



## **Dispositivos móveis como ferramentas facilitadoras no processo de ensino-aprendizagem em fundoscopia**

Márcia Benevides Damasceno, Centro Universitário Christus, marciabd9@gmail.com

Laura da Silva Girão Lopes, Centro Universitário Christus, laurasgirao@gmail.com

Edgar Marçal de Barros Filho, Universidade Federal do Ceará, edgar@virtual.ufc.br

Marcos Kubrusly, Centro Universitário Christus, mmkubrusly@gmail.com

### **Resumo**

A fundoscopia é fundamental no diagnóstico de doenças oculares e sistêmicas, porém, pouco priorizada na educação médica. Os dispositivos móveis estão cada vez mais inseridos no contexto da educação médica, sendo portanto, essencial a sua utilização com finalidades educacionais. Esse estudo objetivou: desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis para facilitar o processo de ensino-aprendizagem em fundoscopia e retinopatia diabética (RD) destinado a estudantes de medicina; avaliar a sua usabilidade e utilidade no ensino em fundo de olho e RD, além de criar um adaptador portátil para captura de imagem do fundo de olho através desse mesmo aplicativo. Os resultados indicaram um bom nível de usabilidade do aplicativo, que foi ainda considerado uma ferramenta útil para o aprendizado dos estudantes. O adaptador portátil desenvolvido permitiu a fácil obtenção de imagens digitais da retina.

**Palavras-chave:** Aprendizagem móvel; Estudantes de medicina; Oftalmologia

### **Mobile devices as facilitating tools in the funduscopy teaching-learning process**

#### **Abstract**

Funduscopy is fundamental in the diagnosis of ocular and systemic diseases, but little prioritized in medical education. This study aimed to: develop an application for mobile devices as a potential facilitator in the teaching-learning process in funduscopy and diabetic retinopathy (DR) for medical students; evaluate its usability and utility, as well as its contribution to the teaching-learning process in the fund of the eye and DR, and in the instantaneous access to DR information and its tracking; and develop a portable adapter to capture eye fund image through the application. The results indicated a good level of usability of the application, which was considered a useful tool for student learning. The portable adapter allowed easy acquisition of digital retinal images.

**Keywords:** Mobile learning; Medical Students; Ophthalmology

## **1. INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas, as escolas médicas têm dedicado pouco tempo ao ensino da oftalmologia. Em decorrência disso, percebe-se ao longo dos anos, falta de confiança dos estudantes para a realização da fundoscopia, uma das ferramentas diagnósticas valiosas no arsenal clínico, que possibilita o diagnóstico de doenças visuais e sistêmicas, como a retinopatia diabética (RD), a hipertensão maligna e a hipertensão intracraniana (Yusuf et al., 2019).  
V. 17 N° 3, dezembro, 2019 \_\_\_\_\_ RENOTE  
DOI:

al.; Schulz et al., 2016). Existe, portanto, uma necessidade crescente de treinamento destes, com a finalidade de habilitá-los para o reconhecimento de condições oculares comuns e graves (Benbassat et al., 2012).

Apesar da recomendação de que os estudantes de medicina devem estar aptos à realização da oftalmoscopia e detecção de sinais importantes na retina, bem como ao reconhecimento de doenças como glaucoma, retinopatia diabética e retinopatia hipertensiva (Mottow-Lippa, 2009), a oftalmoscopia é subutilizada. A competência inadequada dos médicos e estudantes de medicina na avaliação dos sinais do fundo de olho contribui para esse fato (Wilson et.al., 2017). Torna-se então necessário o desenvolvimento de novos métodos e ferramentas de ensino que atendam às necessidades do aprendiz, que estimulem a autoaprendizagem contínua e que favoreçam a compreensão sobre a fundoscopia e as doenças oculares. Isso possibilitará que médicos generalistas saibam lidar com as condições oftalmológicas cotidianas, fazendo diagnóstico e manejo em tempo adequado (Martins et.al., 2014).

Com relação às inovações inseridas no mundo moderno nos últimos anos, houve um grande avanço das tecnologias móveis e *smartphones*, que vêm sendo utilizados de forma crescente no apoio ao ensino e à aprendizagem. Esses dispositivos unem características importantes de portabilidade e pessoalidade, possibilitando aos estudantes o acesso fácil e imediato à informação em qualquer hora e lugar, no contexto necessário, utilizando um “computador de bolso” com o qual já estão habituados (Roberts e Williams, 2017).

A aprendizagem através dos dispositivos móveis ou *m-learning* promove a facilidade da aquisição do conhecimento dentro e fora do ambiente formal de ensino, reforçando assim o papel central do aprendiz no processo ativo de aprendizagem (Marçal, Andrade e Rios, 2005). Seu uso pode ser feito por estudantes ou profissionais de saúde em diferentes cenários, desde as salas de aula até os hospitais onde são realizadas as atividades práticas, de acordo com a sua demanda (Ventola, 2014; Campos et al., 2018; Pereira et al., 2019).

Na Oftalmologia, os *smartphones* e aplicativos têm sido explorados como importantes instrumentos de educação e treinamento de graduandos e residentes, pois unem ferramentas de comunicação, processadores potentes e fotografias digitais de alta resolução, em uma interface dinâmica e funcional (Lord et.al., 2010). Contribuindo com a avaliação clínica na oftalmologia, os avanços tecnológicos, especialmente os *smartphones* e aplicativos, permitem o desenvolvimento de equipamentos de visualização e captura de imagens do fundo de olho cada vez mais portáteis, de baixo custo e de melhor qualidade, colaborando assim para o rastreamento de doenças oculares (Debuc, 2016).

Diante da grande proporção de problemas oftalmológicos em todas as especialidades médicas, do peso da cegueira evitável e da redução do ensino em oftalmologia, torna-se necessário alavancar o treinamento em fundoscopia na graduação, formando médicos hábeis no cuidado ocular (Clarkson, 2003). Com essa finalidade, dispositivos móveis foram utilizados como um elemento motivador na interação discente-docente, além de facilitador no processo de ensino-aprendizagem em fundo de olho na graduação médica.

Este estudo objetivou desenvolver e avaliar a usabilidade e utilidade de um aplicativo voltado para apoiar o ensino dos estudantes de medicina sobre fundo de olho normal e retinopatia diabética (RD), além de criar um adaptador para captura de imagem do fundo de olho a ser utilizado com o aplicativo, visando estimular a realização da fundoscopia, bem como a melhor compreensão sobre as doenças oculares.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, analítico, descritivo e quantitativo, dividido em três fases: desenvolvimento do aplicativo sobre fundo de olho e RD; desenvolvimento de um adaptador portátil para captura de imagens do fundo de olho e avaliação da usabilidade e utilidade do aplicativo pelos estudantes de medicina.

### 2.1 Condições de desenvolvimento do aplicativo

O aplicativo Retina Fácil foi desenvolvido pelo Laboratório de Inovações Tecnológicas de um centro universitário de uma instituição privada brasileira, cujo projeto pedagógico combina o modelo tradicional de ensino integrado a metodologias ativas. Foram desenvolvidas duas versões do aplicativo, uma para iOS®, e outra para o Android®. As linguagens de programação utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo Retina Fácil foram: Java para Android e Swift para iOS. Uma equipe de especialistas, composta por profissionais da área médica e da computação, participou do projeto e execução deste software com a intenção de produzir o aplicativo que correspondesse aos objetivos desse projeto. Adotou-se uma metodologia de desenvolvimento semelhante à Co- Design (Millard et.al., 2009).

### 2.2 Desenvolvimento do adaptador portátil a ser utilizado na captura de imagem do fundo de olho para o aplicativo

Foi desenvolvido, paralelamente, um adaptador portátil, confeccionado em impressora 3D, para captura de imagem do fundo de olho, sendo as imagens capturadas inseridas no ícone “Capturar imagem” do aplicativo (figura 4). Este adaptador, acoplado ao smartphone e a uma lente condensadora de oftalmoscopia indireta (20 dioptrias - Nikon), tem a capacidade de obter imagens digitais da região central da retina, de forma rápida, precisa, e ainda, com baixo custo, quando comparado ao custo dos métodos convencionais de captura de imagem existentes no mercado.

### 2.3 Teste de Usabilidade e Utilidade do aplicativo

O objetivo dos testes foi verificar se os estudantes utilizaram o aplicativo Retina Fácil com relativa facilidade, e se o sistema apresentava um bom nível de usabilidade e de utilidade para colaborar com o aprendizado no campo da oftalmologia sobre o fundo de olho e retinopatia diabética.

Para avaliação do aplicativo Retina Fácil, foi elaborado um instrumento baseado em questionários padronizados, validados, composto de três partes. A primeira, baseada no Questionário SUS (*System Usability Scale*), com 10 questões, avaliava a facilidade de uso (Usabilidade) e a facilidade para aprender a usá-lo (Facilidade de Aprendizado). A segunda parte, baseada no *Technology Acceptance Model* – TAM, com 4 questões, mensurava o nível de utilidade do aplicativo percebido pelos participantes. A terceira, composta por uma questão aberta, coletava as opiniões dos estudantes sobre os pontos positivos, negativos e sugestões de aperfeiçoamento do aplicativo

O instrumento de avaliação do aplicativo (APP) foi respondido por 68 alunos do 5º semestre do curso de medicina de um Centro Universitário, que cursavam o módulo de Oftalmologia do primeiro semestre letivo de 2018. Os alunos utilizaram livremente, por meio de estudo individual, o aplicativo Retina Fácil, durante uma semana. Na semana seguinte, participaram de uma oficina pedagógica, cujos objetivos eram aumentar o tempo de exposição dos alunos ao aplicativo criado, sendo o conhecimento buscado a

partir da necessidade do aluno, e aplicar o instrumento de avaliação do aplicativo. Nesta oficina, os estudantes foram divididos em grupos, tendo 15 minutos para exploração livre do aplicativo. Depois desse momento, os alunos participaram de uma aula-teste com imagens de fundo de olho com alterações da retinopatia diabética, através de projeção em *MS PowerPoint®*, em que os grupos debatiam sobre as imagens projetadas. Após os comentários dos estudantes, a professora, oftalmologista, comentava sobre as imagens utilizadas na aula-teste, com *feedback* dos achados oftalmológicos. Durante a aula-teste, o aplicativo era utilizado como fonte de estudo. Após utilizarem o aplicativo, foi aplicado o instrumento de avaliação do mesmo. No momento final desta oficina, dois estudantes submeteram-se voluntariamente ao teste do ícone “Capturar Imagem” do App, tendo sua imagem da fundoscopia captada pelo adaptador portátil acoplado desenvolvido no estudo. Os demais alunos observaram o procedimento. A oficina pedagógica, que incluiu a aula-teste, a aplicação do instrumento de avaliação do aplicativo e o uso do aplicativo com adaptador acoplado estão demonstrados nas figuras 1 e 2 abaixo.



Figura 1 – Oficina pedagógica com graduandos de Medicina utilizando o aplicativo Retina Fácil



Figura 2 – Uso do aplicativo Retina Fácil acoplado com o adaptador para captura de imagem do fundo de olho durante a oficina pedagógica

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 O aplicativo e o adaptador para captura de imagens

O aplicativo Retina Fácil sistematiza informações objetivas e didáticas de acesso instantâneo, sobre fundo de olho e retinopatia diabética propiciando um aprendizado contínuo e de acordo com a necessidade do aprendiz. Oferece, ainda, a função de captura de imagens do fundo de olho dos pacientes através do adaptador desenvolvido para este aplicativo, que pode ser útil na assistência ao paciente e no estudo das doenças oculares. O Retina Fácil será disponibilizado de forma gratuita nos sistemas operacionais iOS® e Android® em suas respectivas lojas de aplicativos.

O adaptador portátil desenvolvido possibilita a obtenção de imagens digitais da retina, de forma rápida e fácil, facilitando o manuseio simultâneo do *smartphone* e lente acessória, oferecendo um ângulo visual de 46 a 60°, magnificação da imagem de 3x, com uma distância de trabalho de aproximadamente 50 mm do olho do paciente e com a pupila sob midríase. A resolução da imagem obtida varia de acordo com a resolução da câmera

do smartphone utilizado. O adaptador foi criado em impressora 3D, sendo compatível com smartphones que utilizam o sistema operacional iOS® ou Android® (figura 3). Na figura 4, podemos observar imagens do fundo de olho obtidas através do aplicativo e adaptador durante a dinâmica de avaliação do Retina Fácil.

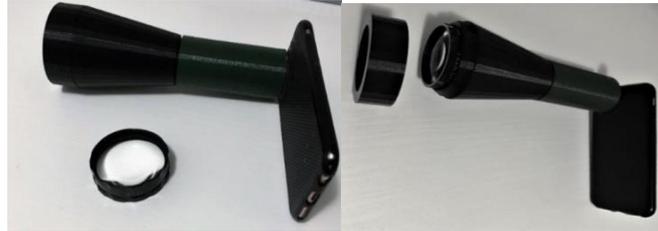


Figura 3 - Imagens do adaptador para captura de imagem do fundo de olho e lente acessória de 20 dioptrias



Figura 4 - Imagens do fundo de olho dos 2 estudantes, capturadas durante a dinâmica de avaliação do aplicativo Retina Fácil

O ícone “Fundo de Olho Normal” do APP, é composto por uma sequência de telas com imagens sobre as principais estruturas do fundo de olho: disco óptico, mácula, vasos sanguíneos e retina. O ícone seguinte, “Retinopatia Diabética”, mostra telas com sinais dos estágios da RD, em ordem crescente de gravidade. As imagens podem ser ampliadas, para melhor visualização dos detalhes, que são sinalizados, e são acompanhadas de informações didáticas, que podem ser roladas na tela, enquanto se observa a imagem. Observamos na figura 5 exemplos de telas sobre o “Fundo de Olho Normal” e “Retinopatia Diabética”.

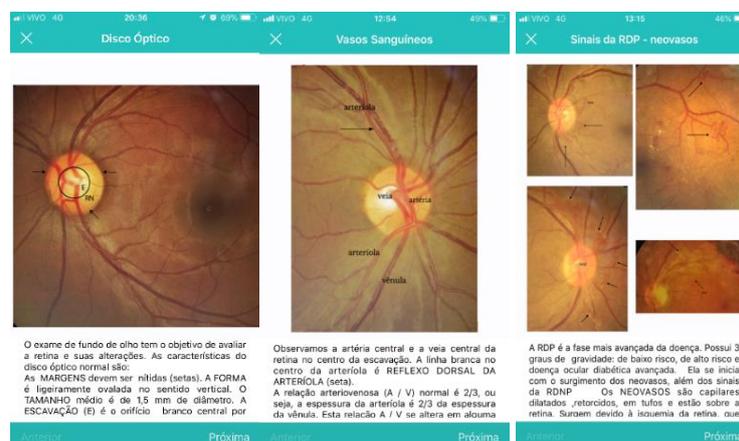


Figura 5 - Telas do ícone “Fundo de Olho Normal” e do ícone “Retinopatia Diabética” do aplicativo Retina Fácil

### 3.2 Teste de Usabilidade e Utilidade

Quanto à sua usabilidade, o aplicativo obteve uma boa avaliação, com um escore SUS médio de 81,6 (desvio-padrão de 9,1), com intervalo de confiança de 95%. A tabela 1 apresenta o resumo da análise sobre a primeira parte do instrumento de avaliação, que corresponde ao questionário de usabilidade SUS.

Tabela 1 - Análise da primeira parte do instrumento de avaliação do aplicativo Retina Fácil, correspondendo ao questionário SUS – *System Usability Scale*

Variável	Valor
Tamanho da amostra .....	68
Escore Médio SUS .....	81,6
Intervalo de Confiança.....	79,4 – 83,8
Margem de Erro.....	2,2
Nível de Confiança .....	95%
Desvio Padrão.....	9,1
Confiabilidade .....	0,60

A avaliação relacionada à utilidade do aplicativo percebida pelos estudantes, através do questionário baseado no modelo TAM, deu-se de forma individual para cada questão. A Tabela 2 apresenta os valores médios com seus respectivos desvios-padrão baseados na escala Likert (que variou de 1 a 5) para este questionário.

Tabela 2 - Resultado da avaliação da utilidade percebida pelos alunos em relação ao uso do aplicativo Retina Fácil

Questão	Média	Desvio padrão
<b>Q11- Acho que o aplicativo pode colaborar com o meu aprendizado como estudante de medicina no campo da oftalmologia</b>	4,59	0,50
<b>Q12- Acredito que o aplicativo pode contribuir com o meu desenvolvimento como estudante de medicina no campo de reconhecimento dos achados normais do fundo de olho</b>	4,56	0,53
<b>Q13- Acho que o aplicativo pode contribuir com o meu desenvolvimento como estudante de medicina no campo de reconhecimento dos sinais da Retinopatia diabética</b>	4,65	0,48
<b>Q14- Acho importante o acesso objetivo e imediato à informação sobre o rastreamento da Retinopatia diabética e orientações ao paciente diabético</b>	4,62	0,52

Ainda sobre a avaliação da utilidade do aplicativo (Tabela 2), o gráfico da figura 6 mostra a frequência das respostas dos participantes sobre as questões 11 a 14.

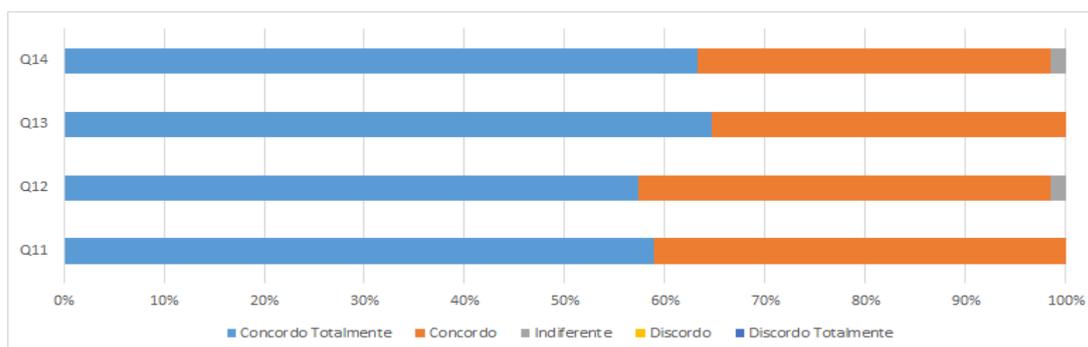


Figura 6- Frequência das respostas dos alunos sobre a utilidade do aplicativo Retina Fácil

Destacam-se, então, de forma positiva as questões 11 e 13 nas quais os 68 alunos participantes (100%) concordaram sobre a utilidade do aplicativo avaliado para contribuir com o aprendizado em oftalmologia e RD. Ressaltamos também que a quase totalidade dos alunos (98,52%) concordou sobre a contribuição do aplicativo no aprendizado em fundo de olho normal e sobre a importância do acesso instantâneo, através do aplicativo, a informações sobre o rastreamento da RD e orientações ao paciente diabético (questões 12 e 14). Adicionalmente, houve correlação positiva e significativa entre as partes 2 e 3 do questionário ( $p < 0,001$  e  $r = 0,502$ ).

Além das questões objetivas, os estudantes descreveram suas opiniões sobre os pontos positivos, pontos negativos e sugestões para aperfeiçoar o aplicativo que foi utilizado. A seguir, são apresentadas algumas opiniões dos alunos sobre o aplicativo:

*“Fácil de usar, simples, direto, muito bom e didático e facilita o aprendizado”*

*“Fácil manuseio, boa quantidade de conteúdo, além de excelente qualidade; ajuda e facilita o aprendizado de acadêmicos e médicos generalistas”*

*“Imagens com explicação, auxilia bastante no aprendizado da fundoscopia”*

*“Aplicativo prático, aumento da imagem, sem complexidade e uso rápido para pesquisa”*

*“Fácil uso, bastante dinâmico, ajudará em mais conhecimento para a formação acadêmica”*

*“Torna alguns conceitos básicos sobre a fundoscopia mais acessíveis”*

O ponto negativo descrito com maior frequência foi o fato de ser abordado apenas uma retinopatia: a diabética. Estas respostas confirmaram a boa aceitação do aplicativo e a percepção da sua utilidade para contribuir com o aprendizado em fundo de olho. Vale destacar o interesse de quase todos os alunos para que o conteúdo da aplicação fosse expandido a fim de abordar outras retinopatias, principalmente a retinopatia hipertensiva.

#### 4. DISCUSSÃO

No contexto de inserção crescente das tecnologias no cenário educacional (Briz-Ponce, 2016), o aplicativo Retina Fácil foi desenvolvido para colaborar no processo de ensino-aprendizagem em fundo de olho e retinopatia diabética (RD) dos estudantes de medicina. Alguns estudos já utilizaram aplicativos, como o 3D VR APP, ou programas de computadores com fotografias on-line, para colaborar com o ensino sobre fundo de olho na graduação médica, mostrando-se úteis no complemento à prática tradicional e no estímulo da autoaprendizagem do aluno (Wilson et al., 2017; Kwok; Liao; Baxter, 2017). Porém, esses outros aplicativos eram menos abrangentes em relação aos achados fundoscópicos ou patologias específicas em comparação com o Retina Fácil. Além disso, o recurso de ampliação da imagem, disponível neste último aplicativo, é valioso, uma vez que não está presente em livros impressos, e possibilita um aprendizado mais fidedigno dos detalhes fundoscópicos.

O Retina Fácil foi desenvolvido por uma equipe de especialistas, testado e avaliado no cenário educacional da graduação médica, tornando confiável seu uso na prática. Obteve uma boa avaliação de usabilidade, com escore médio SUS de 81,6. Estudos apontam o valor 70,0 como sendo o escore médio mínimo para se considerar um sistema com bom nível de usabilidade (Bangor; Kortum; Miller, 2009; Sauro; Lewis, 2012). As escalas de classificação de Bangor, Kortum e Miller (2009) e de Sauro e Lewis (2012) confirmam o

bom nível de usabilidade do aplicativo Retina Fácil, que foi categorizado como “B” ou excelente, e “A”, respectivamente, nestas escalas (segundo melhor nível de usabilidade).

Kelly et al. (2013) e Mackay e Garza (2015) corroboram os resultados sobre a utilidade do aplicativo, afirmando que o uso da imagem digital, ampliável e com maior clareza dos detalhes, facilita a compreensão sobre os achados fundoscópicos, uma vez que remove as dificuldades técnicas iniciais da oftalmoscopia direta, aumentando, assim, a percepção do aluno sobre a importância do exame do fundo de olho, e estimulando o interesse para um maior número de avaliações em sua rotina. A percepção positiva da utilidade do aplicativo torna-o uma ferramenta potencialmente útil no ensino de adultos, na medida em que os princípios da andragogia de Malcolm Knowlles consideram fundamental o aprendizado a partir da motivação do aprendiz e num cenário contextualizado. (Barros, 2018).

Debut (2016) reporta que há, mundialmente, um movimento para o desenvolvimento de aparelhos portáteis e custo-efetivos voltados para a avaliação do fundo de olho e rastreamento de doenças oculares como a RD. Chang, et.al. (2016) e Update (2018) também afirmam que os adaptadores de baixo custo com lentes já existentes, associados ao uso de aplicativos, apresentam grande potencial educacional e assistencial, confirmando a importância do adaptador portátil criado nesse estudo, que acoplado ao *smartphone* e lente acessória, possibilita a aquisição de imagens de fundo de olho através do aplicativo Retina Fácil, potencializando o uso deste APP, uma vez que facilita o manuseio destes componentes (*smartphone* e lente acessória) e a aquisição de imagens de boa qualidade. Além disso, o baixo custo do adaptador e lente acessória, cerca de ¼ do valor dos dispositivos portáteis disponíveis no mercado, facilita a ampliação do seu uso.

Corroborando esta tendência de avaliação do fundo de olho a partir de dispositivos mais disponíveis (custo-efetivos), a Academia Americana de Oftalmologia já considerou a foto digital de campo único (como a adquirida com este aparelho e aplicativo) como uma ferramenta promissora no rastreamento da RD e de outras doenças oculares para o referenciamento adequado à avaliação oftalmológica (Williams et al., 2004). Favorecendo esse aspecto positivo do aplicativo Retina Fácil, a fundoscopia realizada através do *smartphone* acoplado ao adaptador com lente de 20 dioptrias, é de fácil aprendizado. Além disso, possibilita a aquisição rápida de imagem de boa resolução (de acordo com a câmera do *smartphone*) e campo visual amplo de 46°, mostrando vantagens sobre a oftalmoscopia direta, que é o método tradicional utilizado na graduação, cujo campo de visão é reduzido (15°), com maior curva de aprendizado, e uma resolução pequena de 2 megapixels (Chang et al., 2016).

Dentre as limitações deste estudo, destaca-se o fato da avaliação do aplicativo ter sido realizada em uma única faculdade de medicina, limitando a sua abrangência, porém com um número de participantes considerável (68).

Como perspectiva futura, poderão ser incluídas no App Retina Fácil, outras retinopatias como a hipertensiva. Além disso, o uso dele poderá ser avaliado e expandido para o treinamento de residentes de oftalmologia e de outras especialidades, assim como para a prática assistencial de médicos no cuidado primário.

À medida que a educação de nível superior vem se transformando em torno de um aprendizado mais centrado no aluno, que adquire uma função ativa nesse processo, as tecnologias móveis afirmam-se como ferramentas inovadoras na educação e distribuição do conhecimento, possibilitando a autoaprendizagem, dentro e fora do ambiente formal de ensino, de acordo com a necessidade e conveniência do aprendiz (Zvornicanin, E.; Zvornicanin, J.; Hadziefendic, 2014).

## 5. CONCLUSÕES

O aplicativo Retina Fácil foi desenvolvido e aplicado no cenário prático de uma metodologia ativa, demonstrou boa avaliação de usabilidade e mostrou-se útil para o aprendizado dos estudantes de medicina sobre o fundo de olho e a retinopatia diabética. A contribuição do aplicativo neste aprendizado e no acesso instantâneo às informações e orientações sobre a retinopatia diabética foi percebida pelos estudantes, sendo uma ferramenta facilitadora no processo de ensino- aprendizagem, complementando o ensino formal da oftalmologia, área pouco contemplada pelos currículos das escolas médicas. O adaptador portátil desenvolvido para captura de imagem de fundo de olho pode ser utilizado posteriormente no âmbito educacional e assistencial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale. **Journal Of Usability Studies**, v. 4, n. 3, p. 114-123, 2009.

BARROS, R. Revisitando Knowles e Freire: Andragogia versus pedagogia, ou o dialógico com a essência da mediação sociopedagógica. **Educ.Pesqui.**, São Paulo, v. 44, e173244, 2018.

BENBASSAT, J.; POLAK, B.C.P.; JAVITT, J.C. Objectives of teaching direct ophthalmoscopy to medical students. **Acta Ophthalmologica**, v. 90, n. 6, p. 503–507, 2012.

BRIZ-PONCE, L. *et al.* Effects of mobile learning in medical education: a counterfactual evaluation. **Journal of Medical Systems**, v. 40, n. 6, 2016.

BROOKE, J. SUS: a ‘quick and dirty’ usability scale. In: JORDAN, P.W.; THOMAS, B.; WEERDMEESTER, B.A.; McCLELLAND, J.L. **Usability evaluation in industry**. Reino Unido: Redhatch Consulting, 1986, Cap. 21.

CAMPOS, L. F., CAVALCANTE, J. P., MACHADO, D. P., MARÇAL, E., SILVA, P. G. D. B., & ROLIM, J. P. Development and Evaluation of a Mobile Oral Health Application for Preschoolers. **Telemedicine and e-Health**, 1-7, 2018.

CHANG, R.T., *et al.* Photography and near visual acuity testing as inexpensive screening tools to detect referral warranted diabetic eye disease. **RETINA**, Califórnia, 36: 1000-1008, 2016.

CLARKSON, J.G. Training in ophthalmology is critical for all physicians. Miami: [s.n.], 2003.

DAVIS, F.D. Perceived usefulness, perceived ease to use, and user acceptance of information technology. **MIS Quarterly**, n. 13, p. 319-340, 1989.

DEBUC, D.C. The role of retinal imaging and portable screening devices in tele-ophthalmology applications for diabetic retinopathy management. **Current Diabetes Reports**, v. 16, n. 12, 2016.



DILIBERTO-MACALUSO, K.; HUGHES, A. The use of mobile apps to enhance student learning in introduction to psychology. **Teaching of Psychology**, v. 43, n. 1, p. 48-52, 2016.

KELLY, L.P. *et al.* Teaching Ophthalmoscopy to Medical Students (The TOTeMS study). Atlanta, **Am J Ophthalmol.**, v. 156, n. 5, p. 1056-1061, nov. 2013.

KWOK, J.; LIAO, W.; BAXTER, S. Evaluation of an online peer fundus photograph matching program in teaching direct ophthalmoscopy to medical students. **Canadian Journal of Ophthalmology**, v. 52, n. 5, p. 441-446, 2017.

LORD, R.K. *et al.* Novel uses of smartphones in ophthalmology. **Ophthalmology**, v. 117, n. 6, p. 2008-2011, 2010.

MACKAY, D. D.; GARZA, P. S. **Ocular fundus photography as an educational tool.** Seminars in Neurology. **Anais...**2015.

MARÇAL, E., ANDRADE, R., E RIOS, R. Aprendizagem utilizando dispositivos móveis com sistemas de realidade virtual. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, 3(1), 1-11, 2005.

MARTINS, T.G.S. *et al.* Modelo para o ensino da oftalmoscopia direta. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 1-8, 2014.

MILLARD, D. *et al.* Co-design and Co-deployment Methodologies for Innovative m-Learning Systems. **Multiplatform ELearning Systems and Technologies Mobile Devices for Ubiquitous ICTBased Education**, p. 147-160, 2009.

MOTTOW-LIPPA, L. Ophthalmology in the medical school curriculum: reestablishing our value and effecting change. **Ophthalmology**, v. 116, n. 7, p. 1235-1236.e1, 2009.

PEREIRA, Ricardo Victor Soares *et al.* Development of an application to support in-service training of anesthesiologists on preoperative evaluation in a public hospital in Brazil. **Journal of evaluation in clinical practice**, 2019.

ROBERTS, D.; WILLIAMS, A. The potential of mobile technology (#MoTech) to close the theory practice gap. **Nurse Education Today**, v. 53, p. 26-28, 2017.

SANDHOLZER, M. *et al.* Medical students' attitudes and wishes towards extending an educational general practice app to be suitable for practice: a cross-sectional survey from Leipzig, Germany. **European Journal of General Practice**, n. April 2016, p. 1-6, 2016.

SAURO, J.; LEWIS, J.R. **Quantifying the user experience: practical statistics for user research.** Elsevier, 2012

SCHULZ, C. *et al.* Addressing the "forgotten art of fundoscopy": evaluation of a novel teaching ophthalmoscope. **Eye**, v. 30, n. 3, p. 375-384, 2016.

SILVA, P.; PIMENTEL, V.; SOARES, J. A utilização do computador na educação: aplicando o Technology Acceptance Model (TAM) the use of computer in education: **Applying The Technology Acceptance Model (TAM)**, v. 8, p. 263-272, 2012.



SUCCAR, T.; MCCLUSKEY, P.; GRIGG, J. Enhancing medical student education by implementing a competency-based ophthalmology curriculum. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*, v. 6, n. 1, p. 59–63, 2017.

UPDATE, C. Smartphone funduscopy: a high-tech, low-cost imaging alternative. **EyeNet Magazine**, p. 29-31, 2018.

VENTOLA, C.L. Mobile devices and apps for health care professionals: uses and benefits. **P & T**, v. 39, n. 5, p. 356-64, 2014.

WILLIAMS, G.A. *et al.* Single-field fundus photography for diabetic retinopathy screening: A report by the American Academy of Ophthalmology. **Ophthalmology**, v. 111, n. 5, p. 1055-1062, 2004.

WILSON, A.S. *et al.* A 3D virtual reality ophthalmoscopy trainer. **Clinical Teacher**, p. 1-5, 2017.

YUSUF, I. *et al.* Direct ophthalmoscopy: teaching in primary care. **Clinical Teacher**, v. 13, n. 3, p. 235-237, 2016.

ZVORNICANIN, E.; ZVORNICANIN, J.; HADZIEFENDIC, B. The use of smart phones in ophthalmology. **Acta Informatica Medica**, v. 22, n. 3, p. 206-209, 2014.