

Desenvolvimento e Validação de um Aplicativo Móvel para o Ensino de Eletrocardiograma

Development and Validation of a Mobile Application for the Teaching of Electrocardiogram

Carlos José Mota de Lima^I

Raquel Autran Coelho^I

Melissa Soares Medeiros^I

Marcos Kubrusly^I

Edgar Marçal^{II}

Arnaldo Aires Peixoto Júnior^{I,II}

RESUMO

Introdução: A interpretação do eletrocardiograma (ECG) é fundamental para a identificação de doenças cardiovasculares, que estão entre as principais causas de morte no mundo. A aquisição dessa competência é essencial na formação do médico generalista, e o uso de novas ferramentas de ensino, apoiadas na tecnologia, como o *mobile learning*, pode facilitar a aquisição desse conhecimento. **Objetivos:** Este estudo teve por objetivo desenvolver e avaliar a usabilidade e a potencialidade para o uso em educação médica de um aplicativo móvel de ensino para interpretação do ECG. **Métodos:** Com a participação de dois professores da área da saúde e um da computação, um analista de sistemas, um programador e um designer gráfico, foi desenvolvido um aplicativo móvel para ensino da interpretação do ECG, utilizando-se a linguagem Java. Para análise de validação foram empregados um questionário de avaliação da usabilidade baseado no System Usability Scale (SUS) e um questionário utilizado para avaliar a adequação de softwares para uso em educação médica, previamente traduzido para o português e aplicado no Brasil. **Resultados:** Foi desenvolvido o aplicativo “ECG Fácil” para uso off-line e de acesso gratuito nas plataformas iOS e Android. Na fase de validação do aplicativo, 109 discentes tiveram acesso livre ao aplicativo móvel durante seis semanas e depois avaliaram a usabilidade por meio de questionário baseado no SUS. As respostas ao questionário mostraram boa confiabilidade, conforme a análise de validação pelo coeficiente alfa de Cronbach (valor: 0,74), e o aplicativo apresentou excelente aceitação, com escore médio de 85,3 na escala SUS. Enquanto isso, 15 docentes avaliaram o aplicativo por meio do questionário utilizado para avaliar a adequação de softwares para uso em educação médica, tendo a maioria concordado com os itens que indicam que ele é adequado ao uso em educação médica. **Conclusão:** O aplicativo “ECG Fácil” foi considerado de boa usabilidade pelos alunos e adequado à finalidade educacional pelos professores. Estudos futuros com esse aplicativo serão necessários para avaliar a aquisição e a retenção de conhecimento sobre a interpretação do ECG pelos alunos.

PALAVRAS-CHAVE

- Eletrocardiograma.
- Aplicativos Móveis.
- Ensino.
- Saúde.
- Cardiologia.

KEY-WORDS

- Electrocardiogram.
- Mobile Applications.
- Teaching.
- Health.
- Cardiology.

ABSTRACT

Introduction: The interpretation of the electrocardiogram (ECG) is fundamental for the identification of cardiovascular diseases, which are among the main causes of death in the world. The acquisition of this competence is essential in the training of the general practitioner and the use of new teaching tools, based on technology such as the use of mobile learning, can facilitate the acquisition of this knowledge. **Objectives:** The objective of this study was to develop and evaluate the usability and the potentiality for the use in medical education of a mobile teaching application for ECG interpretation. **Methods:** With the participation of two health professors and a computer scientist, a systems analyst, a programmer and a graphic designer, a mobile application was developed to teach ECG interpretation using the Java language. For validation analysis, a usability evaluation questionnaire based on the System Usability Scale (SUS) and a questionnaire used to evaluate the suitability of software for use in medical education, previously translated into Portuguese and applied in Brazil, were used. **Results:** The “ECG Fácil” application was developed for off-line use and free access on iOS and Android platforms. In the validation phase of the application, a total of 109 students had free access to the mobile application for 6 weeks and then evaluated usability through a SUS-based questionnaire. The answers to the questionnaire showed good reliability, according to the validation analysis by Cronbach’s alpha coefficient (value: 0.74), and the application presented an excellent acceptance with a mean score on the SUS scale of 85.3. Meanwhile, fifteen faculty members evaluated the application through the questionnaire used to assess the suitability of software for use in medical education, with most agreeing with items indicating that it is suitable for use in medical education. **Conclusion:** The “ECG Fácil” application was considered to be of good usability by students and suitable for educational purpose by teachers. Future studies with this application will be needed to assess the acquisition and retention of knowledge about ECG interpretation by students.

Recebido em 22/8/19

Aceito em 24/8/19

INTRODUÇÃO

O fisiologista Augustus D. Waller, em 1887, foi o primeiro a registrar um traçado eletrocardiográfico humano, por meio de eletrodos conectados às paredes anterior e posterior do tórax¹. Atualmente, o eletrocardiograma (ECG) é um exame de baixo custo, não invasivo, isento de riscos e usado rotineiramente na prática clínica diária para identificar condições graves, como infarto do miocárdio, arritmias cardíacas, distúrbios hidroeletrólitos e tromboembolismo pulmonar².

Considerando-se a importância para o diagnóstico de doenças graves e a ampla disponibilidade do método em unidades de saúde, o aprendizado sobre interpretação do ECG durante a graduação em Medicina torna-se essencial. Entretanto, existe a ideia entre os estudantes de que esse método é de difícil interpretação, pois exige conhecimentos sobre anatomia, fisiologia cardíaca e vetores elétricos³.

Nas universidades, tanto na graduação como na pós-graduação, a interpretação do ECG é tradicionalmente ensinada por especialistas, por meio de conferências para grandes

grupos de alunos⁴. Apesar disso, experiências com o uso de máquinas para o ensino desse assunto vêm sendo relatadas na literatura desde 1964⁵. Desde então, vários softwares educacionais sobre a interpretação do ECG passaram a ser projetados para uso em computadores⁶.

Devido ao acesso fácil e frequente a smartphones e tablets, o uso desses dispositivos como instrumentos de auxílio no processo ensino-aprendizagem vem se tornando cada vez mais frequente^{7,8}. Especificamente sobre a interpretação do ECG, já existem vários aplicativos acessíveis através desses dispositivos. Entretanto, segundo a literatura atual, não há nenhum aplicativo para dispositivos móveis desenhado com fins educacionais e testado quanto à usabilidade em estudantes de Medicina.

Portanto, o presente trabalho descreve o desenvolvimento e avaliação da usabilidade e da potencialidade de um aplicativo para dispositivos móveis para fins educacionais sobre o ensino da interpretação do ECG.

MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa do tipo aplicada, com desenvolvimento de uma ferramenta tecnológica para uso no ensino, seguida de análise de natureza quantitativa após o uso dessa ferramenta, mediante coleta de informações por meio de questionários e tratamento estatístico dos dados.

Desenvolvimento do aplicativo para dispositivos móveis

O aplicativo para dispositivos móveis foi desenvolvido para Android e iOS, utilizando a linguagem Java, com a participação de uma equipe multiprofissional composta por dois professores do curso de Medicina e um da computação, um analista de sistemas, um programador e um designer gráfico. Foram usados kits de desenvolvimento de *software* (SDK) para dispositivos Android e Apple específicos. Para plataformas Android, foram usadas as ferramentas IDE (*Integrated Development Environment*), do Android Studio, o Android do Google com APIs (*Application Programming Interface*) e a biblioteca OpenCV (*Open Source Computer Vision*). Após finalização de uma versão sem erros aparentes, o aplicativo para dispositivos móveis foi registrado no Instituto Nacional de Propriedade Industrial.

A composição multiprofissional da equipe de desenvolvimento teve como objetivo a construção de um aplicativo que atingisse a necessidade dos alunos quanto ao processo de autoaprendizagem. Para isso, foi utilizada a metodologia de *codesign* adaptada, composta por cinco fases: (I) escopo – visão geral dos objetivos de aprendizagem; (II) compreensão compartilhada – troca de experiências entre *stakeholders* sobre cenários, tipos de tecnologias e metodologias pedagógicas que poderiam embasar o aplicativo; (III) *brainstorming* – esboço das primeiras interfaces do aplicativo; (IV) refinamento – modelagem das telas do aplicativo, imagens, casos clínicos e diagramação das atividades; (V) implementação – desenvolvimento iterativo do *software* com entregas incrementais. Durante esse processo, as fases III, IV e V foram revisitadas de forma cíclica para aprimorar o aplicativo^{9,10}.

Avaliação do aplicativo para dispositivos móveis

A avaliação do aplicativo foi realizada por discentes e docentes de uma instituição de ensino superior (IES) privada do Nordeste do Brasil.

Participantes (discentes e docentes)

Os discentes participantes foram alunos do segundo semestre do curso de Medicina da IES, no qual está inserido o módulo de cardiologia. Todos os alunos que cursaram esse módulo durante os semestres 2017.2 e 2018.1 foram convidados a par-

ticipar de forma voluntária. Foram excluídos os alunos que não estavam regularmente matriculados na IES durante esse período ou alunos que não tinham *smartphone* para acessar o aplicativo a ser avaliado.

O grupo de docentes que participaram da avaliação do aplicativo foi formado por especialistas em cardiologia, pertencentes à mesma instituição, que tiveram contato com os alunos durante os semestres 2017.2 e 2018.1 não somente durante o módulo de cardiologia, mas também durante o período de internato. Todos os que preenchiam esse pré-requisito foram convidados para participação voluntária. Foram excluídos os docentes envolvidos no desenvolvimento do aplicativo para dispositivos móveis.

Disponibilização do aplicativo e instrumento de avaliação

Os participantes, discentes e docentes, passaram a ter acesso de forma gratuita ao aplicativo para dispositivos móveis durante o período de seis semanas referente ao módulo de cardiologia e, em seguida, foram convidados a responder aos questionários de avaliação dessa ferramenta.

A avaliação realizada pelos discentes buscou mensurar a usabilidade do aplicativo para dispositivos móveis. Para isso, foi utilizado um questionário baseado no *System Usability Scale (SUS)*¹¹. Este é composto por dez itens, respondidos para identificação de concordância ou discordância da ideia e utiliza a escala Likert de cinco pontos. A versão do questionário SUS aplicado foi traduzida para o português por Tenório *et al.*¹², e os itens estão listados a seguir¹².

- Item 1. Eu usaria esse aplicativo com frequência.
- Item 2. Eu achei o aplicativo desnecessariamente complexo.
- Item 3. Eu achei o aplicativo fácil para usar.
- Item 4. Eu acho que precisaria do apoio de um suporte técnico para ser possível usar este aplicativo.
- Item 5. Eu achei que as diversas funções do aplicativo foram bem integradas.
- Item 6. Eu achei que houve muita inconsistência neste aplicativo.
- Item 7. Eu imaginaria que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse aplicativo rapidamente.
- Item 8. Eu achei o aplicativo muito pesado para uso.
- Item 9. Eu me senti muito confiante usando o aplicativo.
- Item 10. Eu precisei aprender uma série de coisas antes que eu pudesse continuar a utilizar o aplicativo.

O cálculo do escore de usabilidade *SUS* é obtido por meio da soma da contribuição individual de cada item. Para os itens ímpares, é subtraído um ponto do valor atribuído à resposta. Para os itens pares, o cálculo é feito ao se subtrair o valor atribuído à resposta do total de cinco pontos. Para o cálculo do escore total, os valores obtidos a partir dos itens pares e ímpa-

res são somados e multiplicados por 2,5. Ao final, o escore de usabilidade total irá variar entre 0 e 100 pontos¹¹.

A avaliação realizada pelos docentes procurou julgar o potencial do aplicativo para uso como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem em saúde. Para isto, foi aplicado um questionário de dez itens, baseados nas “dez regras de ouro”, que buscam avaliar se um *software* é adequado para o uso em educação médica¹³. Esse questionário foi respondido utilizando-se também uma escala de Likert de cinco pontos, buscando identificar concordância ou discordância da ideia. Esse instrumento foi previamente aplicado no Brasil, como parte de um modelo de avaliação de qualidade de *software* para uso em ensino médico¹⁴. Os dez itens relativos ao questionário estão descritos a seguir.

- Item 1. O conteúdo do aplicativo é adequado para a finalidade educacional?
- Item 2. O conteúdo do aplicativo é baseado em evidências e não em opiniões?
- Item 3. O aplicativo permite o uso de hiperlinks e hipertexto para promover o conhecimento?
- Item 4. O aplicativo possui uma interface interessante, agradável e desafiadora?
- Item 5. O uso de multimídia no aplicativo é apropriado?
- Item 6. O aplicativo permite que os alunos explorem e experimentem de forma interativa as possibilidades de resolução de casos clínicos?
- Item 7. O aplicativo apresenta o conteúdo de modo a estimular o uso das habilidades analíticas e clínicas para a resolução de problemas?
- Item 8. O aplicativo é de fácil utilização, sua navegação é apropriada?
- Item 9. O aplicativo pode ser definido como uma ferramenta propícia para uso, em função dos benefícios proporcionados?
- Item 10. O aplicativo pode ser definido como uma ferramenta com baixo custo de manutenção, proporcionando fácil manutenção dos casos apresentados, permitindo rápida atualização dos conteúdos?

Análise estatística

Os dados foram tabulados no Microsoft Excel para Windows® e exportados para análise estatística no *software* Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 20.0 (IBM). Os dados foram expostos sob a forma de frequências absolutas e percentuais. O coeficiente alfa de Cronbach foi utilizado para estimar a confiabilidade dos questionários aplicados, e o limite inferior de 0,70 foi utilizado para confiabilidade aceitável¹⁵.

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, CAAE: 73150617.5.0000.5049, estando de acordo

com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e a Declaração de Helsinque. Os sujeitos da pesquisa participaram de forma voluntária, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e não foram identificados, com o intuito de garantir o sigilo das respostas.

RESULTADOS

Foi desenvolvido o aplicativo “ECG Fácil” para dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*), para uso *off-line*, nas plataformas iOS e Android, disponibilizado de forma gratuita para *download* na APP Store e Google Play Store, destinado ao ensino da interpretação do ECG. Este possui a funcionalidade de controle de usuários aberta, que permite que os estudantes e interessados no assunto tenham acesso individualizado e seguro após rápido cadastro de dados de identificação.

Aplicativo desenvolvido

O aplicativo apresenta, em sua tela inicial, sete barras que podem ser acessadas: eletrocardiograma normal, sobrecargas de câmaras, distúrbio da condução intraventricular, alteração do segmento ST, taquiarritmias, bradiarritmias e revisão. Ele permite ao usuário acessar, de forma sucessiva quanto à complexidade, desde as informações básicas sobre ECG até conteúdos mais específicos, como as arritmias. As telas iniciais do aplicativo estão ilustradas na Figura 1.



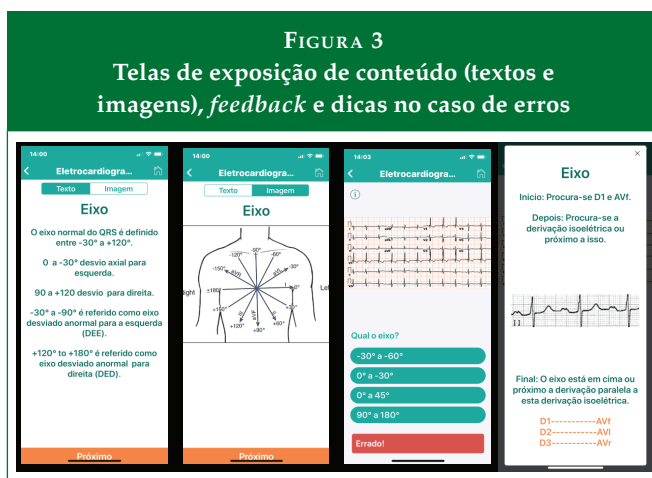
Fonte: aplicativo “ECG Fácil” (versão para iOS). <<https://itunes.apple.com/br/app/ecg-f%C3%A1cil/id1371054680?mt=8>>

Com o objetivo de otimizar o ensino por meio da interatividade, após a exposição de teoria sobre a interpretação do ECG, são apresentadas telas com desafios, com respostas seguidas de *feedback* imediato (Figura 2).



Fonte: Aplicativo “ECG Fácil” (versão para iOS).

A exposição de conteúdo é realizada por meio não somente de textos, como também de imagens, com o objetivo de facilitar o entendimento, e seguida sempre de desafios. No caso de escolha de opção errada, o aluno é informado do erro e visualiza uma tela com nova exposição sobre o mesmo conteúdo ou dicas sobre interpretação do ECG, a fim de melhorar a compreensão (Figura 3).



Fonte: Aplicativo “ECG Fácil” (versão para iOS).

Buscando garantir um aprendizado sequencial, à medida que o usuário vai avançando no acesso a telas com teorias e resolução de questões tipo desafio, as abas subsequentes da tela inicial vão sendo destravadas para permitir o acesso ao novo conteúdo. Além disso, com o intuito de permitir um aprendizado cumulativo e contextualizado com a prática, os novos conteúdos vêm seguidos de casos clínicos que permitem testar

o conteúdo aprendido na unidade anterior (aba anterior) e naquela que ele estiver acessando no momento (Figura 4).



Fonte: Aplicativo “ECG Fácil” (versão para iOS).

O aplicativo ainda tem algumas ferramentas relativas à visualização, como a possibilidade de ampliar as imagens por meio de um zoom com uso dos dedos na tela. Além disso, no final, como ferramenta de ensino-aprendizagem, a última aba disponibiliza exercícios de revisão referentes ao conteúdo.

A interface do aplicativo com o professor consiste em uma página Web, que permite que este acesse de forma segura os dados alimentados pelos alunos. Entretanto, a versão disponibilizada ao professor é um protótipo criado para validação dos testes do aplicativo, não estando ainda disponível para acesso livre. Além disso, o protótipo ainda não permite a introdução de novos casos ou novos exercícios.

Avaliação da usabilidade do aplicativo pelos alunos

Após a disponibilização do uso do aplicativo durante um período de seis semanas, 109 alunos aferiram a usabilidade por meio do questionário SUS. Este se mostrou com boa confiabilidade, conforme a análise de validação pelo coeficiente alfa de Cronbach (valor: 0,74).

De acordo com a avaliação dos discentes, o aplicativo apresentou uma pontuação geral na média do escore SUS superior a 70, sendo esse resultado expresso na Tabela 1.

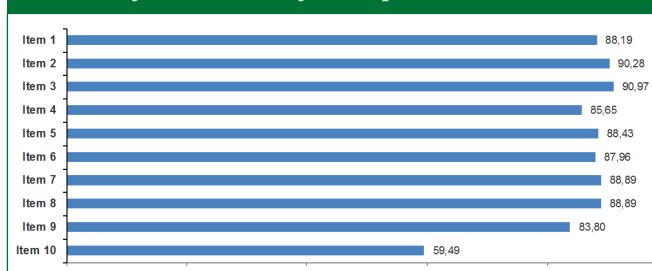
Quanto à análise por itens da escala SUS, verificou-se que a maioria deles apresentou pontuação superior a 70 (Figura 5). A exceção a esse achado foi encontrada no item 10 – “eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema”.

TABELA 1
Avaliação da usabilidade do aplicativo
“ECG Fácil” (N = 109 alunos)

Variável	Valor
Escore médio SUS	85,3
Intervalo de confiança 95%	83,4 – 87,1
Margem de erro	1,9
Nível de confiança	95%
Desvio padrão	9,9

Fonte: Elaborada pelos autores.

FIGURA 5
Avaliação do aplicativo “ECG Fácil” por meio
do questionário de usabilidade baseado no
System Usability Scale pelos discentes



Fonte: Elaborado pelos autores.

Avaliação da adequação do aplicativo a dispositivos móveis para uso em educação médica pelos docentes

Após o convite enviado a 20 docentes, 15 professores aceitaram participar da pesquisa. Todos os participantes eram médicos, com especialização em cardiologia. Entre eles, 47% lecionavam no módulo de cardiologia; 47% ministravam aulas sobre interpretação do eletrocardiograma; e 53% faziam atividade de ambulatório de cardiologia com alunos da disciplina de cardiologia ou do rodízio do internato em clínica médica.

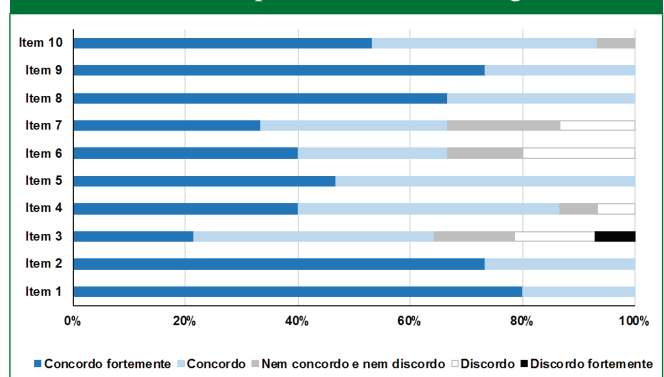
Os docentes consideraram o aplicativo como de fácil utilização, propício ao uso, adequado à finalidade educacional e com conteúdo baseado em evidências. Além disso, consideraram que o uso do multimídia foi adequado (Figura 6).

Entre os pontos a melhorar, estão a interatividade na resolução dos casos clínicos, o estímulo das habilidades analíticas e clínicas para a resolução dos problemas e o incremento do aplicativo com o uso de hiperlinks e hipertextos (Figura 6).

DISCUSSÃO

Softwares relacionados ao ECG com objetivos educacionais ou apenas ligados ao auxílio diagnóstico já são uma realidade⁶. A inovação do presente estudo consistiu em, além de desen-

FIGURA 6
Avaliação do aplicativo “ECG Fácil” quanto à
adequação para uso em educação médica por
docentes especialistas em cardiologia



Fonte: Elaborado pelos autores.

volver um aplicativo para dispositivos móveis para o ensino do ECG, avaliar sua usabilidade por potenciais usuários, bem como suas potencialidades e deficiências no processo ensino-aprendizagem por profissionais especialistas e envolvidos no ensino de cardiologia.

Uma das primeiras experiências no uso de “máquinas” como ferramenta auxiliar em educação médica utilizou o ensino do ECG como propósito. Owen *et al.*⁵ validaram a *Grundy tutor teaching machine* para o ensino do ECG com grupos pequenos de alunos.

Com a evolução tecnológica, outras ferramentas para o ensino do ECG foram desenvolvidas. Uma delas foi o uso de informações registradas e acessadas por meio de CD-ROM, que buscaram incrementar o ensino com o uso da realidade virtual e da autoaprendizagem¹⁶.

Objetivando avançar no ensino interativo, Shahein¹⁷ desenvolveu um programa de computador interativo, que combinava o processo de ensino-aprendizagem sobre o ECG normal e anormal com o de gerenciamento de ensino individualizado. Segundo esse autor, foi uma das primeiras experiências no uso de sistema computacional formatado com autoinstrução, com respostas rápidas e flexíveis ao usuário, para o fim de ensino do ECG.

Com o advento da internet, surgiram iniciativas para o ensino através dessa plataforma. Em se tratando do ensino sobre a interpretação do ECG, uma das primeiras iniciativas foi desenvolvida na Universidade de Harvard. Nathanson *et al.*¹⁸ desenvolveram um extenso repositório com traçados eletrocardiográficos e dados clínicos dos pacientes registrados ao longo de mais de dez anos, que poderiam ser acessados por estudantes.

O uso de aplicativo para dispositivos móveis em educação médica é mais recente. O primeiro aplicativo descrito na literatura para esse fim foi desenvolvido e validado na Universidade do Colorado. O *Radiology Resident iPad Toolbox* foi validado como um instrumento educacional, econômico e portátil, que aumentou a eficiência do estudo¹⁹. Em relação ao estudo da eletrocardiografia, a primeira descrição de um aplicativo para dispositivos móveis para esse fim foi feita por Tofield²⁰, não havendo, entretanto, descrição da validação dessa ferramenta para o ensino²⁰.

Para avaliar a usabilidade do aplicativo “ECG Fácil”, foi adotado um questionário específico para esse fim (*SUS*), que vem sendo utilizado em outros estudos para análise de aplicativo para dispositivos móveis educacionais^{21,22}. Conceitualmente, a usabilidade é a capacidade de um *software* ser compreendido, aprendido e operado por um indivíduo quando utilizado para fins específicos²³.

De acordo com a literatura, uma pontuação no escore *SUS* acima de 68 indica um grau de usabilidade aceitável²⁴. Numa análise extensa sobre a aplicação do questionário *SUS*, Bangor et al.²⁵ identificaram que uma pontuação de 85 seria associada a uma aceitação excelente de um *software* ou de um aplicativo²⁵. A média do escore *SUS* para avaliação da usabilidade do aplicativo “ECG Fácil” atingiu esses parâmetros descritos na literatura.

Na análise por itens da escala *SUS*, foi verificado que o item 10 – “eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema” – apresentou pontuação abaixo de 70. Esse resultado pode ser justificado pela falta de uma explicação prévia sobre o questionário que estava sendo aplicado, pelo menos especificamente sobre o item 10. Este afirma a necessidade de aprender a manusear o aplicativo antes de usá-lo no aprendizado, e não aprender sobre o conteúdo teórico de eletrocardiografia antes de usar o aplicativo “ECG Fácil”, fato que pôde causar um viés na coleta dessa informação.

Tentativas de avaliar programas de ensino de ECG ainda são incipientes. Uma das primeiras experiências em validação no uso de *software* para o ensino de ECG ocorreu em 1986, quando foi descrito o desenvolvimento de uma plataforma gráfica, interativa e de baixo custo para esse fim. Segundo os autores, ela foi bem aceita por médicos residentes, médicos assistentes e estudantes de graduação em Medicina, mas essa avaliação não foi padronizada²⁶.

Após duas décadas, Criley e Nelson²⁷ desenvolveram um programa chamado *ECG Viewer* (Blaufuss Medical Multimedia Laboratories, Palo Alto, Califórnia) e tentaram validá-lo com um grupo pequeno de 21 indivíduos, estudantes do quarto ano da graduação em Medicina e residentes. A maioria con-

cordou, por meio de um questionário elaborado pelos autores, em que esse programa era útil ao ensino²⁷.

Outra tentativa de validar o ensino do ECG, então por meio de um programa baseado na *Web*, foi feita por Nilsson et al.²⁸. Nesse estudo, 20 alunos do curso de Medicina avaliaram a utilidade do programa por meio de uma escala de cinco pontos e o consideraram útil à aprendizagem.

Mais recentemente, outros autores também avaliaram o ensino de ECG por meio de *slides* via *Web* para residentes de psiquiatria, com foco na identificação de alterações eletrocardiográficas relacionadas a medicamentos. A maioria dos participantes concluiu o treinamento e respondeu que estava “muito interessada” em continuar com esse método de ensino-aprendizagem²⁹.

Utilizando um método qualitativo, com um número limitado de apenas dez estudantes de Medicina, Keis et al.³⁰ identificaram como necessidades para um melhor aprendizado de ECG mediante estratégias a distância e assíncronas a contextualização e o direcionamento do assunto conforme a aplicabilidade do conhecimento, com o objetivo de melhorar a motivação extrínseca e intrínseca, além de um nível mínimo de interação com o professor. O aplicativo “ECG Fácil” busca, por meio do uso de casos clínicos, uma contextualização do aprendizado sobre a interpretação de alterações eletrocardiográficas.

Ainda são poucos os estudos que avaliam a aprendizagem e a retenção de informações sobre interpretação de ECG por meio de ferramentas tecnológicas, sendo os resultados ainda conflitantes^{31,32}. Possivelmente, isto se deve à diversidade dos estilos de aprendizagem: ativista, teórico, pragmático e reflexivo³³.

Em um estudo realizado por Granero-Molina et al.³⁴ que utiliza simulação eletrocardiográfica em ambiente de *Web*, foi possível estimular o estilo de aprendizagem teórico, que procura entender a teoria antes da prática, e o estilo pragmático, que precisa saber como aplicar o conhecimento no mundo real. O aplicativo “ECG Fácil” fornece informações teóricas sobre a interpretação do ECG na abertura das primeiras abas e em seguida utiliza casos clínicos, buscando ilustrar a aplicação do conhecimento na prática clínica.

Uma das limitações do presente estudo foi a ausência de avaliação da retenção de informações, além do fato de ter sido realizado em um único centro universitário. Outra limitação foi o uso de um questionário destinado à avaliação do aplicativo pelos professores, o qual, embora validado, possui algumas perguntas compostas, com avaliação de mais de um aspecto no mesmo item, o que pode dificultar interpretações.

Este estudo traz a primeira descrição de um aplicativo para dispositivos móveis brasileiro, desenvolvido para o ensino da

interpretação do ECG, avaliado quanto à usabilidade por um número significativo de alunos usuários e por professores cardiologistas quanto ao potencial uso na educação médica.

Os resultados quanto à avaliação da usabilidade e do potencial para o uso do “ECG Fácil” no ensino da interpretação do ECG instigam, como uma perspectiva futura, a realização de atualizações no aplicativo que permitam melhorias na funcionalidade, como a adição de novos conteúdos.

CONCLUSÕES

A produção do aplicativo para plataformas iOS e Android foi realizada com sucesso. O aplicativo foi avaliado pelos discentes e apresentou excelentes índices de usabilidade pelos alunos de graduação em Medicina. Além disso, após a avaliação pelos docentes participantes do estudo, foi identificado que o aplicativo apresentou bom potencial como ferramenta para uso no ensino-aprendizagem em saúde. Outros estudos são necessários para avaliar o aprendizado e a retenção do conhecimento com esse aplicativo.

REFERÊNCIAS

- Giffoni RT, Torres RM. Breve história da eletrocardiografia. *Revista Médica de Minas Gerais* 2010;20(2):263-270.
- Pastore CA, Pinho JA, Pinho C, Samesima N, Pereira Filho HG, Kruse JCL, et al. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Análise e Emissão de Laudos Eletrocardiográficos. *Arq Bras Cardiol* 2016;106(4)supl.1:1-23.
- Dong R, Yang X, Xing B, Zou Z, Zheng Z, Xie X, et al. Use of concept maps to promote electrocardiogram diagnosis learning in undergraduate medical students. *Int J Clin Exp Med* 2015;8(5):7794-7801.
- Cantillon P. ABC of learning and teaching in medicine: Teaching large groups. *BMJ* 2003;326(326):437-437.
- Owen SG, Hall R, Waller IB. Use of a teaching machine in medical education; preliminary experience with a program in electrocardiography. *Postgrad Med J* 1964;40:59-65.
- Pontes PAI, Chaves RO, Castro RC, de Souza ÉF, Seruffo MCR, Francês CRL. Educational Software Applied in Teaching Electrocardiogram: A Systematic Review. *Biomed Res Int* 2018;2018:8203875.
- Marçal E, Andrade R, Rios R. Aprendizagem utilizando Dispositivos Móveis com Sistemas de Realidade Virtual. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação* 2005;3(1):1-11.
- Nogueira JBS. Desenvolvimento e avaliação de usabilidade de aplicativo para planejamento de artroplastias totais de joelho. Fortaleza; 2016. Mestrado [Dissertação] - Mestrado Profissional em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área de Saúde, Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS).
- Millard D, Howard Y, Gilbert L, Wills G. Co-design and co-deployment methodologies for innovative m-learning systems. In: Goh TT, (Ed). *Multiplatform E-Learning Systems and Technologies: Mobile Devices for Ubiquitous ICT-Based Education*. New York: IGI Global, 2010. p.147-163.
- Pereira RVS, Kubrusly M, Marçal E. Desenvolvimento, Utilização e Avaliação de uma Aplicação Móvel para Educação Médica: um Estudo de Caso em Anestesiologia. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação* 2017;15(1):1-10.
- Brooke J. SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability Eval Ind* 1996;189(194):4-7.
- Tenório JM, Cohrs FM, Sdepanian VL, Pisa IT, Marin HF. Desenvolvimento e avaliação de um protocolo eletrônico para atendimento e monitoramento do paciente com doença celíaca. *Revista de Informátics Teórica e Aplicada* 2010;17(2):210-220.
- Jha J, Duffy S. ‘Ten golden rules’ for designing software in medical education: results from a formative evaluation of DIALOG. *Medical Teacher* 2002;24(4):417-421.
- Barros PRM. Avaliando a Qualidade de Produto de Software em Saúde: o caso SimDeCS. Porto Alegre; 2013. Mestrado [Dissertação] - Curso de Ciências da Saúde, Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre.
- Bonett DG, Wright TA. Cronbach’s alpha reliability: Interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning. *Journal of Organizational Behavior* 2014;36(1):3-15.
- Jeffries PR, Woolf S, Linde B. Technology-based vs. traditional instruction. A comparison of two methods for teaching the skill of performing a 12-lead ECG. *Nurs Educ Perspect* 2003;24(2):70-74.
- Shahein HI. Computers in health-sciences education. An application to electrocardiography. *Comput Programs Biomed* 1983;17(3):213-223.
- Nathanson LA, Safran C, McClennen S, Goldberger AL. ECG Wave-Maven: a self-assessment program for students and clinicians. *Proc AMIA Symp*. 2001:488-492.
- Sharpe EE 3rd, Kendrick M, Strickland C, Dodd GD 3rd. The Radiology Resident iPad Toolbox: an educational and clinical tool for radiology residents. *J Am Coll Radiol* 2013;10(7):527-532.
- Tofield A. Cardiac arrhythmia challenge: a new App. *Eur Heart J* 2013;34(44):3392.
- Zbick J, Nake I, Milrad M, Jansen M. (2015) A web-based framework to design and deploy mobile learning activi-

- ties: Evaluating its usability, learnability and acceptance. In: 2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) (pp. 88-92). IEEE Press Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/ICALT.2015.97>
22. Chung H, Chen S, Kuo M. A study of EFL college students' acceptance of mobile learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2015;176:333-339.
 23. Maramba I, Chatterjee A, Newman C. Methods of usability testing in the development of eHealth applications: A scoping review. *Int J Med Inform* 2019;126:95-104.
 24. Sauro, J. A practical guide to the system usability scale: Background, benchmarks & best practices. Measuring Usability LLC, 2011.
 25. Bangor A, Kortum P, Miller J. Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies* 2009;4(3):114-123.
 26. Thomas RA, Bowyer AF. Development of electrocardiographic teaching materials using an MC68000-based, interactive graphics microcomputer. *Comput Methods Programs Biomed* 1986;22(1):87-91.
 27. Criley JM, Nelson WP. Virtual tools for teaching electrocardiographic rhythm analysis. *Journal of Electrocardiology* 2006;39:113-119.
 28. Nilsson M, Bolinder G, Held C, Johansson B, Fors U, Östergren J. Evaluation of a web-based ECG-interpretation programme for undergraduate medical students. *BMC Medical Education* 2008;8:25.
 29. DeBonis K, Blair TR, Payne ST, Wigan K, Kim S. Viability of a Web-Based Module for Teaching Electrocardiogram Reading Skills to Psychiatry Residents: Learning Outcomes and Trainee Interest. *Acad Psychiatry* 2015;39(6):645-648.
 30. Keis O, Grab C, Schneider A, Öchsner W. Online or face-to-face instruction? A qualitative study on the electrocardiogram course at the University of Ulm to examine why students choose a particular format. *BMC Medical Education* 2017;17:194.
 31. Montassier E, Hardouin JB, Segard J, Batard E, Potel G, Planchon B, et al. e-Learning versus lecture-based courses in ECG interpretation for undergraduate medical students: a randomized noninferiority study. *Eur J Emerg Med* 2016;23(2):108-113.
 32. Fent G, Gosai J, Purva M. A randomized control trial comparing use of a novel electrocardiogram simulator with traditional teaching in the acquisition of electrocardiogram interpretation skill. *Journal of Electrocardiology* 2016;49:112-116.
 33. Vinales JJ. The learning environment and learning styles: a guide for mentors. *Br J Nurs* 2015;24(8):454-457.
 34. Granero-Molina J, Fernández-Sola C, López-Domene E, Hernández-Padilla JM, Preto LS, Castro-Sánchez AM. Effects of web-based electrocardiography simulation on strategies and learning styles. *Rev Esc Enferm USP* 2015;49(4):650-656.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Carlos José Mota de Lima, Raquel Aufran Coelho, Melissa Soares Medeiros, Marcos Kubrusly, Edgar Marçal e Arnaldo Aires Peixoto Júnior contribuíram com o projeto e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica do conteúdo intelectual e aprovação final da versão a ser publicada.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores não têm conflito de interesses.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Arnaldo Aires Peixoto Junior
Rua João Adolfo Gurgel, 133
Cocó – Fortaleza
CEP 60190-060 – CE
E-mail: arnaldoapj@gmail.com



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.