary y, que como su nombre indica, es un diccionario específico de términos optométricos. Está principalmente pensado para profesionales, aunque el paciente también lo puede usar a la hora de entender diagnósticos o usar otra aplicación.

5. Discusión

En la revisión realizada para este trabajo, se obtuvieron diferentes artículos, algunos de ellos relacionados con la telemedicina y otros en los que se hablaba concretamente de distintas aplicaciones. No todos los artículos mencionaban si dichas apps estaban validadas, por lo que se hizo una diferenciación entre las apps que contaban con ella y las que no.

El método de validación usado en cada uno de los artículos no seguía ningún modelo en común. En el caso del artículo de Satgunam et al., que menciona las aplicaciones Peek Acuity y SmartOptometry, para la validación se realizó un estudio en tres fases distintas. En cada fase se usó un número distinto de pacientes, contando la fase I con 40 personas, la fase II con 68 y la fase III con 10. La fase II estaba dirigida concretamente a la validación de las aplicaciones. Para conseguirlo, se evaluaron los resultados obtenidos de medir la AV a los pacientes mediante la app SmartOptometry y Peek Acuity y se compararon con los valores resultantes del optotipo Tumbling E. Como prueba adicional, en la fase III, se valoró la repetibilidad test-retest (Satgunam et al., 2021).

En cambio, la app MRF, mencionada por Prea et al., para conseguir su validación se sometió a un estudio donde se la comparaba con el instrumento ‘‘Humphrey Field Analyzer’’. Para el estudio, se reclutó a 70 pacientes con sospecha de glaucoma y se les cito cuatro veces cada dos meses. En cada revisión se les medía el campo visual con los dos métodos mencionados anteriormente y se comparaban los valores. Se estudiaba la repetibilidad de los valores obtenidos (Prea et al., 2018).

Estos dos artículos fueron los únicos que mostraron un protocolo conciso a la hora de presentar la validación de las apps citadas (Satgunam et al., 2021; Prea et al., 2018).

En el artículo de Aruljyothi et al., donde se menciona que las siguientes aplicaciones, Kay iSght Test Professional, Community Eye, Eye Hand Book y My Vision Tracker (mVT) están validadas, no se muestra que protocolo han seguido para estarlo. Con el fin de conocer cual método habían empleado, se buscó cada una de las aplicaciones

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

en los buscadores científicos y no se encontró material acerca de los pasos seguidos su validación (Aruljyothi et al., 2021).

En cuanto a la revisión de los buscadores en Smartphones, se encontraron ciertas limitaciones. Esto se debe a que en estos buscadores no existe la opción de filtrar para concretar la búsqueda. Al poner nuestras palabras claves, aparecen numerosos resultados y para seleccionar que aplicaciones se ajustan a nuestra búsqueda hay que ir examinándolas una a una. Además, de las aplicaciones resultantes, son pocas las que cuentan con validación, por lo que estos buscadores ponen al alcance de los usuarios aplicaciones cuya fiabilidad no está aprobada.

Tras realizar nuestra búsqueda, se publicó un artículo sobre las aplicaciones en Google Play y Apple Store, cuya conclusión coincidía con la nuestra: la falta de conciencia sobre los beneficios de estas aplicaciones y la poca documentación respaldándolas, crea bastante inseguridad a la hora de utilizarlas, lo que se refleja en pocas descargas y poca utilización por parte de los profesionales. En dicho artículo se critica como a la hora de crear y desarrollar una aplicación destinada a la oftalmología, óptica u optometría, no se requiera la participación de ninguno de estos profesionales. Se coincide también en la necesidad de implantar unos métodos de validación universales, claros y sencillos. Este artículo se encuentra incluido en nuestra revisión, aunque algunas de las aplicaciones que menciona no se encontraron en nuestra búsqueda. (Aruljyothi et al., 2021).

El uso de aplicaciones digitales es una gran ayuda para el profesional, haciendo su trabajo mucho más rápido y efectivo, como para el paciente, evitándose desplazamientos innecesarios hasta la consulta. Además, es una muy buena opción para examinar a pacientes que, por alguna patología, por su condición física o personal no pueden desplazarse de su domicilio (Fernández and Hernández, 2010). Ayuda de la misma forma a la hora de tener que valorar a niños, que ante una persona desconocida se suelen mostrar poco colaborativos. En cambio, si la prueba la realizase alguien de su entorno y en un lugar familiar para el niño, este colaboraría más, obteniéndose así mejores resultados (Webber et al., 2020). En cuanto a las ventajas para los profesionales, cabe destacar la gran utilidad de aquellas aplicaciones que

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

actuaban a modo de foro, que permitían comparar experiencias entre los distintos usuarios (Arntz, 2020).

De todos los artículos revisados, la mayoría fueron publicados en los años 2020 y 2021. Tan solo uno de ellos fue publicado en 2018. Esto muestra como la pandemia de la Covid-19 ha hecho que este tipo de herramientas sea mucho más necesario.

En cuanto a la primera búsqueda de apps realizada en Google, aparecieron aplicaciones que se ofertaban como realmente útiles y diseñadas para examinar todo tipo de disfunciones visuales, pero al buscar validación que afirmara su utilidad, solo se encontró para una de ellas. El hecho de que los primeros resultados sean estos, puede llevar a las personas que busquen sobre estas herramientas a descargar aplicaciones cuya fiabilidad no esté comprobada, y en consecuencia esto podría conllevar a diagnósticos erróneos, obteniéndose tanto falsos negativos como positivos.

Las aplicaciones digitales para diagnósticos optométricos son de gran utilidad siempre y cuando dichas aplicaciones estén validadas o sigan algún tipo de regulación. Aparece aquí un arma de doble filo, ya que, al no presentar ningún tipo de regulación, los pacientes pueden descargar aplicaciones que no sean seguras ni fiables, utilizarlas y obtener diagnósticos que pueden ser erróneos. Los falsos diagnósticos pueden provocar un aumento de las visitas al especialista debido a la preocupación de los pacientes. Se estaría consiguiendo así un resultado totalmente distinto al propuesto inicialmente con la creación de estas aplicaciones.

De las apps examinadas en este trabajo, son pocas las que cuentan con algún tipo de certificación de validez. Esto nos lleva a pensar que es poco el tiempo y el dinero que se dedica a este tema. Para solucionar la falta de inversión, la solución más sencilla sería dar a conocer, tanto a profesionales como a pacientes, estas herramientas. Esto se puede llevar a cabo mediante la impartición de cursos a los profesionales, repartiendo documentos informativos o mostrándolo a los alumnos en las universidades. Una vez que los profesionales conozcan estas aplicaciones, podrían ser ellos mismos los encargados de recomendar y asesorar a los pacientes sobre cual usar,

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

como hacerlo, como poder compartir los resultados con el profesional, etc. De este modo, cuanta más gente esté interesada en utilizar las aplicaciones, más competitividad y mayor interés en investigar.

A la hora de buscar los artículos, la mayoría de ellos decían que estaban dirigidos a oftalmólogos, a pesar de que fuesen aplicaciones dedicadas a actividades que competen de manera directa a los ópticos y optometristas. Esto puede servir como indicativo de que, a día de hoy, el papel del óptico y optometrista sigue siendo desconocido para algunos colectivos.

En cuanto al costo de las aplicaciones, la gran mayoría se puede obtener de forma gratuita, aunque algunas de sus funciones pueden ser de pago. Las aplicaciones completamente de pago suelen ser aquellas que llevan consigo algún tipo de adaptador para el Smartphone, como la app mVT, en la que habría que adquirir el paquete completo. En cambio, la app de PEEK, que también tiene la opción de instalar un adaptador en el teléfono para examinar el fondo de ojo, se puede adquirir de forma separada al adaptador, siendo este el motivo de que la descarga sea gratuita.

6. Conclusiones

1. Las aplicaciones digitales para diagnósticos optométricos son herramientas útiles tanto para profesionales como para pacientes.
2. Sin embargo, existe poca documentación acerca de la validación de las múltiples aplicaciones disponibles para revisiones y exámenes optométricos.
3. Hay gran multitud de aplicaciones disponibles en los buscadores de Smartphones, en cambio, son pocas las que cuentan con algún tipo de control o validación.
4. Pocas aplicaciones cuentan con algún profesional, ya sea óptico y optometrista u oftalmólogo, a la hora de desarrollarse.
5. Las aplicaciones que se encuentran fácilmente en navegadores webs no suelen tener ningún tipo de validación, ni proporcionan resultados fiables y de forma gratuita.
6. No existen líneas claras en cuanto a los requisitos que debe cumplir una aplicación para contar con validación científica.
7. Se necesitarían líneas de investigación que aclarasen la fiabilidad y resultados de este tipo de aplicaciones, así como información a nivel de los usuarios sobre su utilización.

7. Bibliografía

Alfonso Elizalde LL, Durán Chaparro JP, Guerrero Rocha JS, Pastrán Pastrana LG, Villamizar Rodríguez YM, Acuña Gómez JS, et al. Concepto y aplicación de la teleoptometría. *Cienc Tecnol Para La Salud Vis y Ocul* 2016;14:25. <https://doi.org/10.19052/sv.3701>.

Arntz. Telemedicina en oftalmología durante la pandemia de COVID-19: una experiencia piloto 2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7553099/>.

Aruljyothi L, Janakiraman A, Malligarjun B, Babu BM. Smartphone applications in ophthalmology: A quantitative analysis. *Indian J Ophthalmol* 2021b;69:548–53. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1480_20.

Bastawrous A, Giardini ME, Bolster NM, Peto T, Shah N, Livingstone IAT, et al. Clinical validation of a smartphone-based adapter for optic disc imaging in Kenya. *JAMA Ophthalmol* 2016;134:151–8. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.4625>.

Bright T, Kuper H, Macleod D, Musendo D, Irunga P, Yip JLY. Population need for primary eye care in Rwanda: A national survey. *PLoS One* 2018;13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193817>.

Dain SJ, Almerdef A. Colorimetric evaluation of iPhone apps for colour vision tests based on the Ishihara test. *Clin Exp Optom* 2016;99:264–73. <https://doi.org/10.1111/cxo.12370>.

Elvira Moreno Barriga, Irene Pueyo Ferrer, Miquel Sánchez Sánchez, Montserrat Martín Baranera JMU. A new artificial intelligence tool for assessing symptoms in patients seeking emergency department care: the Mediktor application. *Rev Científica La Soc Española Med Urgencias y Emergencias* 2017. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29188913/>.

Fernández MJ, Hernández RM. Telemedicina: ¿futuro o presente? *Rev Habanera Ciencias Medicas* 2010;9:127–39.

Giardini ME. The Portable Eye Examination Kit: Mobile phones can screen for eye disease in low-resource settings. *IEEE Pulse* 2015;6:15–7.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

<https://doi.org/10.1109/MPUL.2015.2476563>.

González-Méijome JM. Journal of Optometry bibliometrics. J Optom 2020;13:71–3.
<https://doi.org/10.1016/j.optom.2020.03.005>.

Group V. Oftalmoscopia directa - D-EYE - D-EYE - de mano 2021.
<https://www.medicalexpo.es/prod/d-eye/product-124439-886173.html>.

Hogarty DT, Hogarty JP, Hewitt AW. Smartphone use in ophthalmology: What is their place in clinical practice? Surv Ophthalmol 2020a;65:250–62.
<https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2019.09.001>.

Karthikeyan SK, Thangarajan R, Theruvedhi N, Srinivasan K. Android mobile applications in eye care. Oman J Ophthalmol 2019;12:73–7.
https://doi.org/10.4103/ojo.OJO_226_2018.

Keilty M, Houston KE, Collins C, Trehan R, Chen Y-T, Merabet L, et al. Inpatient Virtual Vision Clinic Improves Access to Vision Rehabilitation Before and During the COVID-19 Pandemic. Arch Rehabil Res Clin Transl 2021;3:100100.
<https://doi.org/10.1016/j.arrct.2020.100100>.

Koile D, Cordoba M, de Sousa Serro M, Kauffman MA, Yankilevich P. GenIO: A phenotype-genotype analysis web server for clinical genomics of rare diseases. BMC Bioinformatics 2018;19. <https://doi.org/10.1186/s12859-018-2027-3>.

Matamala-Gomez M, De Icco R, Sandrini G. Telemedicine and virtual reality at time of Covid-19 pandemic. Confin Cephalalgia 2020;30:79–83.

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 2017a;18:1–10.
<https://doi.org/10.1186/s13063-017-1888-5>.

Navarra CU de. Una nueva herramienta diagnóstica pronostica con semanas de antelación el deterioro de un paciente con insuficiencia cardiaca 2018.
<https://www.cun.es/actualidad/noticias/herramienta-diagnostica-pronostica-antelacion-deterioro-paciente-insuficiencia-cardiaca>.

Nubimed. Nubimed 2018. <https://www.nubimed.com/2018/09/5-herramientas-para>

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

ayudar-en-el-diagnostico-medico/.

Onda L de. Aplicaciones iPhone para ópticos, optometristas y oftalmólogos 2010. <https://longitudeonda.com/8-aplicaciones-iphone-para-opticos-optometristas-y-oftalmologos/>.

Opticas – Oftalmólogos ESPECIALISTAS en RETINA, allí donde haya un RETINÓGRAFO. n.d. <https://www.optretina.com/opticas/>.

Powles J, Hodson H. Google DeepMind and healthcare in an age of algorithms. *Health Technol (Berl)* 2017;7:351–67. <https://doi.org/10.1007/s12553-017-0179-1>.

Prea SM, Kong YXG, Mehta A, He M, Crowston JG, Gupta V, et al. Six-month Longitudinal Comparison of a Portable Tablet Perimeter With the Humphrey Field Analyzer. *Am J Ophthalmol* 2018;190:9–16. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2018.03.009>.

Redondo P. La telemedicina: ¿ciencia o ficción? *An Sist Sanit Navar* 2004;27:5–7.

Rodin A, Shachak A, Miller A, Akopyan V, Semenova N. Mobile apps for eye care in Canada: An analysis of the itunes store. *JMIR MHealth UHealth* 2017;5. <https://doi.org/10.2196/mhealth.7055>.

Santini L, D’Onofrio A, Dello Russo A, Calò L, Pecora D, Favale S, et al. Prospective evaluation of the multisensor HeartLogic algorithm for heart failure monitoring. *Clin Cardiol* 2020;43:691–7. <https://doi.org/10.1002/clc.23366>.

Satgunam PN, Thakur M, Sachdeva V, Reddy S, Rani PK. Validation of visual acuity applications for teleophthalmology during COVID-19. *Indian J Ophthalmol* 2021;69:385–90. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_2333_20.

sistemas.com. n.d. <https://sistemas.com/aplicacion.php>.

University S. Diccionario de marketing digital 2020. <https://seresuniversity.com/marketing/diccionario-de-marketing-digital/app/>.

Webber AL, Mandall TR, Molloy DT, Lister LJ, Birch EE. Worth 4 dot app for determining size and depth of suppression. *Transl Vis Sci Technol* 2020;9. <https://doi.org/10.1167/tvst.9.4.9>.

DIAGNÓSTICOS OPTOMÉTRICOS MEDIANTE APLICACIONES DIGITALES.

Yang M, Lo ACY, Lam WC. Smart phone apps every ophthalmologist should know about. *Int J Ophthalmol* 2020;45:1329–33. <https://doi.org/10.18240/ijo.2020.08.21>.

Zapata MA, Burés A, Gallego-Pinazo R, Gutiérrez-Sánchez E, Oléñik A, Pastor S, et al. Prevalence of age-related macular degeneration among optometric telemedicine users in Spain: a retrospective nationwide population-based study. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2021:1–11. <https://doi.org/10.1007/s00417-021-05093-4>.