

# PROPOSIÇÃO DE UM CONJUNTO DE RECOMENDAÇÕES DE USABILIDADE DIRECIONADO AO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS MÓVEIS DE APRENDIZAGEM

## USABILITY RECOMMENDATIONS SET PROPOSITION FOR MOBILE LEARNING SYSTEMS DEVELOPMENT

*Karolina Nunes Tolentino Costa*<sup>1</sup>

*Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos*<sup>2</sup>

*Elton Moura Nickel*<sup>3</sup>

## Resumo

O objetivo deste estudo consiste em propor um conjunto de recomendações de usabilidade específicas para os sistemas móveis de aprendizagem. A partir de uma Revisão Sistemática da Literatura, investigou-se o atual estado da arte acerca do desenvolvimento de heurísticas de usabilidade voltadas a este contexto de uso, e observou-se a aplicabilidade destas diretrizes por meio das interfaces do aplicativo educacional “Encceja”. Como resultado das análises propõe-se um conjunto de dez novas recomendações de usabilidade, integrando aspectos de design, navegabilidade e abordagens didáticas, simultaneamente. Destaca-se como diferencial deste composto de recomendações, a sua integralidade e adaptabilidade de uso, podendo ser aplicado em smartphones e tablets, e adequado para qualquer contexto educacional.

**Palavras-chave:** heurísticas; usabilidade; aprendizagem móvel; design de interfaces

## Abstract

This study proposes a set of usability recommendations for mobile learning systems. A Systematic Literature Review supported usability heuristics research focused on the mobile learning field. The applicability of these guidelines was observed through the interfaces of an educational app called “Encceja”. The work results bring a set of ten new usability recommendations that simultaneously integrate design aspects, navigability, and didactic approaches. It stands out as a differential of this set its completeness and adaptability of use, being able to be applied in smartphones, tablets and also appropriate for any educational context.

**Key-words:** heuristics; usability; mobile learning, interface design

---

<sup>1</sup> karolina.nunnes@gmail.com

<sup>2</sup> flavio.santos@udesc.br

<sup>3</sup> elton.nickel@udesc.br

## 1 INTRODUÇÃO

Os *smartphone* se tornou uma ferramenta de comunicação essencial para as gerações atuais. Os jovens sentem-se incompletos sem a presença desse dispositivo que revolucionou intensamente diferentes áreas do desenvolvimento humano, destacando-se a Educação, os Negócios, a Saúde, os Esportes e o Entretenimento. Em qualquer ocasião e lugar, seja em um ambiente particular ou público, no local de trabalho ou em reuniões de família, as pessoas permanecem integralmente conectadas em seus dispositivos móveis (RATHER; RATHER, 2019).

Corroborando com este preceito, Castells *et al.* (2019) afirmam que os celulares têm se tornado um artefato central na construção da identidade dos jovens. Estes se apropriam rapidamente das tecnologias móveis porque costumam usá-las com intensidade para diferentes propósitos. Desta forma, configuram-se como o maior grupo social que está interligado por comunicações sem fio, o que demonstra o potencial do uso dessa tecnologia.

Com o aumento da disponibilidade destes dispositivos entre estudantes, as instituições de ensino vêm buscando introduzir o uso de aplicativos para facilitar a aprendizagem (KUMAR, GOUNDAR, 2019). Estes *softwares* proporcionam atividades didáticas para todos os níveis educacionais, incluindo desde a educação básica até os cursos de pós-graduação. Os estudantes têm adotado as tecnologias como uma aliada no processo educacional, amplificando situações de aprendizagem e abrindo caminhos para novas possibilidades de compreensão dos conteúdos escolares (SONEGO; BEHAR, 2015).

Em contextos específicos, como na aprendizagem móvel, os esforços devem ser aplicados para compreender os diferenciais de uso destas ferramentas portáteis. Considerando a interação em dispositivos móveis é peculiar e diferente dos computadores de mesa, as características e limitações específicas destes dispositivos precisam ser consideradas no processo de design (ANDRADE, 2021).

Neste sentido, destaca-se a relevância das heurísticas, princípios e recomendações de usabilidade para que usuários alcancem os objetivos do produto/sistema com eficácia, eficiência e satisfação. Verificar se as atuais diretrizes de usabilidade disponibilizadas na literatura consideram as necessidades dos usuários neste contexto de uso específico, se torna uma tarefa significativa.

Diante do exposto, clarifica-se que o objetivo central deste estudo consiste em elaborar um conjunto de recomendações de usabilidade direcionados à sistemas educacionais móveis, aspirando auxiliar o processo de construção e avaliação de interfaces destes ambientes digitais.

Para prosperar neste design, o presente estudo empenhou-se em verificar na literatura científica a existência de heurísticas de usabilidade direcionadas para esta mesma finalidade, e avaliar a aplicabilidade das mesmas por meio de um aplicativo educacional. As interfaces utilizadas neste processo avaliativo pertencem ao aplicativo educacional “Encceja”, definido como objeto de estudo.

Dessa forma, tornou-se possível detectar aspectos de uso que não estão sendo previstos por meio destas heurísticas já estabelecidas e realizar a proposição de um conjunto de recomendações que agregam novos elementos de interação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Design de Interfaces

“Nos dias atuais, o design envolve a produção não só de objetos materiais, mas também de interfaces gráfico-digitais, com as quais o usuário interage no ciberespaço” (QUINTÃO, TRISKA, 2013, p. 105). Os estudos teóricos desenvolvidos por Quintão e Triska (2013) revelam também que a produção de interfaces gráficas se insere na área de atuação do design, já que envolve elementos gráficos e aspectos relacionados à cognição do usuário, indo além da dimensão da engenharia de usabilidade. Pode-se afirmar que o interesse no trabalho de designers é cada vez maior, principalmente devido ao acelerado desenvolvimento das tecnologias da informação e a importância da atenção aos fatores humanos, que foge do foco de concentração de programadores.

A ISO 9241-210/2010 define que o desenvolvimento de sistemas interativos deve se orientar em seis princípios: o projeto deve ser baseado na compreensão explícita dos usuários, das tarefas e dos ambientes; os usuários devem estar envolvidos em todo o processo de desenvolvimento do projeto; o projeto deve ser orientado e refinado por avaliação centrada no usuário; o processo deve ser iterativo; o projeto deve abordar toda a experiência do usuário; a equipe deve ter competências e habilidades multidisciplinares.

Embora não descreva o processo de design em particular e nem garanta a efetividade do design no sistema, estes parâmetros podem favorecer todas as partes interessadas na busca do mais completo design de interfaces, o centrado no usuário (CHAMMAS; QUARESMA; MONT'ALVÃO, 2013).

### 2.2 Heurísticas de Usabilidade

“Os jovens não apenas precisam de uma educação tecnológica digital, como também de uma orientação tecnológica digital” (SOUZA, 2018, p. 53). Neste sentido, interfaces que apresentam soluções intuitivas ampliam as possibilidades de sucesso no uso das plataformas e conseqüentemente no desempenho estudantil.

As heurísticas de usabilidade atuam no papel de consolidar o êxito desta tarefa, buscando garantir que diferentes aspectos ergonômicos envolvidos no processo interativo estejam inclusos nas interfaces. Usabilidade pode ser definida como uma “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação” (ISO 9241-11, 2002, p. 3).

Já as heurísticas de usabilidade são definidas como um conjunto de regras que descrevem propriedades comuns em interfaces, originadas a partir do conhecimento de aspectos computacionais, psicológicos e sociológicos do domínio do problema (NIELSEN; MARCK 1994). Os autores acrescentam que essas regras são utilizadas por especialistas para validar interfaces, [...] “Avaliação Heurística é um tipo de avaliação analítica que envolve o julgamento de um pequeno conjunto de examinadores sobre uma interface em concordância com princípios definidos: as heurísticas de usabilidade” (NIELSEN, 1994, p. 413). Por sua simplicidade e praticidade, podem ser aplicadas desde as primeiras etapas de projetos de interface, mesmo em interfaces ainda não implementadas, e por ser de baixo custo e rápida realização, é um método bastante atraente (PREECE; ROGERS; SHARP, 2013).

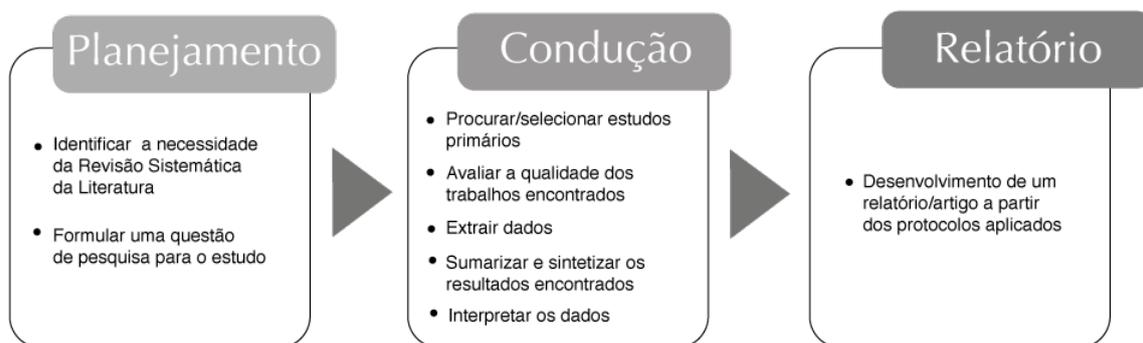
### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo desenvolvido classifica-se como teórico em função da natureza conceitual de sua investigação, e utiliza-se de uma abordagem qualitativa para coletar e manipular os dados apresentados. Quanto ao objetivo, este se caracteriza como exploratório, apoiando-se em fontes bibliográficas e na análise de um objeto de estudo para percorrer o tema abordado.

Para guiar a condução dos procedimentos metodológicos, adotou-se a execução de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). “Trata-se de um tipo de investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis” (GALVÃO; PEREIRA, 2014, p. 183).

Neste sentido, empregou-se o modelo de protocolo de RSL estabelecido pelos autores Kitchenham e Charters (2007). De acordo com as orientações do método, as atividades a serem realizadas segmentam-se em três etapas: (i) Planejamento, (ii) Condução e (iii) Relatório. A Figura 1 ilustra visualmente a sequência e o detalhamento destas três etapas:

Figura 1: Etapas do processo da Revisão Sistemática de Literatura.



Fonte: elaborado com base em Kitchenham e Charters (2007).

#### 3.1 Etapa 1 – Planejamento

Esta primeira etapa do método se inicia com a identificação da necessidade de uma Revisão Sistemática da Literatura. No estudo em questão, a justificativa para o desenvolvimento de uma RSL surge a partir de um encadeamento de reflexões que convergem para a seguinte apuração: i) o desenvolvimento de recomendações de usabilidade requer a compreensão dos caminhos já percorridos anteriormente por outros autores e a observação dos principais elementos de interação já consolidados neste segmento ii) a área de pesquisa é madura e possui publicações suficientes para prover sustentação e embasamento teórico para o estudo proposto iii) não foram encontradas Revisões Sistemáticas de Literatura recentes que se alinhassem integralmente ao propósito deste estudo, fomentando a iniciativa do desenvolvimento próprio de uma RSL por parte dos autores.

Ainda nesta primeira etapa, o método propõe a elaboração de perguntas que

auxiliem na condução da pesquisa a ser realizada. Nesta perspectiva formula-se as seguintes questões:

P1: As heurísticas encontradas na Revisão Sistemática de Literatura são capazes de contemplar (prever e considerar) os apontamentos de usabilidade levantados neste estudo por meio das análises realizadas no objeto de estudo?

P2: Quais novas proposições podem ser elaboradas para que estes conjuntos de heurísticas de usabilidade já existentes se tornem ainda mais eficazes quando aplicados ao desenvolvimento de sistemas educacionais móveis?

### 3.2 Etapa 2 - Condução

Conforme ilustrado na Figura 1, a etapa de Condução preconiza a execução de cinco atividades: Busca e seleção de estudos primários; Avaliação da qualidade dos trabalhos encontrados; Extração de dados; Sumarização e sintetização dos resultados encontrados, e por fim, a Interpretação dos dados.

O protocolo sugerido pelo método foi sequencialmente realizado, detalhando-se a seguir cada uma das atividades.

#### Busca e seleção de estudos primários

A busca sistemática para a seleção dos estudos primários ocorreu em 22/10/2021, se utilizando do Portal de Periódicos Capes como fonte de consulta. Foram consultadas as bases de dados científicas multidisciplinares *Scopus*, *ScienceDirect (Elsevier)*, Biblioteca Digital *ACM* e *IEEE Xplore*. Também foram consultados os portais *Proquest* e *Google Scholar* com o intuito de ampliar o volume de estudos acadêmicos relacionados a área de interesse.

Em todas as bases de dados utilizou-se uma *string* de busca que associa o uso de heurísticas de usabilidade ao contexto da aprendizagem móvel (“heuristic evaluation” OR “usability heuristic” OR “usability checklist”) AND (“mobile learning” OR “educational app”).

O refinamento e seleção dos estudos encontrados se deu por meio da leitura dos títulos, sucedida da leitura dos resumos. A Tabela 1 identifica o número geral de achados em cada uma das bases de dados e a quantidade de estudos pré-selecionados por meio destas ferramentas.

Tabela 1: Número de achados na RSL.

Base de dados	Número de achados	Estudos pré-selecionados
<i>Scopus</i>	4	1
<i>Science Direct</i>	117	3
<i>ACM Digital Library</i>	10	1
<i>IEEE Explorer</i>	7	1
<i>Proquest</i>	20	2
<i>Google Scholar</i>	592	5

Fonte: os autores.

## Avaliação da qualidade dos trabalhos encontrados

Após o refinamento inicial, foram incluídos novos fatores de seleção que auxiliaram na percepção do nível de relevância dos achados para este estudo e da qualidade teórica e técnica destas publicações. Desta forma, especifica-se no Quadro 1 os critérios de inclusão e exclusão definidos nesta etapa:

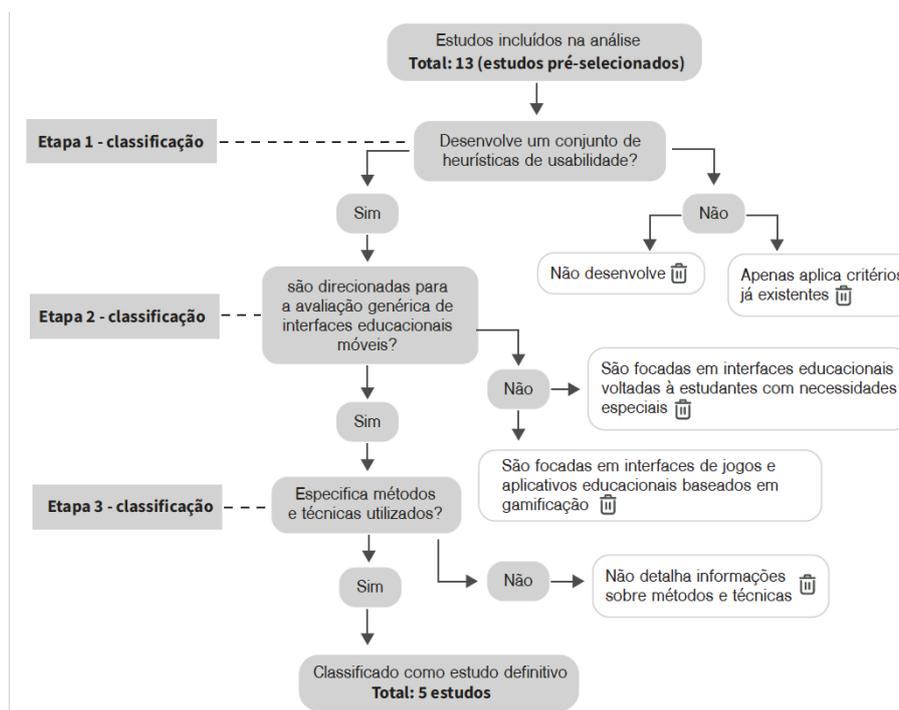
Quadro 1: Critérios de inclusão e exclusão utilizados na RSL.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Artigos publicados em revistas, conferências, congressos e livros revisados por pares	Artigos publicados em simpósios, <i>workshops</i> , seminários ou quaisquer outros eventos que não requisitaram avaliação por pares
Artigos publicados entre 2016 e 2020	Artigos que não apresentaram com clareza o processo de desenvolvimento das heurísticas
Artigos que mencionam o desenvolvimento de um conjunto de heurísticas, recomendações ou <i>checklists</i> de usabilidade voltados para o <i>m-learning</i>	Artigos que não propuseram o desenvolvimento de uma lista de verificação de usabilidade para o contexto do <i>m-learning</i>
Artigos que apresentam heurísticas novas ou adaptadas de tradicionais	Artigos que realizaram apenas uma avaliação de interfaces baseando-se em critérios de usabilidade já prontos

Fonte: os autores.

Para ilustrar essa classificação, desenvolveu-se um diagrama representativo do processo de integração e eliminação dos estudos encontrados, notabilizado por meio da Figura 2.

Figura 2: Diagrama de classificação dos estudos incluídos na RSL



Fonte: os autores.

## Extração de dados

Esta atividade concentrou-se na extração de conhecimento útil dos artigos selecionados em definitivo. Inicialmente, buscou-se compreender os processos envolvidos no desenvolvimento de cada trabalho (método utilizado, participantes envolvidos, instrumentos manipulados, etc.) Posteriormente, o foco da tarefa voltou-se ao registro dos resultados apresentados em cada um dos achados. Este momento foi dedicado a catalogar todas as heurísticas de usabilidade desenvolvidas por meio estudos, relacionando-as entre si e anotando os principais aspectos de usabilidade predominantes em cada uma delas.

## Sumarização e sintetização dos resultados encontrados

Os resultados encontrados por meio da RSL foram sumarizados, organizados por categorias e agrupados por meio de tabelas, disponíveis no tópico de “Resultados e Discussões” deste documento. A primeira tabulação de dados evidencia o código numérico, o título, o autor e o ano de publicação de cada um dos achados. As demais tabulações de dados apresentadas relacionam-se especificamente com as heurísticas de usabilidade encontradas, fornecendo parâmetros de análise que contribuem para a concretização do objetivo do estudo aqui apresentado.

## Interpretação dos dados

A interpretação dos dados compreendeu a análise da aplicabilidade das heurísticas encontradas na RSL por meio das interfaces do aplicativo educacional “Encceja

2021”, esta atividade deu origem ao conjunto de recomendações de usabilidade proposto pelo estudo. A representação gráfica exibida na Figura 3 ilustra os três estágios aplicados nesta atividade.

Figura 3: Estágios aplicados na atividade de Interpretação de dados



Fonte: os autores.

O primeiro estágio consistiu na inspeção de usabilidade do aplicativo selecionado para representar o domínio deste estudo (“Encceja 2021”). Interações com a interface do sistema foram realizadas permitindo detectar problemas de usabilidade que usuários reais não identificariam. O método que se denomina Percurso Cognitivo “implica em realizar tarefas dentro de um determinado sistema e registrar características problemáticas de usabilidade” (ROGERS; SHARP; PREECE, 2002, p. 420, tradução nossa). Sendo assim, um dos autores deste estudo desempenhou o papel de especialista, considerando a sua estreita relação acadêmico-científica com o domínio da Usabilidade de Interfaces.

Para encontrar o maior número de problemas possível, determinou-se que a inspeção deveria ocorrer por todas as telas e caminhos disponíveis no aplicativo. Os conteúdos didáticos, atividades, navegação, dinâmicas e o design deste *software* foram atentamente observados. Algumas atividades foram desempenhadas no sistema, como: procurar por disciplinas, resolver provas e simulados, recorrer ao gabarito de questões de interesse, buscar por fóruns de discussão, dentre outras.

Além da identificação de problemas, prevista pelo método, a inspeção realizada também se dedicou a reconhecer os aspectos positivos apresentados pelo aplicativo. Considera-se que a compreensão dos êxitos obtidos por meio do uso do sistema também auxilia a construção de recomendações de usabilidade, sendo esta tão importante quanto a percepção dos aspectos desfavoráveis.

A partir da conclusão deste primeiro estágio, o estudo prosseguiu para a análise dos cinco conjuntos de heurísticas encontradas: D’Carlo, Barbosa e Oliveira (2017), Limtrairut (2020), Sanz et al. (2016), Kumar e Goundar (2019) e Hujainah et al. (2016). Por meio de um processo comparativo entre a descrição das heurísticas encontradas e o parecer do especialista, tornou-se possível analisar se essas diretrizes prevêm, e concentram-se em evitar, os problemas de usabilidade diagnosticados por meio da inspeção de usabilidade. Além disso, verificou-se se essas normas contemplam os aspectos positivos identificados e preocupam-se em incluir esses elementos amigáveis de interação na construção de sistemas móveis de aprendizagem.

O último estágio desta atividade de Interpretação de dados destinou-se a compor e documentar o conjunto de recomendações de usabilidade. Como consequência de todas as análises realizadas nas etapas anteriores, foram elaboradas dez recomendações de uso. À todas as recomendações atribui-se um título e descrições individuais, destacando os benefícios de usabilidade esperados quando a recomendação é aplicada no seu devido contexto de uso, e em alguns casos, evidenciando problemas de usabilidade que podem surgir caso a recomendação não seja implementada no sistema.

### 3.3 Etapa 3 - Relatório

A partir da execução de todas as etapas previstas pelo método, desenvolveu-se um relato detalhado dos principais aspectos, atividades, agentes e ações envolvidos neste estudo científico, evidenciando o progresso e as conclusões obtidas por meio desta atividade de pesquisa. Desta forma, confere-se a este relatório o papel de ser parte do desenvolvimento das exposições textuais manifestadas neste documento.

## 4 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo utilizado para a análise da aplicabilidade das heurísticas de usabilidade corresponde ao aplicativo “Encceja 2021”, versão 2.0.8, o *software* foi instalado por meio do sistema operacional *Android* de um dispositivo móvel (*smartphone* Motorola *One Fusion*, tela 6,5'). Desenvolvido pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), este aplicativo destina-se a apoiar a preparação de alunos para o Encceja (Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos) que pode ser realizado para pleitear a certificação de conclusão do ensino fundamental e médio.

Este aplicativo disponibiliza um material didático que se estrutura em oito volumes, quatro para o Ensino Fundamental: Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna, Artes, Educação Física e Redação; Matemática; História e Geografia; Ciências Naturais, e quatro para o Ensino Médio: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Redação; Matemática e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Cabe destacar o amplo acesso de usuários a este sistema, contabilizando mais de cem mil *downloads* efetuados no serviço de distribuição digital *Play Store*.

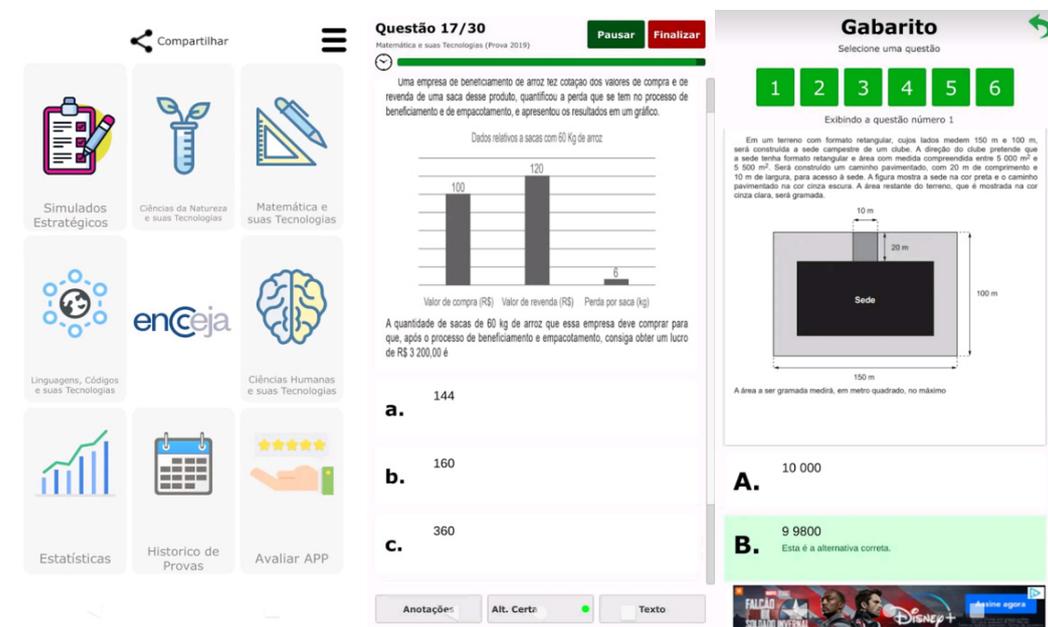
O sistema funciona por meio do princípio de gamificação, mas não se caracteriza exclusivamente como um jogo. Em cada um dos simulados disponíveis o aluno acumula pontos nas questões corretas. Ao concluir a lista de atividades o estudante pode consultar seu desempenho e verificar estatisticamente a quantidade de erros, acertos e questões não respondidas.

O *software* também disponibiliza ao usuário a possibilidade de configurar a interação com o sistema, por meio do recurso “Definições da Partida” é possível definir quantidade de questões e o tempo de resolução do simulado. Esta função também permite que o usuário habilite ou desabilite algumas ferramentas, como o “Bloco de Anotações” (recurso que permite adicionar uma nota, observação ou comentário dentro de uma questão) e “Mostrar Alternativa Certa” (recurso que revela a resposta certa). Além disso, o aplicativo oferece *feedback* imediato em todas as interações realizadas nos simulados e proporciona um retorno sonoro em todos os comandos executados

na interface.

A Figura 4 apresenta três interfaces do aplicativo: a tela inicial com os menus centrais do sistema, uma questão de Matemática e a exibição da tela de gabarito.

Figura 4: Interfaces do aplicativo Encceja 2021.



Fonte: Captura de tela do aplicativo Encceja 2021/ Play Store.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Resultado da busca sistemática por heurísticas de usabilidade

A seleção final dos achados por meio da busca sistemática classificou 5 estudos definitivos para a pesquisa. A Tabela 2 apresenta os resultados da RSL, evidenciando as singularidades de cada estudo no que se refere ao código de identificação, título, autor, e ano de publicação.

Tabela 2: Resultado final da RSL.

Cód.	Título	Autor	Ano
[1]	Proposta de um conjunto de heurísticas para avaliação da usabilidade de aplicativos móveis educacionais	D'Carlo; Barbosa; Oliveira	2017
[2]	<i>Newly developed heuristics to evaluate m-learning application interface</i>	Limtrairut	2020
[3]	<i>A set of usability heuristics and design recommendations for u-learning applications</i>	Sanz et al.	2016
[4]	<i>Usability heuristics for mobile learning applications</i>	Kumar; Goundar	2019

[5]	<i>New usability guidelines with implementation ways of mobile learning application based on mobile learning usability attributes</i>	Hujainah et al.	2016
-----	---	-----------------	------

Fonte: os autores.

O Quadro 2 contextualiza brevemente cada um dos estudos encontrados.

Quadro 2: Contextualização dos estudos definitivos encontrados na RSL.

Cód.	Propósito do estudo	Desfecho do estudo
[1]	Desenvolver e propor um conjunto de heurísticas de usabilidade direcionadas à aplicativos móveis educacionais. As heurísticas elaboradas foram avaliadas por especialistas em Interação Humano-Computador e usuários, permitindo aferir a eficiência e eficácia das mesmas.	O conjunto de heurísticas desenvolvido pelos pesquisadores foi considerado relevante por especialistas da área, reconhecendo sua eficiência de uso e reforçando a sua importância para o domínio educacional móvel.
[2]	Elaborar um conjunto de heurísticas de usabilidade específico para sistemas <i>m-learning</i> . O estudo se baseou nas heurísticas de Nielsen (1995), Benson et al. (2002) e Yanez et al. (2014). Especialistas em Tecnologia da Informação participaram do processo de avaliação das heurísticas propostas no estudo.	Em comparação com heurísticas gerais já existentes, as novas heurísticas desenvolvidas forneceram instruções mais perspicazes relacionadas ao uso de <i>softwares</i> em ambientes <i>mobile</i> , facilitando a apreciação do design de interfaces em sistemas <i>m-learning</i> .
[3]	Apresentar um conjunto de heurísticas desenvolvidas para detectar problemas de uso em aplicações <i>u-learning</i> <sup>1</sup> . As heurísticas foram elaboradas a partir de Cofré (2013), e refinadas por meio de inspeções de usabilidade realizadas por avaliadores peritos em usabilidade.	Os experimentos realizados no estudo provaram a utilidade e eficácia do conjunto de heurísticas de usabilidade desenvolvido. Torna-se necessário validar futuramente as heurísticas por meio de estudos de casos e protótipos.
[4]	Propor um conjunto de novas heurísticas de usabilidade, desenvolvidas a partir de Nielsen (1994), para apoiar a avaliação heurística em aplicativos de aprendizagem móvel. Especialistas em usabilidade com experiência na área de Interação Humano-Computador participaram da etapa de validação dessas heurísticas.	Os resultados indicam que as novas heurísticas podem efetivamente ajudar na identificação de problemas de usabilidade em sistemas <i>m-learning</i> . Recomenda-se testar as heurísticas em um grande número de aplicativos <i>mobile</i> para confirmar esta validação.
[5]	Apresentar um novo conjunto de heurísticas de usabilidade elaborado para auxiliar a apreciação de aplicativos educacionais móveis. Para validar o estudo, especialistas em usabilidade móvel com experiência em sistemas operacionais <i>Android</i> e <i>iOS</i> foram submetidos a sessões de avaliação seguidas de questionários.	O processo de validação com especialistas aponta que as heurísticas desenvolvidas atendem aos padrões de usabilidade de forma eficiente. Estas diretrizes apresentaram êxito na tarefa de identificar problemas de uso relacionados à aprendizagem móvel.

Fonte: os autores.

A partir dos estudos foi encontrado um total de 25 heurísticas de usabilidade exclusivas de cada trabalho, direcionadas ao contexto da aprendizagem móvel. Estas apresentam aspectos relacionados à: avaliação instrucional, recursos de aprendizagem, teoria da aprendizagem, interação síncrona e assíncrona, motivação dos estudantes, dentre outros. A Tabela 3 exibe uma lista com as heurísticas e o código de identificação

<sup>1</sup> *U-learning (ubiquitous learning)*: este termo pode ser compreendido como “aprendizagem onipresente”, que se realiza a qualquer hora e em qualquer lugar. Os dispositivos base para a aprendizagem ubíqua correspondem aos *smartphones*, *tablets* e *notebooks*.

de seus respectivos trabalhos de origem.

Tabela 3: Heurísticas exclusivas dos achados da RSL.

Heurísticas encontradas (exclusivas)	Cód.
Disponibilidade (acesso de qualquer lugar) e Portabilidade	[1]
Facilidade de acesso às funcionalidades	
Adequação da mensagem à funcionalidade e ao usuário	
Aprendizado orientado à um objetivo	
Aprendizagem e recordação no processo de interação	
Disponibilizar diferentes experimentações de aprendizado, incluindo erros	
Motivação	
Consolidação de novos aprendizados	
Fornecer interatividade	
Fundamentar o projeto de aprendizagem na teoria da aprendizagem	
Garantir integração de mídia apropriada	
Fornecer avaliação instrucional	
Fornecer recursos externos	
Fornecer <i>feedback</i>	
Aprendizagem situada	[3]
Continuidade de recursos de aprendizagem	
Conexões e recursos	
Interação síncrona e assíncrona	[4]
Comandos dirigidos por seleção	
Organização de conteúdo	
Representação visual	[5]
Evitar excesso de conteúdo na página	
Projetar um sistema de navegação adequado	
Aproveitar as vantagens e recursos fornecidos por dispositivos móveis	
Design adaptável para vários modelos de <i>smartphone</i>	

Fonte: os autores.

Dentre a totalidade das heurísticas encontradas, observou-se um padrão de repetição de 13 heurísticas em comum entre todos os estudos (vide Tabela 4). Cabe ressaltar a notável relação destas heurísticas com os critérios definidos por Nielsen (1994), deixando evidente a importância deste conjunto de regras básicas para alicerçar e engendrar quaisquer novas recomendações de uso voltadas ao contexto de interfaces *web* e *mobile*.

Tabela 4: Heurísticas em comum entre todos os achados da RSL.

Heurísticas encontradas (em comum)	Cód.
Consistência e padronização	[1] [2] [3] [4] [5]
Visibilidade do status do sistema	[1] [3] [4]
Prevenção de erros	[1] [2] [3] [4] [5]
Flexibilidade e eficiência de uso	[1] [2] [3] [4]
Aprendizagem colaborativa/cooperativa	[1] [3]
Ajuda e documentação	[1] [2] [3]
Compatibilidade entre o sistema e o mundo real	[2] [3] [4]
Controle e liberdade do usuário	[2] [3] [4] [5]
Reconhecimento ao invés de memorização	[2] [4]
Estética e design minimalista	[2] [3] [4]
Diagnóstico e recuperação de erros	[2] [3] [4]
Minimizar a carga de memória do usuário	[3] [5]
Medição de aprendizagem/nível do estudante	[3] [5]

Fonte: os autores.

## 5.2 Resultado da inspeção de usabilidade no aplicativo “Encceja 2021”

Após a análise de usabilidade realizada pelo especialista durante a execução do Percurso Cognitivo nas interfaces do sistema, diagnosticou-se que os principais problemas de usabilidade encontrados se relacionam com as seguintes questões:

- Uso incorreto de imagens (tamanho e qualidade da resolução)
- Excesso de propagandas e *banners* de *marketing*
- Problemas de legibilidade relacionados ao tamanho dos textos
- Falta de padronização em elementos visuais das interfaces
- Indisponibilidade de comunicação com tutores e/ou com outros estudantes para troca de informações por meio da plataforma
- Didática de ensino que se torna fragilizada em função de inúmeras questões que apresentam erros no enunciado e na resposta

Já os aspectos positivos detectados associam-se com os seguintes fatores:

- Estímulo da aprendizagem por meio de desafios engajadores que envolvem gamificação e recompensas
- Retorno sensorial que enriquece e auxilia na experiência de uso
- Possibilidade de acompanhar o auto desempenho através de parâmetros estatísticos e gráficos fornecidos pelo sistema
- Boas soluções de *layout* para que o usuário insira dados de entrada
- Estrutura adequada de navegabilidade, o sistema permite avançar e retroceder etapas com liberdade e fluidez
- Recurso de compartilhamento de links com aplicativos externos
- Autonomia do usuário para configurar o sistema de acordo com as suas prefe-

rências estudantis

- Uso adequado de ícones e recursos gráficos para identificação e reconhecimento rápido dos menus principais do sistema

### 5.3 Resultado da análise de aplicabilidade das heurísticas encontradas

As análises extraídas do objeto de estudo permitiram observar que a maioria dos aspectos negativos e positivos listados pelo especialista não estão sendo englobados integralmente por meio das heurísticas encontradas na RSL. Nenhuma destas diretrizes menciona, por exemplo, a necessidade de prevenir problemas quanto ao excesso de anúncios pagos no sistema que podem provocar distrações no estudante, ou quanto ao uso incorreto de imagens e textos apresentados em questões de provas e simulados.

Diante das observações, apresenta-se no Quadro 3 e do Quadro 4 a relação estabelecida entre os apontamentos realizados pelo especialista e a aplicação das heurísticas já existentes no contexto de uso mencionado.

Quadro 3: Relação entre os apontamentos negativos e as heurísticas encontradas na RSL.

Apontamentos do especialista	Há heurísticas relacionadas?	Identificação da heurística/aplicação	Cód.
Uso incorreto de imagens (tamanho e qualidade da resolução)	Não	X	X
Excesso de propagandas e <i>banners</i> de <i>marketing</i>	Não	X	X
Problemas de legibilidade relacionados ao tamanho dos textos	Não	X	X
Falta de padronização em elementos visuais das interfaces	Sim	<u>Consistência e padronização</u> : manter linguagem-padrão em todas as interfaces, ícones, símbolos e palavras. [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado]	[1] [2] [3] [4] [5]
Indisponibilidade de comunicação com tutores e/ou com outros estudantes para troca de informações por meio da plataforma	Sim	<u>Fornecer avaliação instrucional</u> : oferecer <i>feedback</i> de especialistas. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[2]
		<u>Aprendizagem colaborativa</u> : usuários trabalham juntos para maximizar a aprendizagem. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[1] [3]
Didática de ensino que se torna fragilizada em função de inúmeras questões que apresentam erros no enunciado e na resposta	Não	X	X

Fonte: os autores.

Quadro 4: Relação entre os apontamentos positivos e as heurísticas encontradas na RSL.

Apontamentos do especialista	Há heurísticas relacionadas?	Identificação da heurística/aplicação	Cód.
Estímulo da aprendizagem por meio de desafios engajadores que envolvem gamificação e recompensas	Sim	<u>Motivação</u> : proporcionar ao usuário reforço positivo (elogio, sensação de ganho) e exibir notificações para respostas indesejáveis. Considerar a diversão no processo. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[1]
Retorno sensorial que enriquece e auxilia na experiência de uso	Não	X	X
Possibilidade de acompanhar o auto-desempenho através de parâmetros estatísticos e gráficos fornecidos pelo sistema	Sim	<u>Medição de aprendizagem</u> : avaliar o progresso do aprendizado do usuário. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[3] [5]
Boas soluções de <i>layout</i> para que o usuário insira dados de entrada	Não	X	X
Estrutura adequada de navegabilidade, o sistema permite avançar e retroceder etapas com liberdade e fluidez	Sim	<u>Projetar um sistema de navegação adequado</u> : desenvolver uma navegação fluida e adaptada para aplicativos móveis, evitar a rolagem horizontal nas telas. [Aplica-se integralmente ao contexto mencionado]	[5]
Recurso de compartilhamento de links com aplicativos externos	Não	X	X
Autonomia do usuário para configurar o sistema de acordo com as suas preferências estudantis	Sim	<u>Controle e liberdade do usuário</u> : O usuário deve conseguir desfazer ações, acessar menus e sair do sistema com facilidade. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	2] [3] [4] [5]
Uso adequado de ícones e recursos gráficos para identificação e reconhecimento rápido dos menus principais do sistema	Sim	<u>Representação visual</u> : utilizar imagens, ícones, cores de texto e cores de fundo para ajudar no processo do aprendizado. [Aplica-se parcialmente ao contexto mencionado]	[4]

Fonte: os autores.

Os quadros apresentados evidenciam que 7 apontamentos não estão sendo considerados pelas heurísticas existentes, 5 estão sendo considerados parcialmente, e somente 2 alinham-se integralmente com a aplicabilidade destas diretrizes. Consta-

tou-se, portanto, a necessidade de propor um conjunto de recomendações de usabilidade, se preocupando em promover uma vivência mais fluida e ainda mais frutífera para os usuários destes *cybers* espaços.

### 5.3.1 Proposição de um conjunto de recomendações de usabilidade direcionadas ao desenvolvimento de sistemas móveis de aprendizagem

Utilizou-se como critério de desenvolvimento das recomendações, incluir os apontamentos que não estão sendo previstos pelas heurísticas vigentes e os apontamentos que estão sendo previstos parcialmente. Em comparação com estas heurísticas evidenciadas no Quadro 3 no Quadro 4, as novas recomendações abordam aspectos que se relacionam mais intrinsecamente com o contexto da aprendizagem móvel e com o diagnóstico do especialista.

Cada uma delas foi projetada para orientar o desenvolvimento de interfaces amigáveis e adaptáveis ao uso de estudantes, empenhando-se em prevenir a construção de sistemas inadequados para estes usuários. Suas descrições evitam o uso de conceitos genéricos, inserindo termos que se referem especificamente à finalidade educacional do sistema.

Dessa forma, os resultados deste estudo dão origem a uma lista com 10 recomendações de usabilidade. A Figura 5 manifesta este resultado.

Figura 5: Conjunto de dez recomendações de usabilidade proposto pelo estudo

01	Engajamento por meio de desafios	
02	Comunicação acessível	
03	Retorno sensorial	
04	Acompanhamento de desempenho	
05	Autonomia do usuário e salvamento automático	
06	Uso de pictogramas	
07	Distrações	
08	Uso correto de imagens e boa legibilidade	
09	Estrutura e didática	
10	Entrada de dados	

Fonte: os autores.

Uma explicação detalhada de cada recomendação é apresentada na sequência, incluindo implicitamente em suas definições individuais os benefícios de usabilidade esperados quando aplicada em seu contexto de uso e os problemas típicos de usabilidade relacionados a ela.

**R1. Engajamento por meio de desafios** – o sistema deve proporcionar atividades educacionais que estimulem o esforço, a superação e que incentivem por meio de recompensas a continuidade das atividades já iniciadas pelo usuário.

**R2. Comunicação acessível** – oferecer ao usuário a possibilidade de trocar informações com tutores por meio do sistema e/ou compartilhar externamente *links* do sistema com quaisquer outros usuários de interesse.

**R3. Retorno sensorial** – o sistema deve disponibilizar retorno sonoro e/ou vibracional imediato para cada toque na tela. Selecionar diferentes sons para diferentes contextos, por exemplo: um som para resposta errada, outro para resposta correta.

**R4. Acompanhamento de desempenho** – fornecer ao usuário a visualização de gráficos estatísticos que sintetizem e parametrizem o desempenho obtido nas atividades realizadas (número de erros, número de acertos, percentual geral de atividades completas até o presente momento, tempo gasto nas atividades, etc.).

**R5. Autonomia do usuário e salvamento automático** – o sistema deve permitir que o usuário configure determinadas funções de acordo com suas preferências, por exemplo: definir a quantidade de questões a serem respondidas em determinada prova/quiz, ativar ou desativar recursos de assistência, exibição da resposta correta, tempo para responder, etc. O sistema deve salvar automaticamente todas as preferências do usuário, assim como o andamento de todas as atividades já realizadas até o presente momento.

**R6. Uso de Pictogramas** – utilizar pictogramas/ícones como elementos de apoio para textos e títulos importantes no menu principal do sistema. O uso de representações gráficas facilita a navegação e a rápida identificação do conteúdo.

**R7. Distrações** – Evitar projetar sistemas que permitam a interferência constante do fluxo de estudos por meio de vídeos de propagandas e banners de *marketing*. Optar por sistemas herméticos que priorizem essencialmente as atividades didáticas.

**R8. Uso correto de imagens e boa legibilidade** – Utilizar imagens com resolução mínima de 900 x 900 pixels para *smartphones*, e 1200 x 1200 para *tablets*, caso contrário a imagem poderá aparecer borrada ou embaçada. Respeitar o uso adequado de fontes textuais, permitindo a fluidez da leitura e a compreensão imediata das informações apresentadas.

**R9. Estrutura e didática** – manter a estrutura dos conteúdos didáticos em consonância com os padrões conhecidos pelos estudantes. Exibir textos, provas e atividades

em disposição vertical, ordem lógica e numeração sequencial.

**R10. Entrada de dados** – Permitir que o usuário insira informações no sistema e execute todas as funções disponíveis na tela utilizando apenas uma das mãos.

As recomendações propostas dedicam-se a fornecer determinações específicas, mas que abrangem qualquer tipo de contexto educacional direcionado a sistemas educacionais móveis. Para estruturar a lista de recomendações foram considerados três grandes eixos: navegação e interação com o sistema, design e *layout* de interfaces, e abordagens didática. Como resultado, constrói-se um conjunto de recomendações que reflete o equilíbrio entre o bom uso do sistema e um adequado processo de interação com a aprendizagem.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da Revisão Sistemática de Literatura foi possível realizar um levantamento dos trabalhos realizados em torno deste eixo temático e compreender os atuais desdobramentos neste segmento de pesquisa. Mediante a aplicação dos protocolos de pesquisa de Kitchenham e Charters (2007), foram encontrados cinco estudos de relevância científica que se propuseram a apresentar conjuntos de heurísticas de usabilidade direcionadas ao contexto da aprendizagem móvel.

Os autores destes estudos são oriundos de áreas acadêmicas distintas, mas complementares umas as outras, sendo estas: Ciências da Computação, Sistemas de Informação, Engenharia de *Software* e Tecnologia da Informação. As contribuições prestadas por estes pesquisadores por meio das heurísticas desenvolvidas notabilizam principalmente as disciplinas de Interação Humano-Computador (IHC), Sistemas Interativos e Design Centrado no Usuário (DCU). Estas áreas de estudo abrangem inúmeros aspectos importantes do processo de interação entre usuários e sistemas, mas carecem da colaboração de novos domínios acadêmicos para que se tornem ainda mais integrais.

Neste sentido, o estudo busca acrescentar elementos de interação sob a perspectiva do Design Gráfico, da Usabilidade de Interfaces e das Interações Cognitivas, com o intuito de tornar a experiência de uso ainda mais intuitiva.

Considerando as duas perguntas iniciais que nortearam o estudo, os resultados permitem inferir que dentre os conjuntos de heurísticas encontrados, nenhum cobriu integralmente os apontamentos de usabilidade evidenciados pelo especialista a partir do Percorso Cognitivo no objeto de estudo. Esta percepção abriu caminhos para o desenvolvimento de novas diretrizes complementares às existentes.

Revelou-se necessário propor um conjunto com dez novas recomendações de usabilidade direcionadas para sistemas móveis de aprendizagem. Estes novos critérios de uso distinguem-se dos anteriores por englobarem aspectos cognitivos, sensoriais, estéticos, computacionais e pedagógicos, mesclando elementos de interação entre o aluno e sistema, e aluno e conteúdo.

Também se destaca como diferencial dos resultados aqui apresentados, a flexibilidade de uso das novas recomendações para o desenvolvimento de *softwares* educacionais em diferentes dispositivos móveis, podendo ser aplicado em *smartphones* e *tablets*.

Acredita-se que o desfecho deste estudo contribuirá para o desenvolvimento de novas pesquisas científicas no âmbito da Aprendizagem Móvel, podendo servir de fonte de consulta para pesquisadores que desempenham investigações nesta área de estudo.

Do ponto de vista econômico e social, a lista de recomendações também poderá auxiliar potencialmente o trabalho de designers de interfaces e desenvolvedores *web* em etapas metodológicas da construção de *softwares*, como: Concepção, Análise de Requisitos e Desenvolvimento. Estes profissionais podem usufruir das orientações apresentadas implementando-as na avaliação dos protótipos de interfaces do projeto, e assim evitar o surgimento de pontos críticos de usabilidade no sistema.

Conseqüentemente, os estudantes (usuários finais de aplicativos educacionais) também poderão se beneficiar deste processo, ampliando as possibilidades de interação com a plataforma e otimizando o seu desempenho estudantil. Sendo assim, estima-se que os frutos deste estudo desencadeiem impactos positivos também no setor da Educação.

Por fim, almeja-se para etapas futuras realizar a validação das recomendações propostas com especialistas em usabilidade, mapeando melhorias que possam tornar a experiência de uso nestas plataformas ainda mais agradáveis.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. V. M.; ARAÚJO JUNIOR, C. F.; SILVEIRA, I. F. Estabelecimento de critérios de qualidade para aplicativos educacionais no contexto dos dispositivos móveis (*M-Learning*). **Ead em Foco**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 178-193, 2017.

BENSON, L. *et al.* Usability and instructional design heuristics for e-learning evaluation. In: BARKER, P.; REBELSKY, S. (Org.). World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, 2002. Proceedings of ED-MEDIA, Denver, p. 1615-1621.

CHAMMAS, A.; QUARESMA, M.; MONT'ALVÃO, C. Um enfoque ergonômico sobre a metodologia de design de interfaces digitais para dispositivos móveis. **Arcos Design**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 145-171, 2013.

COFRÉ, J. P. **Usabilidad en u-Learning**. Valparaíso, 2013. Dissertação (mestrado) - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

D'CARLO, D.; BARBOSA, G. A. R.; OLIVEIRA, E. R. Proposta de um conjunto de heurísticas para avaliação da usabilidade de aplicativos móveis educacionais. **Abakós**, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 16-35, 2017.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014.

HUJAINAH, F. *et al.* New usability guidelines with implementation ways of mobile learning application based on mobile learning usability attributes. **Indian Journal of Science and Technology**, Chennai, v. 9, n. 37, p. 1-10, 2016.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **Ergonomics of human system interaction - Part 210**: Human-centred design for interactive systems (9241-210). Génève: ISO, 2010.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **Ergonomic requirements for office work with visual display terminals - Part 11**: Guidance on usability (9241-11). ISO, 2002.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Technical Report, v. 2, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/302924724\\_Guidelines\\_for\\_performing\\_Systematic\\_Literature\\_Reviews\\_in\\_Software\\_Engineering](https://www.researchgate.net/publication/302924724_Guidelines_for_performing_Systematic_Literature_Reviews_in_Software_Engineering). Acesso em: 20 out. 2021.

KUMAR, B. A.; GOUNDAR, M. S. Usability heuristics for mobile learning applications. **Education and Information Technologies**, [s.l], v. 24, n. 2, p. 1819-1833, 2019.

LIMTRAIUT, P. Newly developed heuristics to evaluate m-learning application interface. *In*: 5th International Conference on Information Technology (InCIT), 2020. Chonburi, p. 197-201.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. Elsevier, 1994.

NIELSEN, J; MARCK, R. **Usability inspection methods**. 1ª ed: New York: John Wiley & Sons, 1994.

NIELSEN, J. Usability inspection methods. *In*: Conference companion on human factors in computing systems, 1994. Boston, p. 413-414 Disponível em: [https://rauterberg.employee.id.tue.nl/lecturenotes/0H420/Nielsen\[1994\].pdf](https://rauterberg.employee.id.tue.nl/lecturenotes/0H420/Nielsen[1994].pdf). Acesso em: 20 out. 2021.

NIELSEN, J. 10 usability heuristics for user interface design. **Nielsen Norman Group**, v. 1, n. 1, 1995. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Acesso em: 21 out. 2021.

PREECE, J; ROGERS, Y; SHARP, H. **Design de interação**: além da interação homem-computador. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

QUINTÃO, F. S.; TRISKA, R. Design de informação em interfaces digitais: origens, definições e fundamentos. **Infodesign**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 105-118, 2014.

RATHER, M. K.; RATHER, S. A. impact of smartphones on young generation. **Library Philosophy and Practice**, [s.l] v. 5, n. 4, p. 1-10, 2019.

ROGERS, Y.; SHARP, H; PREECE, J. **Interaction design: beyond human-computer interaction**. New York: John Wiley & Sons, 2002.

SANZ, F. *et al.* A set of usability heuristics and design recommendations for u-learning applications. *In: LAFITI, Shahram (Org.). Information technology: new generations*. Las Vegas: Springer International Publishing, 2016, p. 983-993.

SONEGO, A. H. S.; BEHAR, P. A. *M-Learning: reflexões e perspectivas com o uso de aplicativos educacionais*. *In: Nuevas Ideas en Informática Educativa*. Congresso Internacional de Informática Educativa, 2015. Santiago, p. 521-523.

SOUZA, E. D. A. **Relação de Jovens Com o Saber: o uso de dispositivos móveis para aprender em uma escola profissionalizante do interior do Ceará**. Ceará, 2018, Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará.

YANEZ, G.; CABALLERO, D. C.; SEVILLANO, J. L. Heuristic evaluation on mobile interfaces: a new checklist. **The Scientific World Journal**, London, v. 2014, p. 1-19, 2014.