



Proposta de um Conjunto de Heurísticas para Avaliação da Usabilidade de Aplicativos Móveis Educacionais*

Proposal of a Heuristics Set for Usability Evaluation of Educational Mobile Applications

Deborah D' Carlo¹
Glívia A. Rodrigues Barbosa²
Érica Rodrigues de Oliveira³

Resumo

A adoção de aplicativos móveis no contexto educacional vem crescendo e abrindo espaço para o *mobile learning*. Diante dessa crescente utilização e dos diferentes perfis de usuários, é relevante garantir que esses aplicativos contemplem requisitos de usabilidade, uma vez que eles possuem objetivos de aprendizado. Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo apresentar um conjunto de heurísticas específicas para se avaliar a usabilidade dos aplicativos móveis educacionais. Por meio de avaliações com especialistas da área e usuários, foi possível evidenciar a eficiência e a eficácia das heurísticas propostas que foram consideradas relevantes para apreciação da usabilidade de aplicativos do domínio educacional.

Palavras-chave: Usabilidade. Aplicativos Móveis Educacionais.

*Submetido em 12/09/2016 – Aceito em 09/03/2017

¹Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Brasil – deborahdcarlo@gmail.com

²Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Brasil – gliviabarbosa@decom.cefetmg.br

³Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil – profericaoliveira@gmail.com

Abstract

The adoption of mobile applications in the educational context has been growing and making room for mobile learning. Given this increasing use and different user profiles, it is important to ensure that these applications contemplate usability requirements, since they have learning objectives. In this context, this paper aims to present a specific set of heuristics to evaluate the usability of educational mobile applications. Through assessments with industry experts and users, it was possible to demonstrate the efficiency and effectiveness of the heuristics that were considered relevant to assessing the usability of the educational domain applications.

Keywords: Usability. Educational Mobile Applications.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de aplicativos móveis no contexto educacional vem crescendo e abrindo espaço para o *mobile learning (m-learning)*, que envolve o uso do dispositivo móvel, sozinho ou em combinação com outras tecnologias de informação e comunicação (TICs). Esse uso possibilita a aquisição de conhecimento em qualquer hora e lugar (WINCKLER; PIMENTA, 2002). Diante da crescente adoção dos aplicativos móveis educacionais e dos diferentes níveis de conhecimento e perfis dos usuários desses recursos, é relevante garantir que contemplem requisitos de usabilidade, uma vez que possuem objetivos de aprendizado (VOSLOO, 2012; FEIJÓ et al., 2013; NETO, 2013; KNOLL, 2014).

Um modo de caracterizar a usabilidade dos sistemas interativos é a apreciação do seu modelo de interface e interação, que pode ser conduzida por meio da aplicação de métodos de avaliação (PRATES; BARBOSA, 2003). Segundo Prates e Barbosa (2003), dentre os métodos para avaliação de usabilidade mais difundidos, entre os pesquisadores e profissionais de Sistemas de Informação, destaca-se a Avaliação Heurística (AH), um método empírico que julga a interface conforme um conjunto de heurísticas (*e.g.*, Consistência e padronização da interface e *design* estético e minimalista) que buscam potencializar a qualidade da interface e da interação (NIELSEN, 1994).

Ao apresentar a AH e as 10 heurísticas de usabilidade, Nielsen (1994) alertou para o fato de que sistemas de domínios diferentes demandam por adaptações nas heurísticas de avaliação. No contexto de aplicativos móveis, esse argumento foi reforçado por estudos como os realizados por Bertini et al. (2009) e Nokelainen (2006), que demonstraram problemas de usabilidade que as 10 heurísticas de Nielsen (1994) não permitiram caracterizar. Nesse sentido, com o intuito de contornar essas lacunas, autores como Feijó et al. (2013), Neto (2013), Knoll (2014) propuseram adaptações nas heurísticas de usabilidade para aplicações móveis.

Contudo, segundo Feijó et al. (2013), Neto (2013), Knoll (2014), essa ainda é uma questão que apresenta desafios. Isso porque, embora a plataforma desses dispositivos seja a mesma, os aplicativos se diferem, por exemplo, em seus domínios (*e.g.*, aplicativos educacionais, sociais e bancários). Desse modo, as diferentes categorias de aplicativos móveis podem demandar heurísticas de usabilidade específicas para seu domínio, conforme já alertado por Nielsen (1994) e evidenciado por Feijó et al. (2013), Neto (2013), Knoll (2014). Neste contexto, surge a necessidade de criar heurísticas que também atendam à demanda de usabilidade dos aplicativos móveis educacionais (NOKELAINEN, 2006; FEIJÓ et al., 2013).

O objetivo deste trabalho é apresentar um conjunto de heurísticas específicas para apreciar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais. Para isso, identificou-se as heurísticas de usabilidade, existentes na literatura, propostas para aplicativos móveis em geral e apreciou-se o grau de cobertura das mesmas em relação à usabilidade de aplicativos educacionais. Para cobrir as lacunas observadas na análise anterior, o conjunto de heurísticas específicas para aplicativos móveis educacionais foi proposto e avaliado sob a perspectiva de especialistas em Interação Humano-Computador (IHC) e usuários.

Como resultados, esse trabalho apresenta o agrupamento e avaliação das heurísticas genéricas para aplicativos móveis, disponíveis na literatura, bem como um conjunto de heurísticas propostas especificamente para a avaliação de usabilidade de aplicativos móveis educacionais, além da apreciação da usabilidade dos aplicativos utilizados para avaliação das heurísticas propostas, o Nota10 e o Passei!Enem.

Neste sentido, este trabalho apresenta contribuições práticas e científicas. Em termos científicos, essa pesquisa contribui para o avanço na área de IHC em relação a um novo conjunto de heurísticas que poderá ser explorado por outros pesquisadores com intuito de validá-lo e/ou delimitar suas vantagens e desvantagens, tanto no projeto quanto para a avaliação de interface de aplicativos móveis educacionais. Em termos práticos, as heurísticas propostas podem ser utilizadas para avaliar aplicativos educacionais existentes e/ou novos, focando na potencialização da usabilidade dos mesmos, além de guiar o projeto de novos aplicativos educacionais.

Este trabalho está organizado em 9 seções. Na próxima seção são apresentados os principais conceitos e trabalhos relacionados a essa pesquisa. Na sequência, a metodologia adotada para a condução do trabalho é apresentada. Na Seção 4, é apresentado um estudo para demonstrar o grau de aderência das heurísticas presentes na literatura para avaliar aplicativos móveis educacionais. A Seção 5 apresenta o conjunto de heurísticas proposto neste trabalho e as Seções 6 e 7, os resultados, a relevância e a eficiência dessas heurísticas para avaliar aplicativos móveis educacionais. Na Seção 8, são discutidos os resultados desta pesquisa. Por fim, a Seção 9 apresenta as conclusões e direções futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, é apresentado o conceito de heurísticas adotado neste trabalho, bem como os principais trabalhos relacionados.

2.1 Heurísticas de Usabilidade no Contexto de Avaliação

Heurísticas têm o objetivo de instruir pessoas sobre um determinado assunto, indicando a melhor maneira de realizar uma tarefa para se evitar erros mais comuns. Dentre as heurísticas mais conhecidas para o projeto e avaliação de interface, estão as propostas por Nielsen (1994). A partir de pesquisas empíricas, o autor gerou um conjunto de heurísticas visando à usabilidade de sistemas *desktops* e *web*. Essas heurísticas contemplam itens que buscam garantir, por exemplo, o *feedback*, a visibilidade do estado do sistema, o controle e a liberdade do usuário e a correspondência entre o sistema e o mundo real (PRATES; BARBOSA, 2003).

Essas heurísticas foram propostas para compor o método de Avaliação Heurística, que visa verificar a conformidade do sistema às heurísticas propostas ou aos padrões de qualidade definidos por especialistas. Ela consiste em um método de inspeção de usabilidade, onde o

avaliador interage com a interface e julga a sua adequação, comparando-a com princípios de usabilidade reconhecidos como heurísticas (NIELSEN, 1994; WINCKLER; PIMENTA, 2002).

Cada avaliador inspeciona as interfaces, julgando sua adequação com as heurísticas, além de especificar o nível de gravidade de cada problema encontrado. Para a execução dessa técnica, recomenda-se de 3 a 5 avaliadores. Ao final da inspeção, eles consolidam os problemas e compilam os resultados (NIELSEN, 1994; ROCHA; BARANAUSKAS, 2003). Segundo Nielsen (1994), com esse número de avaliadores, é possível identificar 2/3 do total estimado de problemas em uma interface. Mas, um número maior de avaliadores pode proporcionar resultados melhores. Logo, é necessário considerar o custo-benefício da avaliação com mais avaliadores.

Na maioria dos casos, as heurísticas são produzidas a partir de pesquisas empíricas. Portanto, para realizar uma avaliação mais consistente, existe a necessidade de adaptá-las para os diferentes domínios, sistemas e/ou aplicações existentes, com o intuito de aumentar a eficácia e a eficiência da avaliação (NIELSEN, 1994; ROCHA; BARANAUSKAS, 2003). Esse é um fato motivador para pesquisas realizadas nesse campo, assim como proposto nesse trabalho.

2.2 Propostas de Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos Móveis e Sistemas Educacionais

A revisão bibliográfica permitiu identificar pesquisas com foco na proposta de heurísticas de usabilidade específicas para o projeto e avaliação de aplicativos móveis, independente do domínio dos aplicativos, bem como trabalhos que apresentaram princípios e/ou critérios de usabilidade demandados por sistemas educacionais.

No âmbito das pesquisas voltadas para aplicativos móveis, é possível citar, por exemplo, os trabalhos realizados por Feijó et al. (2013), Neto (2013) que apresentaram, respectivamente, diretrizes de usabilidade para projetar e avaliar esses aplicativos. O conjunto proposto por Feijó et al. (2013) foi avaliado quanto à sua eficiência, comparando os resultados de avaliações guiadas pelas heurísticas de Nielsen (1994) e pelas diretrizes propostas pelos autores. Feijó et al. (2013) concluíram que, de um modo geral, seu conjunto de diretrizes é capaz de avaliar a usabilidade de sistemas móveis, mas apresenta limitações para lidar com as particularidades de cada tipo (i.e., domínio) de aplicativo, afetando assim a validade da apreciação.

Por sua vez, o conjunto proposto por Neto (2013) foi avaliado por meio de um estudo de caso no aplicativo do Gmail e permitiu identificar problemas de usabilidade específicos para interação em sistemas móveis. Porém, Neto (2013) indica que um importante trabalho futuro consiste na verificação da aplicabilidade dessas diretrizes para aplicativos móveis de outros domínios.

O trabalho conduzido por Knoll (2014) consolidou e apresentou heurísticas de usabilidade para *tablets*, que foram adaptadas de outras iniciativas presentes na literatura (NIELSEN, 1994), Google, Apple e Microsoft. As heurísticas propostas foram avaliadas quanto à sua cober-

tura e eficiência para caracterizar a usabilidade de aplicativos móveis. Os resultados indicaram que, embora elas sejam mais adequadas, quando comparadas às heurísticas de Nielsen (1994), as heurísticas propostas não foram capazes de cobrir todas as particularidades de usabilidade das diferentes categorias desses aplicativos (KNOLL, 2014).

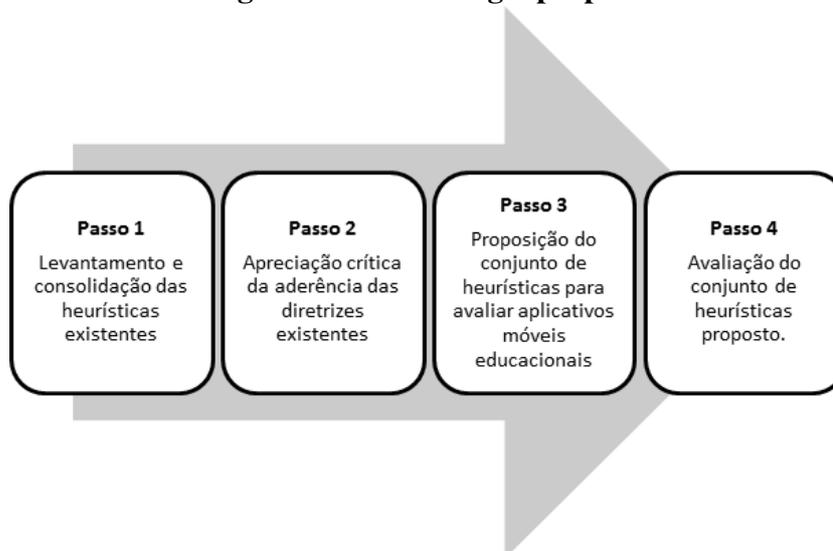
Já no âmbito de trabalhos direcionados, especificamente, para aplicativos móveis educacionais, não foram encontradas iniciativas similares. Porém, é possível identificar trabalhos como as pesquisas realizadas por Reeves (1994), Abreu et al. (2001), Nokelainen (2006) que discutem e apresentam critérios e/ou requisitos de usabilidade para a construção e avaliação de sistemas educacionais. Tais critérios e/ou requisitos caracterizam importantes aspectos de usabilidade que devem ser contemplados nesse tipo de sistema. Por isso, podem ser utilizados como insumo para criação de heurísticas de usabilidade voltadas para aplicativos móveis educacionais (NOKELAINEN, 2006; FEIJÓ et al., 2013).

Este trabalho se difere dos demais, por apresentar um conjunto de heurísticas específico para avaliar e caracterizar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais, que visa cobrir as lacunas que as heurísticas existentes na literatura não conseguem avaliar em relação à usabilidade desse domínio de aplicação. Além disso, o conjunto de heurísticas proposto poderá ser utilizado tanto para aplicativos educacionais já desenvolvidos, quanto para aplicativos em fase de desenvolvimento (i.e., projeto). Isso se deve ao fato das heurísticas serem adotadas durante o processo de criação das interfaces e, de maneira complementar, como critério de avaliação, a fim de verificar o atendimento das mesmas na interface e interação projetadas (PRATES; BARBOSA, 2003).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para conduzir esse trabalho consistiu em uma abordagem qualitativa, dividida em quatro grandes passos, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Metodologia proposta



Fonte: Elaborada pelas autoras

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico para identificar a existência de heurísticas de usabilidade propostas especificamente para aplicativos móveis (Figura 1: Passo 1). Conforme orientado por Xavier et al. (), as buscas foram realizadas no Google Scholar, bem como nos principais repositórios de pesquisas relacionados à área de Computação, IEEE Xplore, ACM Digital Library, Springer e HCI Bib. A *string* de pesquisa foi formada pelos seguintes termos, em português e, respectiva tradução em inglês: usabilidade, aplicativos móveis, sistemas educacionais, heurísticas, diretrizes e requisitos.

Neste trabalho, essas heurísticas identificadas na literatura foram denominadas “heurísticas genéricas para aplicativos móveis” (HGs), uma vez que elas não foram propostas para um domínio específico desses aplicativos (Figura 1: Passo 2). A partir desse levantamento, foi feita uma apreciação crítica da aderência das heurísticas existentes para o domínio de aplicativos móveis educacionais.

Em seguida, a partir dos resultados da apreciação crítica e dos critérios de usabilidade para sistemas educacionais propostos por Nokelainen (2006), propôs-se um arcabouço de heurísticas específicas para a apreciação de usabilidade de aplicativos móveis educacionais (Figura 1: Passo 3). Vale destacar que as etapas de análise de aderência das heurísticas existentes na literatura e a proposição das heurísticas específicas foram realizadas com o auxílio de um especialista em educação. Esse especialista era um pedagogo que atua há, pelo menos, sete anos na área e que utiliza tecnologias móveis em suas práticas pedagógicas.

Por fim, a última etapa consistiu em avaliar o conjunto de heurísticas proposto sob duas perspectivas (Figura 1: Passo 4). A primeira buscou verificar, por meio da aplicação de um questionário *online*, a relevância das heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais na perspectiva de especialistas em IHC (i.e., profissionais e/ou pesquisadores com mais de 05 anos de experiência).

Posteriormente, as heurísticas foram avaliadas quanto à sua cobertura para caracterizar a usabilidade dos aplicativos educacionais. Para isso, foi conduzido um estudo de caso comparativo em dois aplicativos móveis educacionais, o Nota10 e o Passei!ENEM. Esses aplicativos estão entre os 05 primeiros no *ranking* de *downloads* e são considerados úteis no contexto educacional brasileiro, por auxiliarem os usuários na preparação do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) (GOOGLE PLAY, 2015).

4 COBERTURA DAS HEURÍSTICAS GENÉRICAS PARA AVALIAR A USABILIDADE DE APLICATIVOS EDUCACIONAIS

A primeira etapa deste trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica para levantar heurísticas propostas especificamente para caracterizar a usabilidade em aplicativos móveis em geral e verificar a aderência dessas heurísticas para o domínio de aplicativos móveis educacionais.

A partir dessa revisão, foram identificados três conjuntos de heurísticas de usabilidade

aplicativos móveis. Uma vez que uma mesma heurística poderia ser proposta por diferentes autores, foi necessário fazer um agrupamento das heurísticas encontradas. Esse agrupamento foi realizado por um especialista em IHC, profissional da área com mais de cinco anos de experiência, de modo que um conjunto unificado de heurísticas fosse gerado.

Esse conjunto é apresentado no Quadro 1. Neste trabalho, essas heurísticas, identificadas a partir da literatura, foram denominadas “heurísticas genéricas para aplicativos móveis” (HGs), uma vez que elas não foram propostas para um domínio específico.

Quadro 1 - Heurísticas Genéricas (HGs) para Usabilidade de Aplicativos Móveis

Cod. Nome	Autores
HG1. <i>Feedback</i> imediato e fácil de ser notado	Feijó et al. (2013), Neto (2013) e Knoll (2014)
HG2. Adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário	Feijó et al. (2013) e Knoll (2014)
HG3. Visibilidade e acesso fácil às informações existentes	Feijó et al. (2013) e Knoll (2014)
HG4. Consistência e padrões	Feijó et al. (2013), Neto (2013) e Knoll (2014)
HG5. Prevenção de erros e retomada ao último estado estável	Feijó et al. (2013) e Knoll (2014)
HG6. Minimização da carga de memória do usuário	Feijó et al. (2013), Neto (2013) e Knoll (2014)
HG7. Facilidade de entrada de dados	Feijó et al. (2013), Neto (2013) e Knoll (2014)
HG8. Facilidade de acesso às funcionalidades	Feijó et al. (2013), Neto (2013) e Knoll (2014)
HG9. Ajuda e documentação	Feijó et al. (2013) e Knoll (2014)
HG10. Bom aproveitamento do espaço da tela	Knoll (2014)
HG11. Regue incentivo	Feijó et al. (2013)
HG12. Conheça-me	Feijó et al. (2013) e Knoll (2014)

Fonte: Dados da pesquisa

Não foram encontradas heurísticas que abordassem aspectos específicos de usabilidade para os diferentes domínios de aplicativos, sobretudo para os aplicativos educacionais. Sendo assim, antes de propor o conjunto de heurísticas de usabilidade específicas para aplicativos educacionais, foi verificada a aderência das heurísticas genéricas (HGs) para caracterizar a usabilidade dos aplicativos desse domínio.

4.1 Aderência das Heurísticas Genéricas para Avaliar Aplicativos Educacionais

A análise de aderência (ou cobertura) das HGs, agrupadas no Quadro 1, para avaliar a usabilidade de aplicativos educacionais foi conduzida por dois especialistas em IHC, com o apoio de um especialista em Educação. Nessa fase, foi avaliado o aplicativo Nota10, seguindo os passos da Avaliação Heurística, guiada pelas HGs de usabilidade para aplicativos móveis.

O Nota10 é um aplicativo pertencente à categoria ‘Educação’ que permite ao usuário praticar e aprimorar seus conhecimentos respondendo a questões do ENEM. A Figura 2 mostra suas principais funcionalidades, que consistem em: criação de simulado próprio, acesso a questões aleatórias e a provas completas.

Figura 2 – Funcionalidades do Aplicativo Nota 10

Fonte: Google Play Store

Para apreciar o grau de cobertura dessas heurísticas, buscou-se verificar: (1) o total de problemas reportados; (2) o volume de heurísticas violadas e (3) a adequação das heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais. Tanto na fase de inspeção quanto na consolidação, o especialista em educação apoiou os avaliadores na identificação de problemas e na justificativa.

A avaliação foi realizada no período de três dias, no mês de agosto de 2015. Foram considerados os seguintes cenários: (1) fazer questões aleatórias, (2) realizar prova completa, (3) criar simulado e (4) avaliar desempenho. Esses cenários foram escolhidos por representarem as principais funcionalidades do aplicativo Nota 10.

Concluída a avaliação, foram encontrados 11 problemas de usabilidade e 67% das doze heurísticas foram violadas pelo menos uma vez pelo aplicativo. A avaliação também indicou que 33% das heurísticas não foram violadas. Isso pode caracterizar que elas estão presentes na interface, como é o caso das heurísticas HG5 (*Prevenção de erros e retomada ao último estado estável*), HG9 (*Ajuda e documentação*) e HG11 (*Regue incentivo*), ou que elas não são indicadas (i.e., necessárias) para avaliar esse domínio de aplicativo, como é o caso da heurística HG12 (*Conheça-me*).

Com essa avaliação, foi possível reforçar a hipótese de que, apesar das HGs contemplarem importantes critérios de usabilidade de aplicativos móveis em geral, elas não endereçam problemas específicos que podem ocorrer durante a interação com aplicativos educacionais. Isso porque, baseado nessa avaliação e na opinião do especialista em educação, durante a interação com o aplicativo, foram identificados potenciais problemas de usabilidade que poderiam impactar no processo de aprendizado utilizando o aplicativo. Porém, esses problemas não puderam ser mapeados (i.e., não havia uma equivalência) para nenhuma HG existente.

Um desses problemas corresponde ao fato de que, embora o aplicativo ofereça a opção

de realizar provas completas ou aleatórias, as respostas fornecidas no modo aleatório não são contabilizadas na análise do desempenho do usuário. Tal problema compromete a consolidação do aprendizado. Embora o problema exista, não seria possível associá-lo a uma HG existente. Nesse caso, seria necessário criar uma heurística específica para o domínio educacional, como por exemplo, “Oferecer diferentes experimentações de aprendizado, incluindo os erros”, e indicar que o referido problema estava violando a heurística proposta.

Constata-se, então, que a utilização das HGs para avaliar aplicativos educacionais poderia resultar em uma análise mais superficial, focada em aspectos de interface, que deixaria de considerar pontos importantes durante o processo de interação com esse tipo de aplicativo (NOKELAINEN, 2006; FEIJÓ et al., 2013).

5 CONJUNTO DE HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS

Para a criação das heurísticas específicas, foram consideradas três perspectivas: (1) as heurísticas genéricas para aplicativos móveis (HG), por descreverem requisitos básicos de usabilidade para a interface de qualquer tipo de aplicativo; (2) os requisitos de usabilidade de sistemas educacionais listados por Nokelainen (2006) e (3) o conhecimento do especialista em educação. Essas perspectivas atuaram como insumo para se adaptar e criar as heurísticas específicas para aplicativos móveis educacionais.

O Quadro 2 mostra as heurísticas de usabilidade específicas (HE) para aplicativos móveis educacionais. Nesta tabela, é apresentado o código e o nome de cada heurística e sua origem. A origem foi separada entre três grupos: (1) Heurística Nova – que representa heurísticas integralmente criadas para o contexto de aplicativo educacional; (2) Heurística Adaptada – representa heurísticas genéricas adaptadas pelos autores para o contexto educacional e (3) Heurística Reutilizada – indica que a heurística não sofreu alteração, e foi retirada do Quadro 1 das HGs.

Quadro 2 - Heurísticas Genéricas (HG) para Usabilidade de Aplicativos Móveis

Cód. Nome	Descrição	Origem
HE1. Consistência e bom aproveitamento do espaço da tela	A aplicação deve manter os componentes no mesmo lugar e na mesma configuração ao longo de toda a interação, para facilitar a aprendizagem, independente do dispositivo, de sua orientação e estado de execução (<i>e.g.</i> , execução em <i>background</i>). O <i>design</i> deve ser realizado de modo que funcionalidades análogas devem possuir interações análogas, por meio de atividades parecidas. As características de cada componente (seu tamanho, fonte, cor, etc.) devem permanecer as mesmas em toda a aplicação. Além disso, potencializar as vantagens dos recursos que o dispositivo móvel tem para apresentar mídias e diferentes formas de aprendizado.	Heurística Adaptada

HE2. Disponibilidade (Acesso de qualquer lugar) e Portabilidade	Disponibilizar acesso ao aplicativo educacional <i>off-line</i> (sem dependência de internet), uma vez que a mobilidade do dispositivo deveria favorecer o processo de aprendizado em qualquer lugar. Além disso, o aplicativo deve funcionar, sem apresentar erros ou inconsistências, ao ser executado no sistema operacional para o qual foi concebido.	Heurística Nova
HE3. Facilidade de acesso às funcionalidades	As funcionalidades principais da aplicação devem ser acessadas com maior facilidade possível. Além disso, elas devem ter evidência na interface. As funcionalidades mais frequentes podem ser realizadas por mais de um caminho ou por meio de atalhos. Nenhuma funcionalidade deve ser difícil de encontrar na interface da aplicação.	Heurística Adaptada
HE4. Resposta Imediata e Visibilidade	O aplicativo deve, sempre, manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, através de <i>feedback</i> apropriado e imediato. Isso ajuda o usuário a evoluir melhor no seu processo de aprendizado por meio da aplicação	Heurística Adaptada
HE5. Adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário	A aplicação deve falar a linguagem do usuário e as instruções para executar as funcionalidades devem ser claras e objetivas. A leitura deve ser natural e a linguagem não deve ser invasiva no sentido de obrigar o usuário a fazer algo.	Heurística Adaptada
HE6. Prevenção de erros e recuperação rápida ao último estado estável	O aplicativo deve ser capaz de se antecipar a uma situação que leve a algum erro por parte do usuário. Para isso, deve ser apresentada aos usuários uma opção de confirmação antes de se comprometerem com uma determinada ação. Quando um erro ocorrer, a aplicação deve avisar o usuário prontamente e retornar ao último estado estável. Em casos em que o retorno ao último estado seja difícil, o sistema pode transferir o controle para o usuário, para que decida o que fazer (para onde ir). Mensagens de notificação e erros devem ser expressas em linguagem clara (sem códigos), indicar com precisão o problema e construtivamente sugerir uma solução.	Heurística Adaptada
HE7. Aprendizado orientado a um objetivo	O aplicativo deve explicar claramente seu objetivo de ensino, para que o usuário possa identificar a utilidade do mesmo para seu processo de aprendizado. Se aplicável ao contexto do ensino, conceder ao usuário a possibilidade de configurar objetivos e metas. As pessoas armazenam melhor suas experiências quando estas estão relacionadas as metas e objetivos.	Heurística Nova
HE8. Aprendizagem e Recordação no processo de Interação	O aplicativo deve respeitar os três conceitos de aprendizagem durante a interação. - Codificação, que se refere à representação mental de objetos (exemplo, questão errada marcada por um X); - Armazenamento, que corresponde à memória interna, à persistência de novas informações no tempo (exemplo, o aplicativo deve proporcionar ao usuário novos conhecimentos a partir de aprendizados passados);	Heurística Nova
HE9. Controle de aprendizado e Flexibilidade	O aplicativo deve dar ao usuário flexibilidade e controle para navegar livremente pelo conteúdo. Quanto mais adaptável e amplo for o conteúdo do aplicativo, mais fácil será seu uso do ponto de vista de cada perfil de usuário. Por exemplo: - Dividir tarefas complexas em outras menores; - Aumentar a dificuldade das tarefas conforme a habilidade do aluno.	Heurística Adaptada

HE10. Disponibilizar diferentes experimentações de aprendizado, incluindo erros	Não há um único caminho que conduz ao sucesso. Permitir que o usuário interprete suas experiências durante e após suas ações a fim de antecipar em quais outros contextos e de que modo essas lições possam ser úteis novamente. Além disso, é essencial incluir os erros de aprendizado como parte do processo de aprendizagem.	Heurística Nova
HE11. Aprendizado cooperativo/colaborativo	Promover a competição e a colaboração no processo de aprendizado por meio do uso do aplicativo.	Heurística Nova
HE12. Motivação	O aplicativo deverá proporcionar ao usuário um reforço positivo (exemplo, um elogio, sensação de ganho), caso o aluno tenha dado uma resposta desejada, ou uma notificação quando o usuário aprendiz apresenta uma resposta indesejável. Levar em conta a diversão no processo de aprendizado.	Heurística Adaptada
HE13. Consolidação de novos aprendizados (Aplicabilidade)	O conteúdo aprendido no aplicativo deve ter utilidade para que o usuário aplique esses conhecimentos em uma situação real, seja ela uma prova ou em um dia de trabalho.	Heurística Nova
HE14. Ajuda e documentação	O aplicativo deve possuir opção de ajuda para especificar os problemas comuns e as formas de solucioná-los. Os assuntos considerados nessa opção devem ser fáceis de serem encontrados.	Heurística Reutilizada

Fonte: Elaborado pelas autoras

6 RELEVÂNCIA DAS HEURÍSTICAS PROPOSTAS

Para identificar a relevância do conjunto de heurísticas propostas junto aos especialistas, foi aplicado um questionário *online* com as quatorze HEs. Cada participante deveria indicar o grau de relevância das mesmas de acordo com a seguinte escala: Fortemente Relevante; Relevante; Pouco Relevante e Irrelevante. A aplicação do questionário ocorreu no período de duas semanas, durante o mês de Junho de 2015. O mesmo foi divulgado por e-mail para os pesquisadores e profissionais da área de IHC e Educação, com, pelo menos, 05 anos de experiência. Ao todo, 27 especialistas responderam ao questionário.

Os resultados obtidos permitiram constatar que houve uma aceitação de mais de 90% das heurísticas propostas. Sendo que, desse percentual de aceitação, 58% das heurísticas foram consideradas como ‘Fortemente Relevantes’ e 42% como ‘Relevantes’ ao contexto. Ao analisar o grau de relevância por heurística, observou-se que as heurísticas integralmente novas possuem, pelo menos, 70% de aprovação considerando as opções ‘Fortemente Relevante’ e ‘Relevante’. O gráfico da Figura 3 apresenta esses resultados.

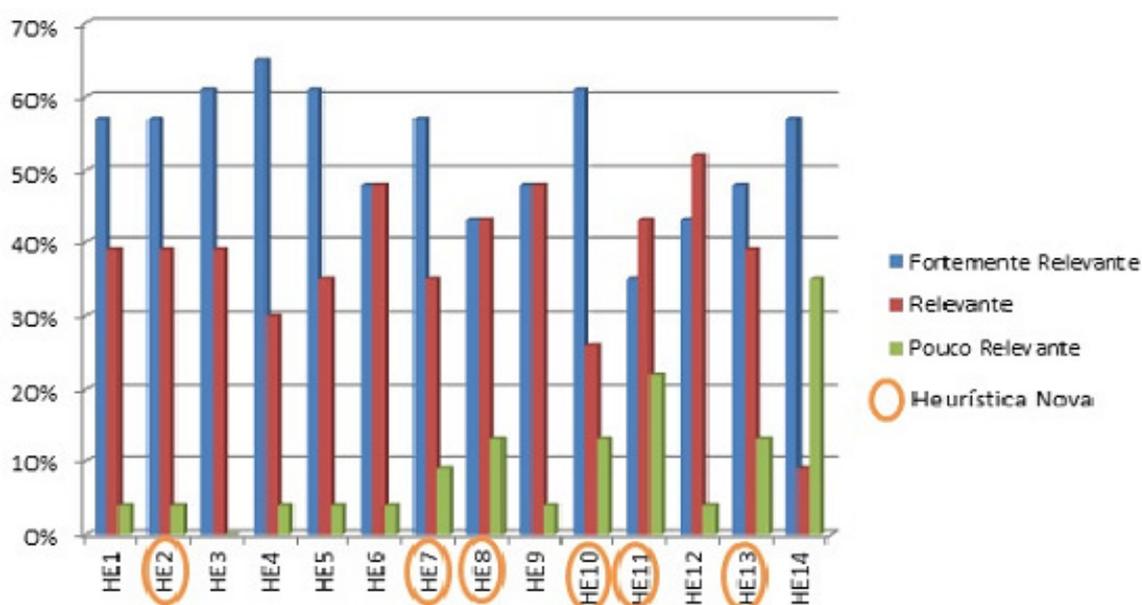
Além disso, algumas considerações foram feitas pelos especialistas em IHC e Educação sobre as heurísticas propostas. Um dos especialistas em IHC afirmou que encontrar aplicativos que atendam à heurística “HE2 Disponibilidade - Acesso de qualquer lugar e portabilidade” seria um diferencial de usabilidade desses aplicativos, uma vez que a mobilidade do dispositivo favorece o processo de aprendizado em qualquer lugar, sem dependência de conexões com a internet.

A alta relevância da heurística “HE4 – Resposta Imediata e Visibilidade” pode ser justificada pelo argumento apresentado por Abreu et al. (2001). Isso porque, segundo esses autores,

o *feedback*, seja ele imediato ou adiado, é uma ferramenta importante no processo de aquisição do conhecimento. Ainda nesse contexto, a forma como a informação é transmitida está diretamente ligada ao processo de ensino-aprendizado. Isso condiz com o alto índice de aprovação da heurística “H5 - Adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário”, que trata da importância de se ter instruções claras e objetivas, facilitando o entendimento do usuário com uma leitura simples e natural.

Por fim, o índice de aceitação da heurística “H7–Aprendizado orientado a um objetivo” foi associado ao argumento apresentado por Reeves (1994). Segundo o autor, uma vez que as metas e objetivos são delineados, eles podem ser sequenciados em hierarquias de aprendizagem que, em geral, representam uma progressão de ensino crescente.

Figura 3 – Relevância por Heurística



Fonte: Elaborada pelas Autoras

Além de apreciar a relevância das heurísticas propostas, os especialistas foram convidados a avaliar a relevância dessa pesquisa. Nessa avaliação, 70% dos especialistas consideraram a pesquisa como ‘Fortemente Relevante’. Ao separar esse grupo, foi possível observar que essa é a opinião de 67% dos especialistas em Educação e de 83% dos especialistas em IHC.

7 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS HEURÍSTICAS PROPOSTAS

Para analisar a eficiência do conjunto de heurísticas específicas para usabilidade de aplicativos educacionais, realizou-se uma análise comparativa. Nessa análise, os aplicativos Nota10 e o Passei!ENEM foram avaliados por dois grupos de especialistas em IHC, seguindo os passos da Avaliação Heurística. Porém, um grupo de especialistas foi guiado pelo conjunto de heurísticas genéricas para aplicativos móveis, que será referenciado como HG, e o outro grupo pelas heurísticas propostas neste trabalho, que será referenciado como HE.

Ao fim das avaliações, os resultados foram contrastados, observando o volume de problemas, e se a avaliação guiada pelas HE apontou problemas que só poderiam ser identificados pelas heurísticas propostas neste trabalho. Posteriormente, comparou-se o indicador de usabilidade obtido com a avaliação guiada pelas HEs propostas e o indicador gerado a partir de testes com usuários realizados no Passei!ENEM.

7.1 Cobertura das Heurísticas Propostas para Avaliar Aplicativos Educacionais

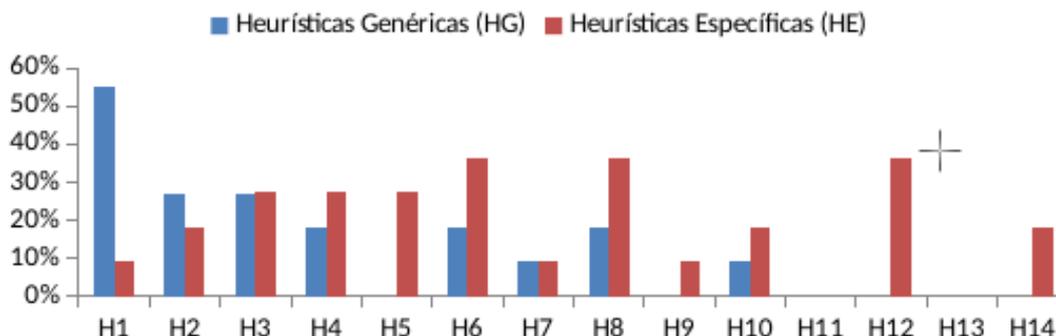
Nesta subseção, são apresentados e discutidos os resultados das avaliações de usabilidade dos aplicativos Nota10 e Passei!ENEM. O objetivo foi comparar o grau de cobertura das heurísticas propostas neste trabalho para avaliar a usabilidade de aplicativos educacionais (HEs), contrastada com as heurísticas genéricas (HGs). Nesta subseção, são apresentados e discutidos os resultados das avaliações de usabilidade dos aplicativos Nota10 e Passei!ENEM. O objetivo foi comparar o grau de cobertura das heurísticas propostas neste trabalho para avaliar a usabilidade de aplicativos educacionais (HEs), contrastada com as heurísticas genéricas (HGs).

7.1.1 Resultado das Inspeções no Aplicativo Nota 10

Inicialmente, para comparar a eficiência das heurísticas, foram contrastados os resultados da avaliação do aplicativo Nota10, guiada pelas HGs (apresentados na seção 4.1.) com os resultados da avaliação do mesmo aplicativo, guiada pelas HEs. A avaliação guiada pelas HEs foi realizada por 4 especialistas, durante a primeira semana de Agosto de 2015, considerando os mesmos cenários utilizados durante a análise do aplicativo com as HGs.

Ao comparar os resultados, foi possível observar que o número de problemas identificados por cada conjunto de heurísticas, HGs e HEs, foi igual, ou seja, 11 problemas cada. Contudo, embora a quantidade de problemas tenha sido a mesma, a análise guiada pelas HEs apresentou um maior volume de heurísticas violadas, quando comparadas às HGs. Isso porque as HEs para aplicativos educacionais foram capazes de apontar 19% de violações a mais, quando comparadas com as HGs.

Em relação ao grau de cobertura das HEs para apreciar a usabilidade de aplicativos educacionais, todas foram consideradas adequadas para avaliar o aplicativo Nota10. Isso porque, conforme demonstrado no gráfico da Figura 4, 86% das heurísticas propostas foram identificadas como violadas na interface, pelo menos uma vez, e as 14% restantes (*e.g.*, HE11 e HE13) embora não tenham sido violadas, foram apontadas pelos avaliadores como presentes na interface. Portanto, não foram indicadas como fora do contexto da aplicação. Já no caso das HGs, 67% foram violadas, e das 33% restantes, a HG12, por exemplo, foi considerada pelos especialistas como não adequada para o contexto da avaliação.

Figura 4 – Incidência de violações das HGs e HEs em relação ao total de problemas

Fonte: Elaborada pelas autoras

Esses dados reforçam a relevância do conjunto proposto, já indicado como positivo pelos especialistas, uma vez que, conforme demonstrado pelos resultados, avaliando o aplicativo Nota10 pelas HGs, não seria possível identificar potenciais problemas e estratégias de usabilidade reportados pelas HEs. Isso porque, a avaliação guiada pelas HEs apontou a violação de heurísticas “novas” (e.g., HE7 e HE10) que não existiam no conjunto das HGs.

7.1.2 Resultado das Inspeções no Aplicativo Passei! ENEM

Para melhor apreciar a eficiência das heurísticas propostas, um novo estudo de caso comparativo foi realizado com o aplicativo Passei!ENEM. A avaliação foi conduzida seguindo os passos da Avaliação Heurística por quatro grupos, formados por 4 avaliadores cada. Desses grupos, dois ficaram responsáveis pela avaliação guiada pelas HGs, e os outros dois inspecionaram a interface por meio das HEs.

Finalizadas as avaliações, os resultados foram consolidados e contrastados, observando-se o volume de problemas, bem como o percentual de heurísticas violadas. De modo complementar, conforme sugerido por Knoll (2014), foi gerado um indicador, baseado no percentual de heurísticas violadas, para fornecer uma classificação geral de usabilidade para o aplicativo avaliado. O Quadro 3 apresenta as classificações propostas.

Quadro 3 - Classificação de Usabilidade

Percentual de Heurísticas Violadas	Usabilidade
Maior que 75% do total	Péssima
Maior que 50% e menor ou igual a 74% do total	Ruim
Maior que 25% e menor ou igual a 50% do total	Boa
Menor ou igual a 25% do total	Muito Boa

Fonte: Adaptado de KNOLL, 2014

A avaliação foi realizada na terceira semana de agosto de 2015. Durante a avaliação, foram considerados os seguintes cenários: (1) fazer questões de uma determinada matéria a ser escolhida pelo avaliador; (2) responder uma prova rápida; e (3) consultar *ranking*. Esses

cenários foram escolhidos por representarem as principais funcionalidades do aplicativo. Para melhor comparação, os resultados são apresentados na Tabela 1.

Por meio dos dados da Tabela 1, é possível observar que, embora os avaliadores guiados pelas HGs tenham identificado um número maior de problemas, o percentual de heurísticas violadas na avaliação realizada com as HEs é superior em relação às violações das HGs. Logo, o grau de cobertura das HEs é maior. Isso porque, do ponto de vista da avaliação realizada com as HGs, a usabilidade do aplicativo Passei!ENEM foi considerada como ‘Ruim’. A avaliação guiada pelas HEs classificou a usabilidade do aplicativo como ‘Péssima’, o que pode indicar que as HEs foram capazes de caracterizar melhor os potenciais problemas de usabilidade do aplicativo.

Tabela 1 – Resultado da Avaliação do Passei!ENEM

	N de problemas	% de heurísticas violadas	Classificação da Usabilidade
HG	13	71%	Ruim
HE	10	79%	Péssima

Fonte: Elaborada pelas autoras

Com o objetivo de avaliar a usabilidade do aplicativo Passei!ENEM, na opinião dos usuários, e verificar se, de fato, os potenciais problemas levantados pelos especialistas com as HEs, são vivenciados pelos usuários em tempo de interação, a próxima fase da avaliação do conjunto de heurísticas proposto consistiu em realizar um teste de usabilidade com usuários e contrastar o resultado obtido com os da Avaliação Heurística. O resultado dessa avaliação é descrito a seguir.

7.1.3 Avaliação sob a Perspectiva dos Usuários

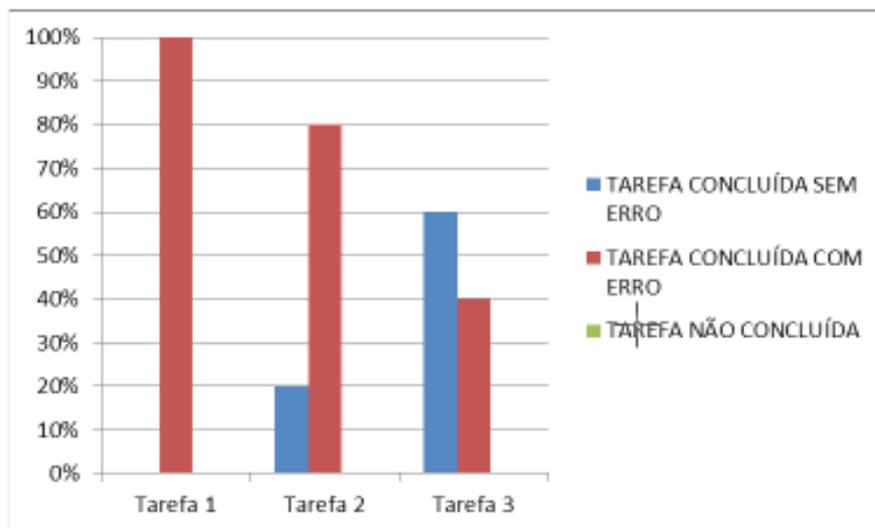
Conforme orientado por Nielsen (2000), o teste de usabilidade foi realizado com cinco usuários, estudantes do ensino médio, com idades entre 15 e 22 anos. Os usuários foram convidados a realizar três tarefas no aplicativo Passei!ENEM: (1) fazer prova com questões aleatórias; (2) fazer prova de matéria específica e (3) reiniciar o aplicativo. Durante os testes, os avaliadores cronometraram o tempo e verificaram se as tarefas foram concluídas com ou sem erros, ou ainda, se não foram concluídas. Ao final de cada tarefa, o usuário poderia reportar suas dificuldades e dúvidas. O gráfico da Figura 5 consolida os resultados referentes à execução das tarefas.

Foi possível observar que a maioria dos usuários encontraram dificuldades para executar as tarefas relacionadas à realização de provas. O relato dos usuários quanto a essas dificuldades revela que o aplicativo não deixa claro que existam questões aleatórias na opção “Provas Rápidas”. Além disso, eles reportaram dificuldades como: (1) passar para a próxima questão, (2) dúvidas quanto aos elementos de interface (*e.g.*, ícones) utilizados na aplicação e (3) ausência de um *feedback* mais efetivo.

Já a terceira tarefa, que solicitava reiniciar o aplicativo, apresentou menor dificuldade

entre os usuários. Uma possível explicação se deve ao fato que, durante as duas primeiras tarefas, alguns usuários acabaram clicando no botão para reiniciar. Logo, eles sabiam onde encontrar essa opção. O tempo médio gasto, por tarefa, foi de sete minutos. Contudo, observou-se que, quando a interface expõe de maneira clara sua funcionalidade, os usuários apresentam mais facilidade em completar a tarefa em menor tempo.

Figura 5 – Percentual de Conclusão das Tarefas



Fonte: Elaborada pelas autoras

Finalizada as tarefas, os usuários foram convidados a indicar o nível de satisfação ao interagir com o aplicativo avaliado e, posteriormente, avaliá-lo de acordo com as HEs para caracterizar a usabilidade de aplicativos educacionais. Nesse caso, o usuário, por meio de uma entrevista estruturada com o avaliador, deveria indicar qual (ou quais) heurística(s) estava(m) sendo violadas pela interface.

Em relação à satisfação, dentre as opções, 60% dos usuários indicaram como ruim ou péssima. No que se refere ao julgamento da interface em relação às HEs para aplicativos móveis educacionais, apenas duas heurísticas (HE3 e HE8) foram consideradas presentes no aplicativo por todos os usuários. Em outras palavras, na opinião de pelo menos um dos usuários, 86% das heurísticas propostas neste trabalho foram violadas pelo aplicativo Passei!ENEM.

8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para concluir a apreciação da eficiência das heurísticas propostas, os indicadores de usabilidade gerados a partir da avaliação com especialistas guiada pelas HEs e o teste dos usuários foram triangulados (CHO; TRENT, 2006). A triangulação é um procedimento da pesquisa qualitativa realizada por meio da comparação de dados extraídos por diferentes métodos, com o intuito de conferir a validade dos resultados obtidos em uma pesquisa científica (CHO; TRENT, 2006). A validação, nesse caso, consiste em buscar diferentes interpretações para a mesma questão de pesquisa. Seu objetivo não é replicar resultados, mas sim, verificar se os mesmos

são coerentes, plausíveis e consistentes (CHO; TRENT, 2006).

Ao mapear o percentual de violação das HEs, na opinião dos usuários, que apontou para 86% de violações, o aplicativo Passei!ENEM foi classificado como “Péssimo”. De modo análogo, a avaliação de usabilidade guiada pelas HEs, realizada por especialistas, também reportou esse resultado, uma vez que indicou 79% de violações, classificando o aplicativo como “Péssimo”.

Conclui-se, então, que a avaliação do Passei!ENEM, guiada pelas HEs, ao contrário das HGs, obteve o mesmo indicador de usabilidade que os usuários indicaram, ‘Péssimo’. Isso demonstra que as HEs estão aptas a serem utilizadas como insumo para avaliação de usabilidade dos aplicativos móveis educacionais.

9 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Com a popularização dos aplicativos para dispositivos móveis e com o crescimento da adesão à tecnologia no ambiente educacional, diversos aplicativos educacionais estão disponíveis nas lojas virtuais. Com isso, surge um desafio no campo de pesquisa de IHC, relacionado ao projeto e avaliação de usabilidade dos aplicativos móveis educacionais.

Motivados por esse desafio, este trabalho apresentou um novo conjunto de heurísticas para apreciação da usabilidade de aplicativos móveis educacionais, incorporando tanto aspectos gerais de aplicativos móveis, quanto requisitos de usabilidade específicos do domínio educacional.

Para alcançar esse objetivo foi necessário: (1) identificar e agrupar as heurísticas de usabilidade propostas para aplicativos móveis, independente do domínio do aplicativo; (2) realizar a mesma etapa anterior, porém, com as heurísticas propostas para sistemas educacionais; (3) apreciar a aderência das heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis para o contexto específico de aplicativos educacionais; e, por fim, (4) propor um arcabouço de heurísticas de usabilidade específicas para aplicativos móveis educacionais e avaliar a eficiência e eficácia das mesmas.

A avaliação do conjunto proposto buscou apreciá-lo sob diferentes perspectivas, o que permitiu demonstrar sua relevância diante de especialistas das áreas relacionadas, bem como sua eficiência (ou cobertura) para caracterizar a usabilidade de aplicativos educacionais, quando comparado às HGs e aos testes realizados com os usuários desse tipo de aplicação.

Conclui-se, por meio dos dados apresentados, que especialistas da área consideraram as heurísticas propostas relevantes, indicando a importância das mesmas para o domínio de aplicativos educacionais. Em relação à eficiência, foi possível observar que as HEs reportam problemas e apontam para aspectos de usabilidade específicos do domínio educacional que as HGs não apontariam. Além disso, a classificação de usabilidade das HEs foi compatível com o resultado do teste com usuários, uma vez que, nos dois casos, a classificação foi considerada como ‘Péssima’.

Esse tipo de pesquisa é relevante porque as heurísticas propostas poderão ser utilizadas para avaliar aplicativos educacionais existentes e/ou novos, focando na potencialização da usabilidade, além de guiar no projeto de novos aplicativos educacionais. Em termos científicos, essa pesquisa contribui para avanços na área de IHC, uma vez que um novo conjunto de heurísticas poderá ser explorado por outros pesquisadores com intuito de validá-lo e/ou delimitar suas vantagens e desvantagens, tanto no projeto quanto para a avaliação de interface de aplicativos móveis educacionais.

Como trabalhos futuros, almeja-se validar o conjunto de heurísticas proposto utilizando outros aplicativos educacionais, com diferentes focos de aprendizagem. Além disso, pode-se fazer uso das heurísticas para projetos de interfaces de aplicativos educacionais, explorando o conjunto além do uso seu uso para avaliação.

REFERÊNCIAS

- ABREU, D. M.; ALVES, M. N. et al. O feedback e sua importância no processo de tutoria a distância. **Pro-Posições**, v. 22, n. 2, p. 189–205, 2001.
- BERTINI, E. et al. Appropriating heuristic evaluation for mobile computing. **Int J. Mobile Hum. Comput. Interact**, v. 1, n. 1, p. 20–41, 2009.
- CHO, J.; TRENT, A. Validity in qualitative research revisited. **Qualitative research**, v. 6, n. 3, p. 319–340, 2006.
- FEIJÓ, V. C.; GONÇALVES, B. S.; GOMEZ, L. S. R. Heurística para avaliação de usabilidade em interfaces de aplicativos smartphones: Utilidade, produtividade e imersão. **Design & Tecnologia**, v. 3, n. 06, 2013.
- KNOLL, R. C. Desenvolvimento de heurísticas de usabilidade para tablets. **Caderno de Estudos Tecnológicos**, v. 2, n. 1, p. 93–109, 2014.
- NETO, O. J. M. **Usabilidade da interface de dispositivos móveis: heurísticas e diretrizes para o design**. 2013. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo.
- NIELSEN, J. Conference companion on human factors in computing systems. In: ACM. **Proceedings...** [S.l.], 1994. p. 413–414. Acesso em: maio 2015.
- NIELSEN, J. **Why You Only Need to Test with 5 Users**. [S.l.: s.n.], 2000. Disponível em: <<http://goo.gl/DuW7vm>>. Acesso em maio, 2015.
- NOKELAINEN, P. An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. **Educational Technology & Society**, v. 9, n. 2, p. 178–197, 2006.
- PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. Avaliação de interfaces de usuário – conceitos e métodos. In: ANAIS DA JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA, XIX CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Proceedings...** [S.l.], 2003.
- REEVES, T. Evaluating what really matters in computer-based education. **Computer education: New perspectives**, Edith Cowan University Press Perth, Australia, p. 219–246, 1994.
- ROCHA, H. V.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Design e avaliação de Interfaces Humano Computador**. [S.l.]: Campinas, SP: NIED – Unicamp, 2003.
- VOSLOO, S. Unesco: Policy guidelines for mobile learning. Paris, France: UNESCO, 2012.
- WINCKLER, M.; PIMENTA, M. **Avaliação de usabilidade de sites web**. [S.l.: s.n.], 2002. Disponível em: <<http://lis.univ-tlse1.fr/winckler/publications.html>>.
- XAVIER, S. I. R.; BARBOSA, G. A. R.; PRATES, R. O. Caracterização das pesquisas de acessibilidade digital depois dos grandes desafios da SBC 2006-2016: Uma revisão sistemática da literatura. In: PROC OF. SEMISH 2012, CURITIBA. **Proceedings...** [S.l.].