

USABILIDADE APLICADA AOS SISTEMAS *M-LEARNING*: ANÁLISE DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO FERRAMENTA DE ENSINO

KAROLINA NUNES TOLENTINO COSTA, FLÁVIO ANTHERO NUNES VIANNA DOS SANTOS

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
<karolina.nunes@gmail.com>, <flavio.santos@udesc.br>
10.21439/conexoes.v16i0.2317

Resumo. O presente estudo, fruto de uma dissertação produzida no curso de mestrado em Design, propõe avaliar a interação entre estudantes e dispositivos móveis sob a ótica da Usabilidade, buscando averiguar os principais problemas de uso inseridos no contexto educacional. O método utilizado divide-se em três etapas: Revisão Bibliográfica, que explora as especificidades, conceitos e teorias aplicados a este domínio. Coleta de Dados, realizada com oito participantes, sendo cinco estudantes de curso pré-vestibular (público-alvo) e três especialistas na área de usabilidade móvel, convidados a contribuir com o estudo por meio de pareceres técnicos sobre usabilidade. A amostra de estudantes foi submetida a simulações de atividades educacionais nas interfaces da plataforma móvel de aprendizagem AppProva, por onde se tornou possível investigar a satisfação do usuário em relação à navegabilidade do sistema, engajamento de atividades, padronização e consistência de elementos visuais e liberdade de controle na plataforma. Por fim, realiza-se a análise dos resultados encontrados, apurando as principais complexidades e limitações presentes no *m-learning*, sendo estas: isolamento do aluno, baixa autonomia da bateria, instabilidade de conexão com a internet, esforço excessivo da visão, distrações e interferências virtuais, barreiras de acessibilidade e dificuldade para corrigir erros apresentados pelo sistema.

Palavras-chaves: Usabilidade. Aprendizagem móvel. Dispositivos móveis.

USABILITY APPLIED TO M-LEARNING SYSTEMS: ANALYSIS OF MOBILE DEVICES AS A TEACHING TOOL

Abstract. This study was developed from Master's degree Design course and proposes to evaluate the interaction between students and mobile devices from the usability perspective. The main objective is to investigate the problems of use inserted in the educational context. The method used is divided into three stages: Bibliographic Review, which explores the specificities, concepts, and theories applied to this domain. Data Collection, it carried out with eight participants, being five students from a university preparatory course (target audience) and three specialists about m-learning area. They were invited to contribute to the study by providing technical advice on usability. The sample of students was submitted to simulations of educational activities in the interfaces of the mobile learning platform AppProva, through which it became possible to investigate user satisfaction regarding system navigability, activity engagement, standardization and consistency of visual elements, and freedom of control over the platform. Finally, the analysis of the results found is carried out, determining the main complexities and limitations present in m-learning, which are: isolation of the student, low battery autonomy, instability of internet connection, excessive effort of vision, distractions and virtual interference, accessibility barriers and, difficulty in correcting errors presented by the system.

Keywords: Usability. Mobile learning. Mobile devices.

1 INTRODUÇÃO

Os dispositivos interativos móveis, caracterizados atualmente por *smartphones*, *tablets* e *notebooks*, vêm dividindo espaço com os *desktops* e notabilizando-se positivamente por meio de sua mobilidade, conectividade e praticidade. Neste sentido, tem-se tornado cada vez mais comum às instituições de ensino o trabalho com alunos que estão em tempo integral conectados à internet por meio de celulares de última geração. Os estudantes estão constantemente cercados por estímulos tecnológicos e produtos digitais que promovem agilidade e rapidez na navegação *web*. Perante este cenário, a adaptação dos conteúdos educacionais para o contexto das interfaces móveis torna-se uma tarefa necessária.

O termo *mobile learning* ou *m-learning* é utilizado para: [...] “denotar ensino através de aparelhos móveis ou dispositivos móveis, possíveis pelos avanços na tecnologia na área da informática.” (TAROUCO; BERCH, 2009, p. 331). Apesar dos aspectos positivos que acompanham as ferramentas modernas, este cenário de inovação pode gerar uma situação problemática para instituições de ensino, pois torna-se desafiador alinhar os métodos tradicionais de aprendizagem à nova realidade digital.

A obtenção de sucesso no desempenho de produtos digitais não se dá somente por meio de suas determinações funcionais, mas requer eficiência na tarefa de adaptação aos contextos humanos. No desenvolvimento de qualquer produto, a usabilidade de interfaces desempenha o papel crucial de promover a Interação Homem-Máquina (IHC). Entretanto, no campo educacional, o design precisa atingir patamares que vão além da interação básica de um sistema, na medida em que se torna necessário compreender que, para o estudante, a educação está inserida também em um contexto emocional. Sendo assim, desenvolver interfaces que se preocupem em criar empatia, familiaridade e afinidade pode trazer resultados positivos em termos educativos, pois o estímulo cognitivo despertado é capaz de influenciar na performance estudantil.

Zuin (2010) levanta interrogações a respeito da importância das novas tecnologias para a educação. Elas podem, de fato, contribuir para este processo, ou é utopia querer adaptar os modelos tradicionais de ensino à nova realidade digital? Talvez as respostas para essas questões relacionem-se com as mudanças proporcionadas pelo desenvolvimento das forças de produção, notadamente as de âmbito tecnológico, transformações estas que ocorrem numa tal velocidade que torna difícil a formação de reflexões mais elaboradas sobre tal processo. Diante deste desenvolvimento acelerado, a expressão, tão comumente usada, de que estamos dentro do “olho

do furacão” não representa mais apenas uma figura de linguagem (ZUIN, 2010).

Uma vez que os *smartphones* se tornaram acessórios triviais no dia a dia da maioria dos jovens e adolescentes, os questionamentos de ZUIN (2010) reforçam a relevância de um processo investigativo em torno das questões tecnológicas atuais envolvidas na aprendizagem. Neste sentido, delimita-se como objetivo geral deste artigo notabilizar os resultados e discussões de uma investigação científica que se desenvolve sobre este eixo temático, tendo em vista que o estudo aqui apresentado é fruto da dissertação de mestrado desenvolvida por Costa (2019). Clarifica-se que o presente artigo corresponde a um recorte desta ampla pesquisa vinculada institucionalmente ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Para os objetivos específicos almeja-se: destacar os benefícios e limitações do *mobile-learning*; evidenciar a relação entre os *smartphones* e as práticas educacionais a partir da perspectiva de alunos e professores; e por fim, proporcionar subsídio teórico-científico para que novos desdobramentos possam ocorrer do campo da Tecnologia e da Educação.

A pesquisa possui um caráter hipotético-dedutivo. Nesta abordagem, formula-se uma hipótese inicial e submete-se esta premissa a testes de falseabilidade. Posteriormente, realiza-se a comparação das conclusões com as predições iniciais, a fim de evidenciar a confirmação ou refutação das conjecturas apresentadas.

Para percorrer este caminho, a metodologia divide-se em três estágios. O primeiro parte de uma revisão bibliográfica que abrange as principais referências científicas, trazendo aspectos válidos que suportam a questão de pesquisa e a hipótese apresentada. Posteriormente, realizou-se uma pesquisa exploratória envolvendo oito participantes, sendo cinco estudantes de curso pré-vestibular (público-alvo) e três especialistas na área de usabilidade móvel, convidados a emitirem um parecer técnico sobre usabilidade. Esta pesquisa de campo objetivou investigar os principais problemas, complexidades e limitações no domínio do *m-learning*.

Por fim, realizou-se uma análise dos resultados obtidos nesta etapa, onde foram apuradas as principais vantagens e desvantagens presentes no processo de interação entre usuário e sistema, permitindo constatar se os resultados corroboram, ou não, com a hipótese apresentada inicialmente. Por último, o estudo aponta/direciona a continuação de novas descobertas científicas relacionadas ao tema a partir das conclusões obtidas.

2 FUNDAMENTAÇÃO

2.1 Visão pedagógica sobre o uso do *mobile learning*

Não é raro encontrar objeções com relação ao uso de dispositivos tecnológicos em sala de aula. Atualmente, o professor vê-se envolto por um processo de virtualização acelerado e muitas vezes assustador (MATEUS; BRITO, 2011). Brauer (2012) é veemente ao posicionar-se a respeito do ensino nas universidades, pois ele acredita que os notebooks estimulam os estudantes a conversarem na aula porque eles podem se esconder atrás da tela. Esse é o motivo pelo qual há uma política de zero tecnologia em seus cursos, cujos notebooks e celulares são proibidos (BRAUER, 2012). Em defesa das tecnologias, Freitas (2010) reitera que os professores precisam se familiarizar com as linguagens e recursos disponíveis na sociedade atual, a fim de torná-los aliados do processo educacional e, de forma criativa e construtiva, integrá-los ao cotidiano escolar (FREITAS, 2010).

Em uma pesquisa desenvolvida por Mateus e Brito (2011), foram realizados estudos de campo para coletar a opinião de docentes sobre a inclusão das tecnologias móveis como instrumento de apoio pedagógico. No estudo em questão, feito com professores de uma escola pública estadual do Paraná, os docentes foram questionados sobre a possibilidade de utilizar dispositivos móveis como ferramenta pedagógica em suas aulas (MATEUS; BRITO, 2011). Sobre os resultados, os autores expressam:

As respostas se dividem em três categorias: há os que se posicionam completamente contra a utilização desses dispositivos em sala de aula e ressaltam todos os possíveis pontos negativos; alguns não se importam com a presença dos equipamentos, mas também não veem nenhum potencial pedagógico; e há também os que utilizam, mesmo que de forma tímida, em explicações, em apresentações de trabalho e até mesmo para pesquisas rápidas durante a explanação do conteúdo (MATEUS; BRITO, 2011, p. 9521).

Uma das professoras explana: [...] “não consigo ver nada de positivo na presença de celulares nas aulas. Antes, me sinto totalmente desconfortável com a possibilidade de ser filmada ou fotografada.” (MATEUS; BRITO, 2011, p. 9521). Outro educador comenta: [...] “confesso que não sei como utilizar em minha disciplina, na verdade nunca pensei nisso.” (MATEUS; BRITO, 2011, p. 9521).

A posição dos docentes diante da possibilidade de utilizar as tecnologias móveis sugere a necessidade de um diálogo maior entre os novos padrões comportamentais da juventude e a cultura de ensino tradicional. Mesmo diante de um mundo atual que utiliza o *cyber*

espaço para operar atividades infinitas via *internet*, inúmeros sistemas de ensino não possuem condições de acompanhar a modernização, ou não estão dispostos a aderir às tecnologias vigentes.

Considerando os diferentes posicionamentos por parte dos educadores, a pesquisa descrita neste artigo concentra parte dos seus esforços em examinar a relação dos educandos com os dispositivos móveis durante as práticas escolares, buscando compreender se o parecer dos alunos é favorável ou desfavorável ao uso destas ferramentas digitais, e se há unanimidade ou divergências de percepção entre este importante grupo que integra a dinâmica educacional.

Torna-se importante ressaltar que o referencial teórico apresentado neste tópico auxilia na familiarização dos autores com o tema investigado, relatando exemplos fenomenológicos que estimulam a compreensão e aproximação do universo da pesquisa. O levantamento exploratório aqui manifestado destaca o cenário diversificado que se constrói a partir da visão dos professores, atuando como um incentivador para que se descubra empiricamente como esse processo se dá com os estudantes.

2.2 Heurísticas e diretrizes para o desenvolvimento de interfaces móveis

Para que a aplicação do Design de Interfaces dentro de um projeto que envolva IHC (Interface Homem Máquina) se desdobre corretamente, algumas heurísticas de usabilidade devem ser levadas em consideração no processo de concepção do projeto. Segundo Nielsen e Mack (1994), heurísticas são regras gerais que objetivam descrever propriedades comuns de interfaces usáveis. Com a finalidade de facilitar a criação de interfaces amigáveis e funcionais, os autores propõem a utilização de dez heurísticas de usabilidade, sendo estas:

- Visibilidade do status do sistema;
- Compatibilidade do sistema com o mundo real;
- Controle do usuário e liberdade;
- Consistência e padrões;
- Prevenção de erros;
- Reconhecimento em vez de memorização;
- Flexibilidade e eficiência de uso;
- Estética e design minimalista;
- Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros;

- Help e documentação.

A partir do hiato bibliográfico observado por Bertini et al. (2006) com relação à escassez de diretrizes para o desenvolvimento de interfaces mobile, os autores aprofundam seus estudos e alcançam resultados significativos. Por meio de um refinamento das regras propostas por Nielsen e Mack (1994), Bertini et al. (2006) desenvolvem oito recomendações aplicáveis ao domínio da usabilidade no segmento *mobile*. Apresenta-se na sequência a lista com estas *guidelines*.

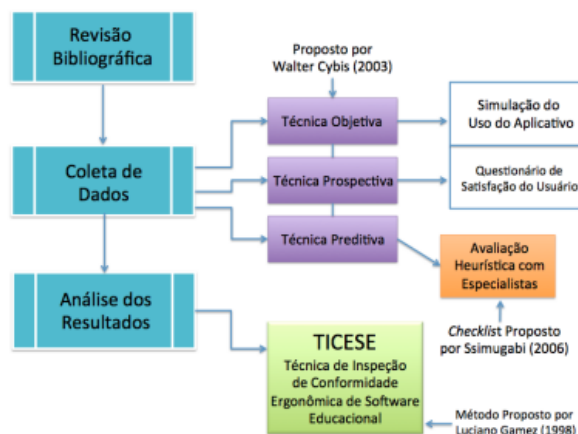
- Visibilidade do status do sistema e facilidade de encontrar o dispositivo móvel;
- Compatibilidade entre o sistema e o mundo real;
- Consistência e mapeamento;
- Boa ergonomia e design minimalista;
- Facilidade de entrada de dados, legibilidade e capacidade de assimilação;
- Flexibilidade, eficiência de uso e personalização;
- Convenções estéticas, sociais e de privacidade;
- Gerenciamento de erros realístico

As heurísticas e diretrizes apresentadas neste tópico atuam como alicerces teóricos que engendram os resultados obtidos na pesquisa. Estas recomendações operam como ferramentas integradoras do processo de análise do estudo apresentado. Por meio das orientações de Nielsen (1994) e Bertini et al. (2006) foi possível avaliar questões de ergonomia e experiência de uso envolvidas no processo de interação entre estudantes e o *m-learning*. Dessa forma, tornou-se possível identificar quais os aspectos de usabilidade previstos por estas diretrizes já estabelecidas alinham-se com as necessidades dos estudantes, e apontar quais novos elementos de interação podem ser incorporados nesses preceitos para que a avaliação de usabilidade se torne ainda mais eficaz.

3 METODOLOGIA

Como já mencionado na primeira seção, a estrutura da pesquisa segmenta-se em três principais etapas: revisão bibliográfica, coleta de dados e análise de resultados. Após a finalização da primeira etapa, levantamento das reflexões teóricas que conduzem a investigação deste estudo, deu-se início à etapa prática da pesquisa, a coleta de dados com usuários e especialistas, conforme exibido na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma estrutural da pesquisa.



Esta segunda etapa apropria-se de três técnicas para realizar a avaliação de usabilidade nas interfaces do *software* (AppProva) selecionado para o estudo: Técnica Objetiva, Técnica Prospectiva e Técnica Preditiva, recomendadas por Cybis (2003) para este tipo de tarefa. As três técnicas em questão subdividem-se respectivamente em três novas práticas: Simulação do Uso do Aplicativo, aplicação de Questionário de Satisfação do Usuário – QSU e Avaliação Heurística com Especialistas.

Na Técnica Objetiva, o avaliador realiza uma simulação de uso do aplicativo com os usuários finais, monitorando-os. Após isso, os dados coletados são interpretados (ABREU, 2010). Já na Técnica Prospectiva, faz-se uma prospecção das opiniões subjetivas dos usuários para avaliar sua satisfação em relação ao sistema – as opiniões são coletadas por meio de questionários e entrevistas aplicados com os usuários (ABREU, 2010).

Desta forma, foram designadas aos estudantes cinco tarefas que propõem uma simulação de uso na plataforma de aprendizagem AppProva, como: escolher disciplinas de interesse e resolver questões didáticas, navegar por diferentes interfaces, localizar recursos disponíveis no app, etc. Após esta atividade de uso e familiarização com o sistema, os estudantes foram questionados sobre a qualidade da interface e outras questões relacionadas à usabilidade. Aplicou-se um Questionário de Satisfação do Usuário, que consiste na avaliação da interação entre o usuário e sistema, “permitindo conhecer as experiências, opiniões e preferências dos usuários, coletando informações sobre a qualidade da interface.” (WINCKLER; PIMENTA, 2001, p. 36).

A terceira técnica, Preditiva (Diagnóstica), ocorre através de inspeções nas interfaces realizadas por espe-

cialistas, destinando-se a prever problemas que os usuários possam enfrentar (ABREU, 2010). Nesta etapa, especialistas em usabilidade foram convidados a contribuir com um parecer técnico relativo à usabilidade do sistema. Para validar esta participação, utilizou-se um modelo de Avaliação Heurística proposto por (NIELSEN; MOLICH, 1990) e adaptado por Ssemugabi (2006) para o contexto do *e-learning*.

A última etapa corresponde à análise dos resultados obtidos durante a coleta dos dados. Para a análise dos dados quantitativos utilizou-se a TICESE (Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de *software* Educacional), idealizada por Gamez (1998). “Diferente de outras técnicas, a TICESE tem um enfoque particular sobre a ergonomia de *software* aplicada a produtos educacionais informatizados. Orienta o avaliador para a realização de inspeção de conformidade ergonômica do *software*.” (GAMEZ, 1998, p. 3).

3.1 Questão de Pesquisa

Considerando o processo de adaptação dos conteúdos educacionais a plataformas *m-learning*, quais os aspectos de usabilidade relacionados aos dispositivos móveis podem dificultar o processo de interação entre as interfaces educacionais e o estudante? As heurísticas atuais para avaliação e desenvolvimento de interfaces consideram de forma satisfatória esse tipo de interação?

3.2 Hipótese

Dispositivos móveis com dimensões de tela pequenas e capacidade informacional, de armazenamento e processamento menores que outras plataformas trazem dificuldades de navegabilidade e execução de tarefas por parte dos usuários.

3.3 Participantes

Os participantes correspondem a cinco estudantes (alunos matriculados em curso pré-vestibular, representantes do público-alvo da pesquisa), e três especialistas em usabilidade (professores universitários que lecionam disciplinas relacionadas à construção de interfaces digitais). Estes últimos atuaram como examinadores técnicos de usabilidade em sistemas *m-learning*, auxiliando na compreensão dos resultados obtidos.

Optou-se por trabalhar com alunos pré-vestibular, já graduados no ensino médio, em função de sua maturidade e experiência escolar, bem como sua familiaridade e contato diário com disciplinas, provas e simulados. Dessa forma, tornou-se possível explorar um número amplo de atividades entre o usuário e o sistema, agre-

gando informações diversificadas a respeito deste processo iterativo.

A faixa etária se estabelece entre 18 e 24 anos. A definição ocorreu baseada no Censo da Educação Superior 2017 divulgado pelo MEC/INEP. De acordo com a instituição, 64,8% de jovens entre 18 e 24 anos ainda não haviam ingressado no ensino superior. Este expressivo percentual levanta indícios importantes, revelando que estudantes pré-vestibular podem potencialmente pertencer a este intervalo etário.

Já o trio de especialistas é composto por professores universitários pertencentes a três diferentes instituições de ensino do estado de Santa Catarina, sendo estas: Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade do Estado de Santa Catarina e Universidade do Vale do Itajaí.

A escolha das universidades baseou-se no bom posicionamento destas instituições segundo os Indicadores de Qualidade do Ensino Superior manifestados pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Em divulgação mais recente, dados do INEP (2021) evidenciam que as três instituições receberam nota máxima em diferentes categorias de avaliação. O fator geográfico também contribuiu para esta definição, visto que o acesso viável e próximo permitiu que as entrevistas presenciais ocorressem sem dificuldades.

3.4 Ferramentas e materiais utilizados

A plataforma de aprendizagem selecionada para viabilizar as inspeções de usabilidade denomina-se “App-Prova”. Consiste em um aplicativo de conteúdos didáticos do ensino médio para *smartphones*, disponível para os sistemas operacionais *iOS* e *Android* (utilizado na versão 4.2.2). A escolha baseou-se no expressivo número de usuários da plataforma (aproximadamente um milhão), na gratuidade e ampla acessibilidade dos recursos, e no conteúdo das atividades educacionais, direcionado para pré-vestibulandos. O *software* fornece simulados e provas preparatórias para o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e vestibulares.

Durante a realização das etapas práticas, utilizou-se um *smartphone*, modelo: *iPhone 6*, marca: *Apple*, Sistema Operacional: *iOS (iPhone Operating System)*, fornecido pelo avaliador, em condições adequadas de bateria, iluminação e conexão com a internet. Além do aparelho, também se utilizou o *software “Go Record”*, com a finalidade de registrar o percurso cognitivo traçado pelos usuários.

Já o conjunto de materiais utilizados para a realização da Avaliação de Usabilidade é composto por: Tarefas de Usabilidade (atividades direcionadas aos partici-

pantes e elaboradas pelo pesquisador); Questionário de Satisfação do Usuário (contendo vinte perguntas elaboradas pelo pesquisador); Avaliação Heurística, proposta por Nielsen e Molich (1990) e adaptada por Ssemugabi (2006).

Estes materiais estão disponíveis *online* para consultas¹. A coleta de dados foi aprovada em Comitê de Ética e o documento da aprovação encontra-se disponível por meio do mesmo acesso *online* mencionado anteriormente.

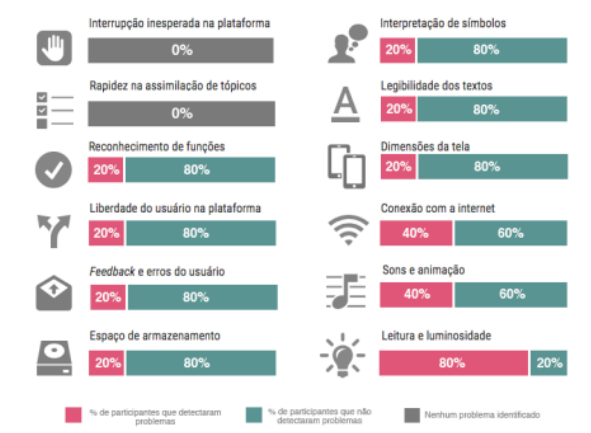
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção busca traçar uma relação entre os resultados obtidos no Questionário de Satisfação do Usuário (com os estudantes) e a Avaliação Heurística (com os especialistas) por meio do cruzamento dos dados, *cross over* das informações, possibilitando, assim, o desenvolvimento de uma análise crítico-reflexiva.

4.1 Entrevista com estudantes

A Figura 2 apresenta um esquema visual ilustrando os resultados encontrados nas respostas dos participantes, relativos às métricas analisadas no Questionário de Satisfação do Usuário (QSU) aplicado com os estudantes.

Figura 2: Resultado da identificação de problemas nas métricas do QSU.



Durante a avaliação destes elementos, verificou-se se as heurísticas de Nielsen (1994) e *guidelines* de Bertini et al. (2006) disponibilizam orientações necessárias para atender às necessidades dos usuários. O Quadro 1 evidencia estes resultados.

¹Link para consulta dos materiais e do documento comprobatório emitido pelo Comitê de Ética: Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1Ki5pPDQ81Abp_Ar8KOF8NAp4c_KxtWYo?usp=sharing>.

Os estudantes também foram questionados a respeito da sua preferência pessoal sobre o uso do *m-learning*. A pergunta do questionário se manifesta da seguinte forma: “você considera mais útil aprender tópicos com este material no celular ou com livros em sala de aula?” A unanimidade das respostas revela que os estudantes elegem os métodos tradicionais de ensino como sendo mais adequados e adaptados às suas necessidades de estudo se comparados com as plataformas móveis de aprendizagem. A totalidade de 100% da audiência respondeu a opção “tenho preferência pelos métodos tradicionais das apostilas impressas”, enquanto que nenhum participante selecionou a resposta “prefiro estudar pelo celular”. As respostas abertas do questionário ampliam a compreensão deste resultado. Um dos estudantes relatou a preferência pelo uso de papel e caneta em função da melhor memorização do conteúdo. Também se relatou que o uso de plataformas móveis se torna eficaz quando utilizadas como uma ferramenta complementar às apostilas da sala de aula.

O contraponto entre a “usabilidade adequada” apresentada pelos índices do QSU e a unanimidade da preferência dos estudantes pelos métodos tradicionais de ensino indica a necessidade de uma reflexão em torno deste aspecto. Ainda que as métricas da análise apresentem resultados favoráveis relacionados com a ergonomia da aprendizagem móvel, os estudantes afirmam não considerar a ferramenta como a sua primeira opção de estudo.

Tal realidade constatada pela pesquisa permite supor que a predileção pelo uso de papel, caneta e manuseio de materiais impressos se relaciona em parte com as intercorrências que acompanham a projeção de um dispositivo móvel, entretanto, a questão principal transpõe as barreiras da usabilidade. O estudo aponta que a motivação pode estar mais relacionada com fatores cognitivos de aprendizagem, como atenção, memorização e organização de ideias. Ações como corrigir, anotar, ler e esquematizar e reorganizar atividades demonstram-se mais atrativas para os estudantes quando dizem respeito a ferramentas analógicas (livros, apostilas, lápis e borracha).

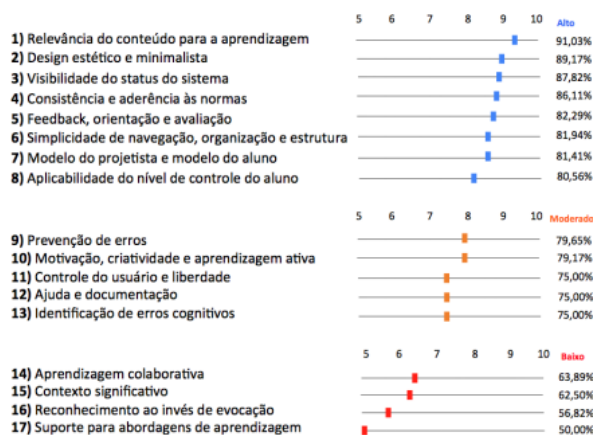
4.2 Avaliação ergonômica dos especialistas

A análise dos especialistas reportou três níveis de conformidade ergonômica: alto, moderado e baixo (vide Figura 3). As métricas da Avaliação Heurística foram catalogadas de acordo com o percentual encontrado através da ferramenta TICESE.

Quadro 1: Correlação das heurísticas e diretrizes de uso com os problemas detectados

Elemento de análise	Foram detectados problemas ?	Há heurísticas/diretrizes relacionadas?	Identificação/aplicação
Legibilidade dos textos e reconhecimento das funções	Sim	Sim	Consistência e padrões: padroniza palavras e funções para que tenham o mesmo sentido em qualquer momento do sistema (NIELSEN, 1994).
Interrupção Inesperada da plataforma	Não	Não	X
Dificuldades de leitura e luminosidade	Sim	Não	X
Liberdade do usuário na plataforma	Sim	Sim	Controle do usuário e liberdade: permite ao usuário ter a liberdade de avançar ou retroceder em etapas do sistema (NIELSEN, 1994).
Feedback e erros do usuário	Sim	Sim	Gerenciamento de erros realístico: proteja o usuário dos erros de interação (BERTINI, 2006).
Espaço de armazenamento	Sim	Não	X
Interpretação de símbolos	Sim	Sim	Convenções estéticas, sociais e de privacidade: leva em consideração aspectos emocionais e estéticos dos usuários que utilizarão o dispositivo” (BERTINI, 2006).
Sons e animação	Sim	Não	X
Rapidez e facilidade de assimilação de tópicos	Não	Sim	Compatibilidade entre o sistema e o mundo real: permita que o usuário entenda a informação sendo exibida de forma correta, por meio de uma disposição de elementos em ordem natural e lógica” (BERTINI, 2006).
Dimensões da tela	Sim	Sim	Boa ergonomia e design minimalista: dispositivos móveis devem ser fáceis de manusear com apenas uma das mãos. Além disso, nenhuma informação desnecessária deve ser exibida ao usuário” (BERTINI, 2006).
Conexão com a internet	Sim	Não	X

Figura 3: Níveis de conformidade ergonômica.



4.3 Vantagens e desvantagens do *m-learning*

Outros aspectos apontados pelo estudo sublinham a facilidade do acesso aos conteúdos didáticos, a possibilidade de quantificar o desempenho do estudante, a perenidade da informação e a iniciativa própria do aluno em buscar conhecimento. Sendo assim, destaca-se que as principais vantagens do *m-learning* são: mobilidade, leveza, imediatismo, autodidatismo, constância, entretenimento e aproveitamento. Mobilidade: o aluno transporta o *smartphone* para onde quiser, não se deparando com barreiras físicas e geográficas; Leveza: o peso de um *smartphone* é mais leve do que apostilas de ensino, livros didáticos e também outros dispositivos de tecnologia, como *notebooks* e *tablets*; Imediatismo: os conteúdos didáticos podem ser acessados rapidamente com apenas poucos cliques; Autodidatismo: o aluno pode estudar por conta própria qualquer disciplina que desejar; Constância: o acesso ao conteúdo está sempre disponível para o aluno, seja na memória física ou na nuvem; Entretenimento: o sistema permite a criação de jogos e atividades com sistema de gamificação; Aproveitamento: monitoramento das atividades por meio de dados mensuráveis que permitem o planejamento de futuras ações de estudos. Além dos aspectos gerais percebidos através da investigação, a pesquisa buscou evidenciar também as características positivas e negativas da plataforma “AppProva”. Foram encontradas, por meio dos resultados deste estudo, 23 especificações positivas sobre a ergonomia e a interatividade do sistema, as quais podem ser visualizadas no Quadro 2:

Já as características do aplicativo que apresentam vulnerabilidades relacionadas ao uso e à interação com o estudante são compostas por 9 itens (Quadro 3).

Como todo dispositivo móvel, sabe-se que os *smartphones* estão sujeitos a apresentar falhas na intera-

ção com o usuário por conta da dependência de fatores externos, como conexão com a internet e a necessidade de uma fonte de bateria para manter o aparelho ligado. Domenciano (2015) aponta que as limitações tecnológicas decorrem do fato de que os dispositivos móveis não foram projetados precisamente para a finalidade de desenvolver atividades pedagógicas. Alguns aspectos detectados na pesquisa confirmam esta constatação da autora e auxiliam na compreensão das desvantagens da prática de aprendizagem por meio deste artefato digital. Sendo assim, as principais desvantagens relacionadas ao *m-learning* detectadas na pesquisa são: isolamento; limitações de uso; condições de iluminação; distrações e barreiras de acessibilidade; e correção de erros. Isolamento: impede que o estudante questione e troque conhecimentos por meio das relações interpessoais com outros alunos e professores. Limitações de uso: conexão com a internet e baixa autonomia da bateria são fatores que podem proporcionar interrupção do fluxo de estudos. Além disso, o risco de falhas no sistema também pode ameaçar a usabilidade do usuário com o *software*. Condições de Iluminação: a leitura contínua dos materiais didáticos pode ser interrompida em função da luz proveniente da tela, configurando desconforto e esforço excessivo da visão. Distrações: aplicativos de uso pessoal e demais recursos de mídia instalados nos dispositivos móveis podem auxiliar na distração e perda de foco por parte dos estudantes. Barreiras de acessibilidade: o uso de dispositivos móveis educacionais pode ser difícil ou ineficiente para usuários que apresentam deficiência ou dificuldade no manuseio do celular. Correção de erros: dificuldade para reportar problemas e solicitar ajuda na plataforma.

O panorama apresentado demonstra que o *m-learning* oferece recursos aproveitáveis aos estudantes, principalmente no que diz respeito ao acompanhamento das métricas de desempenho individual e ao acesso rápido e prático aos conteúdos educacionais.

Não obstante, alguns aspectos do processo de aprendizagem móvel podem afetar a experiência de uso e contribuir para que as atividades didáticas sejam interrompidas neste ambiente virtual. É o caso de algumas propriedades inerentes ao hardware (parte interna do aparelho, formada por componentes eletrônicos), como a conexão sem fio, o consumo de dados móveis e a autonomia da bateria. O tamanho reduzido da tela também pode interferir na leitura, no entanto, a maior dificuldade encontrada refere-se à luminosidade da tela, indicando que o efeito da luz violeta emitida por dispositivos móveis pode provocar esforço excessivo da visão.

Quadro 2: Conjunto de aspectos positivos detectados na plataforma “AppProva”

Nº	Ações Positivas do Sistema
1	O conteúdo mantém o estudante engajado
2	O conteúdo é relevante ao que deve ser aprendido
3	O conteúdo está no nível apropriado do entendimento do aluno
4	As páginas contêm a informação requisitada
5	As informações em cada página não possuem excessos
6	Menus e listas suspensas possuem as opções exigidas para as escolhas
7	O sistema não se comporta de forma inesperada
8	O sistema permite visualizar informações externas durante as atividades (horário, conexão com a internet e percentual de bateria do aparelho)
9	Há consistência no uso dos menus
10	Há consistência no uso do tipo e tamanho das fontes
11	Os gráficos, ícones e imagens são consistentemente usados através do sistema
12	A convenção usada é similar àquelas em outros sistemas que os estudantes costumam utilizar
13	Os gráficos, ícones e imagens são consistentemente usados através do sistema
14	Há consistência no layout do sistema
15	O sistema proporciona feedback em relação às atividades e conhecimentos dos estudantes
16	Informações importantes são colocadas no topo da página
17	O aplicativo sempre direciona para os documentos e páginas corretas
18	A linguagem usada é natural, os termos, frases e conceitos são similares àqueles usados no dia a dia ou no ambiente de estudo
19	O estudante pode decidir o que aprender e o que deixar de lado, dentro do aplicativo
20	O estudante sente um senso de domínio próprio no aplicativo
21	As cores para os links são consistentes com as convenções Web
22	Cada página apresenta todos os botões de navegação necessários, tais como anterior (voltar), próxima e página inicial (home).
23	A metáfora usada corresponde aos objetos ou conceitos do mundo-real, por exemplo, o ícone “simulados” se parece com uma prova

Quadro 3: Conjunto de aspectos negativos detectados na plataforma “AppProva”

Nº	Inconsistências do Sistema
1	O aplicativo não proporciona um fórum de discussão acadêmico com alunos
2	O aplicativo não proporciona um fórum de discussão acadêmico com professores
3	As mensagens de erros não indicam precisamente qual é o problema
4	O procedimento para corrigir um erro específico não é rápido e eficiente
5	Os recursos de ajuda não são fáceis de usar
6	O estudante não tem a possibilidade de questionar
7	O sistema não exibe a numeração de cada questão das disciplinas de conhecimento específico
8	O aplicativo não é usado em combinação com outros meios para dar suporte à aprendizagem
9	O aplicativo não explora o sistema de gamificação de forma atrativa e inovadora

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nenhum dos dois casos estudados foram identificadas violações dos aspectos de ergonomia de usabilidade que comprometessem de forma grave a interação do usuário com o sistema. Foram identificadas, porém, falhas na plataforma capazes de reduzir a qualidade da navegação e, consequentemente, afetar a experiência dos estudantes durante o processo de aprendizagem.

Sendo assim, os resultados obtidos corroboram parcialmente com a hipótese da pesquisa. Pode-se inferir que dispositivos móveis com dimensões de tela pequenas e capacidade informacional, de armazenamento e processamento menores que outras plataformas não trazem dificuldades severas de navegabilidade de execução de tarefas por parte dos usuários, mas carregam em sua natureza tecnológica determinadas características que influenciam a interrupção dos estudos por parte dos estudantes. Os principais problemas encontrados se relacionam com isolamento do aluno, iluminação proveniente da tela que prejudica a prática de leitura, autonomia insuficiente da bateria, dificuldades de solucionar problemas na plataforma e distrações por conta de demais aplicativos instalados no dispositivo.

As heurísticas de Nielsen e Mack (1994), e *guidelines* de Bertini et al. (2006) trouxeram parâmetros que nortearam a análise do estudo. Cabe ressaltar que tais recomendações são pertinentes e fundamentais, no entanto, não se demonstraram inteiramente suficientes em se tratando de contextos específicos. Percebeu-se a necessidade de expandir as recomendações para cobrir aspectos a respeito de: definição de imagens, qualidade do áudio, qualidade dos recursos multimídia, legibilidade dos textos e de notificações.

A unanimidade dos respondentes em relação à preferência por métodos tradicionais de ensino permite deduzir que o maior desafio atual relacionado ao *mobile learning* é de ordem cognitiva e pedagógica. Ainda que os estudantes estejam familiarizados com o uso de dispositivos móveis e não encontrem dificuldades para manipular a ferramenta, ações analógicas como folhear páginas, ler conteúdos em materiais impressos, escrever anotações a próprio punho e o acompanhar as aulas por intermédio de um professor parecem ser mais atrativas aos alunos. Do ponto de vista cognitivo, esta realidade supõe que os métodos tradicionais de ensino são mais eficientes na tarefa de ampliar a capacidade de assimilação e memorização de conteúdo.

Quando utilizado de forma correta, o *m-learning* pode acrescentar positivamente na maneira como os estudantes se instruem. Esta ferramenta móvel tem o potencial de auxiliar os alunos a aprender e se engajar mais com conteúdos didáticos, independente das barreiras

físicas e temporais. Por outro lado, docentes competentes e capacitados são indispensáveis na Era da Informação, tornando essencial o suporte pedagógico promovido pelo ambiente escolar. Dessa forma, cabe às instituições de ensino conciliar as vantagens educacionais proporcionadas pela tecnologia e também pelos métodos habituais de aprendizagem, a fim de maximizar o valor de ambos.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, determinados aspectos revelaram-se importantes para a realização de uma abordagem mais aprofundada. Com o intuito de estender os resultados encontrados no presente estudo, indicam-se alguns tópicos potencialmente importantes para o desdobramento de novas investigações e possíveis futuras descobertas.

Primeiramente, recomenda-se ampliar a amostra de participantes, entrevistar um público-alvo que pertença a diferentes territórios de nível nacional, abrangendo diferentes regiões e instituições de ensino. Desta forma, pode-se incluir novas métricas e parâmetros de avaliação. Recomenda-se também incluir outros *softwares* educacionais na pesquisa. Aplicar o método sugerido pelo estudo, utilizando o QSU e o *checklist* proposto por Ssemugabi (2006) em diferentes aplicativos educacionais para obter uma análise comparativa entre os *softwares*. Os resultados devem servir de base para o desenvolvimento de uma lista indicativa de melhorias em plataformas móveis de educação.

Além disso, torna-se relevante aprofundar os estudos no que tange aos aspectos cognitivos do processo educacional, objetivando ampliar o entendimento acerca da preferência dos estudantes por métodos tradicionais de ensino e acompanhar de forma qualitativa e individualizada a relação entre o desempenho escolar destes estudantes e o uso de *softwares* educacionais no cotidiano escolar.

Ademais, sugere-se o desenvolvimento de heurísticas de usabilidade direcionadas exclusivamente para o desenvolvimento de *softwares* educacionais em dispositivos móveis, haja visto o déficit literário observado neste aspecto.

Por fim, recomenda-se a investigação do uso do *m-learning* voltado à acessibilidade, buscando evidenciar os critérios de inclusão necessários para que as interfaces móveis se tornem cada vez mais acessíveis a todos os estudantes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. C. B. d. **Avaliação de usabilidade em softwares educativos**. Dissertação (Mestrado em Computação) — Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.
- BERTINI, E.; GABRIELLI, S.; KIMANI, S.; CATARCI, T.; SANTUCCI, G. Appropriating and assessing heuristics for mobile computing. In: **Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces**. New York, USA: Annals, 2006. p. 119–126.
- BRAUER, M. **Ensinar na universidade: conselhos práticos, dicas, métodos pedagógicos**. 1. ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2012.
- COSTA, K. N. T. **Ergonomia Aplicada Ao Mobile-Learning: Um Estudo Dos Aspectos De Interação E Usabilidade No Uso De Sistemas Educacionais Em Dispositivos Móveis**. Dissertação (Mestrado em Design) — Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.
- CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2010.
- CYBIS, W. A. **Engenharia de usabilidade: uma abordagem ergonômica**. 1. ed. Florianópolis: Laboratório de Utilizabilidade de Informática, 2003.
- DOMENCIANO, J. F. **Tecnologias móveis na educação: estudo exploratório em duas universidades brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) — Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.
- FREITAS, M. T. Letramento digital e formação de professores. **Educação em revista**, SciELO Brasil, v. 26, n. 3, p. 335–352, 2010.
- GAMEZ, L. T. **Técnica de inspeção de conformidade ergonômica de software educacional**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Humana) — Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Portugal, 1998.
- IBGE. **Pnad. Gráficos elaborados por Deed/Inep**. 2017.
- INEP. **Resultados IGC 2019. Indicadores de Qualidade da Educação Superior**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2021. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_superior/indicadores/resultados/2019/apresentacao_IGC_2019.pdf> Acesso em: 15 ago. 2022.
- MATEUS, M. d. C.; BRITO, G. d. S. Celulares, smartphones e tablets na sala de aula: complicações ou contribuições. In: **X Congresso Nacional de Educação**. Londrina: X EDUCERE, 2011. v. 7, p. 1.
- NIELSEN, J. **Ten usability Heuristics**. 1994.
- NIELSEN, J.; MACK, R. L. **Usability inspection methods**. 1. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 1994. 413–414 p.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**. New York, USA: (CHI '90), 1990. p. 249–256.
- SSEMUGABI, S. **Usability evaluation of a web-based e-learning application: a study of two evaluation methods**. Tese (Mestrado em Sistemas da Informação) — University of South Africa Unisa, South Africa, 2006.
- TAROUÇO, L. T.; BERCH, M. O uso de mobile learning no ensino de algoritmos. **CINTED-UFRGS**, v. 7, n. 2, p. 327–337, 2009.
- WINCKLER, M.; PIMENTA, M. S. Avaliação de usabilidade de sites web. In: **Escola de Informática da SBC Sul (ERI 2002)**. Porto Alegre: Anais, 2001. v. 1, n. 4, p. 85–137.
- ZUIN, A. A. S. O plano nacional de educação e as tecnologias da informação e comunicação. **Educação & Sociedade**, SciELO Brasil, v. 31, n. 112, p. 961–980, 2010.