

CAIO ALMEIDA ABREU

**HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS  
EDUCACIONAIS INFANTIS**

Esta Monografia foi apresentada ao Colegiado do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Dr. Ecivaldo de Souza Matos  
Coorientador: Me. Jean Clemisson Santos Rosa

Salvador  
31 de agosto de 2017

Sistema de Bibliotecas - UFBA

Abreu, Caio A..

Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos Móveis Educacionais Infantis / Caio Almeida Abreu – Salvador, 2017.

82p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Ecivaldo de Souza Matos.

Coorientador: Prof. Me. Jean Clemisson Santos Rosa.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2017.

1. Heurísticas. 2. Interação Criança-Computador. 3. Software Educacional. 4. Design de Interação e Crianças. 5. Interação Humano-Computador. I. Matos, Ecivaldo de Souza. II. Rosa, Jean C. S.. III. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. IV. Título.

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

**CAIO ALMEIDA ABREU**

## **HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS INFANTIS**

Esta Monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação e aprovada em sua forma final pelo Colegiado do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal da Bahia.

Salvador, 31 de agosto de 2017

---

Prof. Dr. Ecivaldo de Souza Matos  
Departamento de Ciência da Computação  
Universidade Federal da Bahia

---

Prof. Me. Jean Clemisson Santos Rosa  
Departamento de Ciência da Computação  
Universidade Federal da Bahia

---

Prof. Dr. Jês de Jesus Fiais Cerqueira  
Escola Politécnica  
Universidade Federal da Bahia

---

Prof. Pedro Kislansky  
Departamento de Ciência da Computação  
Universidade Federal da Bahia

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por iluminar meus caminhos durante toda minha vida, me fortalecendo nas horas de dificuldade e me guiando a todo momento.

Aos meus pais que sempre me apoiaram em minhas decisões com muito amor e confiança.

A Universidade Federal da Bahia que, alinhada ao seu corpo docente, me acolheu ao longo da minha caminhada acadêmica.

Ao meu orientador Dr. Ecivaldo Matos, por todo suporte, pela paciência, pelas correções, pelos incentivos e toda sabedoria compartilhada durante sua orientação.

Ao meu coorientador, o doutorando Jean Rosa, pela sua disposição, pela paciência, pela motivação e pelo valioso apoio me dado durante o processo de orientação.

Aos colegas e amigos do Grupo de Pesquisa e Extensão em Informática, Educação e Sociedade - Onda Digital, pelo suporte, pela disposição em colaborar e por repartirem conhecimentos importantes comigo.

Aos amigos que acompanharam a minha graduação do início ao fim, compartilhando conhecimentos e torcendo pela minha vitória.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, participaram na minha formação, deixo aqui a minha gratidão!



## RESUMO

O número de smartphones em uso no Brasil chega a 168 milhões. Esse é um valor crescente e que traz consigo uma vasta gama de aplicativos móveis pertencentes a diferentes domínios, tais como: educacionais, sociais, bancários, entre outros. Surge então a necessidade de garantir que a usabilidade de um aplicativo adeque-se ao seu domínio. No domínio educacional, parte considerável desses aplicativos abrange diversas idades e desconsidera características intrínsecas à educação infantil, em que crianças têm necessidades de interação diferenciadas e necessidades educacionais específicas. Dessa maneira, esta pesquisa teve o objetivo de adaptar e avaliar heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais ao domínio infantil. Para tal, buscou-se trabalhos relacionados que apresentassem heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais. Dado que não foram encontradas heurísticas de usabilidade específicas para o domínio educacional infantil, foi realizada busca na literatura para identificar elementos caracterizadores do domínio educacional infantil. A partir desse conjunto de dados, foi proposto um novo conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais, considerando as características intrínsecas ao público infantil. Por fim, foram realizadas avaliações das heurísticas com especialistas em Interação Humano-Computador/Informática na Educação e profissionais em Educação Infantil para averiguar a relevância do conjunto proposto. Posteriormente, foram conduzidas novas avaliações de usabilidade com crianças para avaliação dos aplicativos móveis desenvolvidos exclusivamente para esta pesquisa: o *Fantastic Pirates*, projetado sob a aplicação das heurísticas propostas; e o *Fantastic Pirates Educator*, aplicativo de suporte ao anterior para uso dos educadores. Desse modo, o conjunto de heurísticas de usabilidade concebido poderá ser utilizado por pesquisadores e desenvolvedores no design e avaliação da interação de aplicativos móveis educacionais infantis.

**Palavras-chave:** Heurísticas; Interação Criança-Computador; Software Educacional; Design de interação e crianças; Interação Humano-Computador.



## ABSTRACT

The number of smartphones in use in Brazil reaches 168 million. This is a growing value and brings with it a wide range of mobile applications belonging to different domains, such as: educational, social, banking, among others. There then arises the need to ensure that the usability of an application fits into your domain. In the educational domain, a considerable part of these applications covers various ages and disregards the intrinsic characteristics to early childhood education, in which children have different interaction needs and special educational needs. Thus, this research had the objective of adapting and evaluating usability heuristics for mobile educational applications to children's domain. For this purpose, we searched for related works that presented usability heuristics for educational mobile applications. Since specific usability heuristics were not found for the children's educational domain, a search was made in the literature to identify elements that characterize the children's educational domain. From this data set, a new set of heuristics was proposed to evaluate the usability of educational mobile applications, considering the intrinsic characteristics of the children's domain. Finally, heuristics evaluations were carried out with specialists in Human-Computer Interaction, Informatics in Education and professionals in Early Childhood Education to ascertain the relevance of the proposed set. Posteriorly, new usability evaluations were conducted with children to evaluate the mobile applications developed exclusively for this research: Fantastic Pirates, designed under the application of the proposed heuristics; and Fantastic Pirates Educator, an application to support the previous application for use by educators. In this way, the set of usability heuristics designed can be used by researchers and developers in the design and evaluation of the interaction of children's educational mobile applications.

**Keywords:** Heuristics; Child-Computer Interaction; Educational Software; Interaction design and children; Human-Computer Interaction.



# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1—Introdução</b>	1
1.1 Objetivos . . . . .	3
1.1.1 Objetivo Geral . . . . .	3
1.1.2 Objetivos Específicos . . . . .	3
1.2 Questões Éticas . . . . .	4
1.3 Principais Contribuições . . . . .	4
1.4 Organização do Texto . . . . .	4
<b>Capítulo 2—Adaptação de Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos Móveis Educacionais ao Domínio Infantil</b>	7
2.1 Introdução . . . . .	7
2.2 Usabilidade em Softwares Educacionais . . . . .	8
2.3 Metodologia . . . . .	9
2.4 Elementos Caracterizadores do Domínio Infantil . . . . .	10
2.5 Heurísticas para Aplicativos Móveis Educacionais Infantis . . . . .	12
2.6 Validação das Heurísticas . . . . .	14
2.7 Conclusões . . . . .	15
<b>Capítulo 3—Análise de Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos Móveis Educacionais Infantis</b>	17
3.1 Introdução . . . . .	17
3.2 Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos Móveis Educacionais . . . . .	18
3.3 Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos Móveis Educacionais Infantis	19
3.4 Metodologia . . . . .	20
3.5 Resultados . . . . .	21
3.6 Conclusões . . . . .	23
<b>Capítulo 4—Fantastic Pirates: software de apoio ao ensino e a aprendizagem infantil</b>	25
4.1 Cenário de uso . . . . .	25
4.2 Desenvolvimento . . . . .	27
4.3 Apresentação do Software . . . . .	28
4.4 Considerações Finais . . . . .	31

<b>Capítulo 5—Avaliação da Usabilidade do Aplicativo Móvel Educacional Infantil “Fantastic Pirates” com Crianças</b>	33
5.1 Introdução . . . . .	33
5.2 Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos Móveis Educacionais . . . . .	34
5.3 Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos Móveis Educacionais Infantis	35
5.4 Metodologia . . . . .	38
5.5 O Fantastic Pirates sob a Perspectiva das Heurísticas de Usabilidade para Aplicativos Móveis Educacionais Infantis . . . . .	39
5.6 Resultados . . . . .	50
5.7 Conclusões . . . . .	52
<b>Capítulo 6—Considerações Finais</b>	55
<b>Apêndice A—Questionário de Avaliação por Especialistas (psicopedagogos e especialistas em IHC) sobre a Relevância das Heurísticas Propostas</b>	59
<b>Apêndice B—Material de Auxílio ao Especialista/Inspetor</b>	65
<b>Apêndice C—Questionário Aplicado com as Crianças</b>	69
<b>Apêndice D—Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Especialistas</b>	73
<b>Apêndice E—Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Responsáveis</b>	77
<b>Apêndice F—Termo de Autorização de Uso de Imagem e Depoimentos das Crianças</b>	81

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Modelo conceitual de usabilidade técnica e pedagógica (NOKELAINEN, 2006). . . . .	9
2.2	Resultado das respostas do questionário . . . . .	14
4.1	<i>Qrcode</i> (chave de acesso ao <i>quiz</i> ) no FPE e tela de acesso ao <i>quiz</i> no FP . . . . .	27
4.2	Tela inicial, tela de ajustes e tela de entrada no jogo do aplicativo FP . . . . .	28
4.3	Apresentação do enredo, mapa do tesouro e feedback construtivo . . . . .	29
4.4	Subjogos da “Roleta Mágica” e do “Baú Secreto” . . . . .	30
4.5	Adivinhação da “chave do baú”, dicas e tela de fim de jogo . . . . .	30
4.6	Telas de resultados e relatório de erros do software destinado ao educador - FPE . . . . .	31
5.1	Protótipos de baixa e alta fidelidade da tela inicial . . . . .	39
5.2	PBF e PAF da tela que insere o usuário em um determinado jogo . . . . .	40
5.3	Janela <i>popup</i> de ajuda e documentação do <i>software</i> . . . . .	41
5.4	PBF e PAF da tela que introduz a temática lúdica do jogo . . . . .	42
5.5	Mensagem do sistema para prevenção de erros . . . . .	42
5.6	Mensagem do sistema para prevenção de erros . . . . .	43
5.7	PBF e PAF da tela que apresenta feedback às questões do jogo . . . . .	44
5.8	PBF e PAF da tela que apresenta o subjogo “Roleta Mágica” . . . . .	45
5.9	PBF e PAF da tela que apresenta o subjogo “Baú Secreto” . . . . .	46
5.10	PBF e PAF da tela relacionada à adivinhação sobre a chave do baú . . . . .	47
5.11	Tela de dicas que auxiliam a descoberta da “chave do baú” . . . . .	47
5.12	Tela de fim de jogo . . . . .	48
5.13	Tela de ajustes do jogo . . . . .	48
5.14	Resultado das respostas do questionário . . . . .	50
5.15	Tela do subjogo “Roleta Mágica” e Tela de adivinhação do “Baú Secreto” . . . . .	51



## LISTA DE TABELAS

2.1	Conjunto de heurísticas com base nos ECDI . . . . .	10
2.2	Heurísticas para aplicativos móveis educacionais infantis . . . . .	12
3.1	Heurísticas para aplicativos móveis educacionais . . . . .	19
3.2	Heurísticas para aplicativos móveis educacionais infantis. . . . .	20
3.3	Critérios de classificação de usabilidade. . . . .	21
3.4	Classificação da usabilidade do aplicativo. . . . .	22
5.1	Heurísticas para aplicativos móveis educacionais . . . . .	35
5.2	Heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis .	36



## LISTA DE ABREVIACÕES

APP	Aplicativo Móvel
BaaS	<i>Back End as a Service</i>
ECDI	Elementos Caracterizadores do Domínio Infantil
FP	<i>Fantastic Pirates</i>
FPE	<i>Fantastic Pirates Educator</i>
HE	Heurísticas Específicas para Aplicativos Móveis Educacionais Infantis
HG	Heurísticas Genéricas para Aplicativos Móveis Educacionais
IHC	Interao Humano-Computador
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
NOSQL	Banco de Dados Não-Relacional
OE	Objetivo Específico
PAF	Protótipo de Alta Fidelidade
PBF	Protótipo de Baixa Fidelidade
TAUID	Termo de Autorizao de Uso de Imagem e Depoimentos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>



## LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A Questionário de Avaliação por Especialistas (psicopedagogos e especialistas em IHC) sobre a relevância das Heurísticas
- Apêndice B Material de Auxílio ao Especialista/Inspetor
- Apêndice C Questionário Aplicado com as Crianças
- Apêndice D Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Especialistas
- Apêndice E Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Responsáveis
- Apêndice F Termo de Autorização de uso de Imagem e Depoimentos das Crianças



## Capítulo

# 1

## INTRODUÇÃO

Os avanços da computação têm colaborado para o surgimento de novas tecnologias. Esses avanços introduziram a humanidade na era dos dispositivos móveis. Ao longo dos anos, a evolução de hardware e software elevou esses dispositivos a um novo patamar, como é o caso do aparelho celular que se transformou em smartphone. Os diversos smartphones presentes no mercado de telefonia suportam diferentes sistemas operacionais e são capazes de executar diversos aplicativos móveis. A diversidade de aplicativos existentes tem levado à percepção da presença de diferentes domínios intrínsecos a cada aplicativo, tais como educacionais, sociais, bancários, entre outros (D’CARLO; BARBOSA; OLIVEIRA, 2016). A utilização de aplicativos móveis educacionais, por exemplo, vem crescendo e abrindo espaço para o mobile learning, termo utilizado nos estudos de investigação que relacionam mobilidade, aprendizagem e tecnologias móveis (SILVA; GOMES, 2015).

De acordo com Winckler e Pimenta (2002), a escolha de softwares de apoio ao ensino e à aprendizagem não deve se pautar em critérios genéricos. Desse modo, pesquisadores e profissionais de Interação Humano-Computador (IHC) tem se preocupado com a qualidade de uso das tecnologias computacionais interativas, considerando fatores humanos, como os perfis dos usuários, e domínio de aplicação dessas tecnologias. A qualidade de uso, ou de interação, pode ser avaliada por diferentes paradigmas/conceitos. Um dos principais conceitos/categorias de avaliação da qualidade de interação é a usabilidade (NIELSEN, 2012).

De acordo com Nielsen (2012), a usabilidade é um atributo de qualidade que avalia o quão fácil de usar (e de aprender a usar) são as interfaces de usuário. Ainda de acordo com o autor, a palavra “usabilidade” também se refere a métodos para melhoria da facilidade de uso durante o processo de design de interação. Nielsen (2012) ainda afirma que a usabilidade é definida por cinco componentes de qualidade: aprendizagem, eficiência, facilidade de memorização (*memorability*), erros e satisfação. Ainda assim, o conceito de usabilidade pode ser expandido para outras categorias, como usabilidade técnica e usabilidade pedagógica. A usabilidade pedagógica é um subconceito de utilidade enquanto a usabilidade técnica é um subconceito de usabilidade (NIELSEN, 1990).

A preocupação com a usabilidade deve considerar as diferentes categorias de aplicativos móveis e diferentes perfis de usuários. Após realizar pesquisa na literatura, notou-se que a quantidade de produções acadêmicas que contemplam heurísticas para avaliar aplicativos móveis educacionais é ínfimo. Alguns autores enfatizam a escassez de publicações nesse domínio ao afirmarem que “no âmbito de trabalhos direcionados especificamente para aplicativos móveis educacionais não foram encontradas iniciativas similares” (D’CARLO; BARBOSA; OLIVEIRA, 2016, p. 778). Os autores também afirmam que “não foram encontradas heurísticas que abordassem aspectos específicos de usabilidade para os diferentes domínios de aplicativos, sobretudo para os aplicativos educacionais” (D’CARLO; BARBOSA; OLIVEIRA, 2016, p. 780).

Considerando o ano de produção desses trabalhos e a ínfima quantidade de produções acadêmicas que contemplem o domínio de aplicativos móveis educacionais, despertou-se a curiosidade de investigar um domínio ainda mais específico, o domínio educacional infantil.

Essa escolha se destaca visto que parte considerável dos aplicativos existentes abrange diversas idades e desconsidera características intrínsecas à educação infantil, em que crianças têm necessidades de interação diferenciadas e necessidades educacionais específicas (AN et al., 2013). Não foram encontradas produções acadêmicas que contemplem heurísticas de usabilidade para esse domínio. Desse modo, o seguinte questionamento foi levantado: como avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais considerando as características intrínsecas ao público infantil? Para responder essa questão, considerou-se a hipótese de que é possível avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais considerando as características intrínsecas do público infantil por meio de heurísticas de usabilidade específicas.

Sendo assim, a pesquisa aqui apresentada teve como objetivo:

**adaptar e avaliar heurísticas de usabilidade específicas para aplicativos móveis educacionais de uso infantil.**

Para tal, o primeiro objetivo específico desta monografia foi (OE1) identificar na literatura heurísticas de avaliação de usabilidade para aplicativos móveis educacionais. Esse objetivo foi alcançado por meio de uma pesquisa bibliográfica. Concomitantemente, procurou-se (OE2) identificar elementos caracterizadores do domínio infantil. Esse objetivo específico também foi alcançado por meio de uma pesquisa bibliográfica. Posteriormente, utilizando os resultados obtidos nos objetivos anteriores, este trabalho buscou (OE3) propor, adaptar ou reutilizar heurísticas de avaliação de usabilidade para aplicativos móveis educacionais específicas ao domínio infantil. Por fim, o último objetivo consistiu em (OE4) avaliar o conjunto de heurísticas resultante.

A primeira avaliação buscou identificar a relevância das heurísticas propostas para o domínio educacional infantil e fez uso de um questionário para tal (*cf.* Apêndice A). A segunda avaliação, por sua vez, examinou comparativamente um aplicativo educacional infantil utilizando heurísticas genéricas para o domínio de aplicativos móveis educacionais e as heurísticas propostas (mais específicas) para o domínio de aplicativos móveis educacionais infantis. Essa avaliação contou com um material produzido para facilitar o processo avaliativo das heurísticas (*cf.* Apêndice B). Ambas avaliações contaram

com a participação de especialistas em Interação Humano-Computador/Informática na Educação e profissionais em Educação Infantil.

Para dar suporte e averiguar a consistência das heurísticas propostas, foram desenvolvidos dois aplicativos móveis: o *Fantastic Pirates* (FP), criado sob a perspectiva do conjunto de heurísticas proposto neste trabalho, e o *Fantastic Pirates Educator* (FPE). O FPE é um aplicativo que, por meio de funcionalidades voltadas ao contexto educacional, tem como objetivo oferecer suporte aos educadores (pais, responsáveis e professores). Esse aplicativo não foi avaliado, uma vez que as heurísticas de usabilidade propostas objetivam atingir o domínio infantil, enfatizando portanto as crianças. Desse modo, o aplicativo que foi utilizado na etapa avaliativa é o FP. Os usuários-alvo desta avaliação foram crianças de até 10 anos de idade. Essa avaliação foi realizada por meio do método *think-aloud* e questionário (cf. Apêndice C). O questionário utilizou o conjunto de heurísticas proposto como base para suas questões.

A principal contribuição tecnológica deste trabalho são os aplicativos FP e FPE que poderão oferecer suporte ao ensino e à aprendizagem de crianças. Por outro lado, do ponto de vista científico, apresenta-se um conjunto de heurísticas que poderá ser utilizado para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais, considerando as características intrínsecas ao público infantil. Vale ressaltar que esse conjunto de heurísticas poderá ser utilizado para avaliar aplicativos tanto em fase de desenvolvimento quanto aplicativos já desenvolvidos. Desse modo, as heurísticas propostas pretendem aumentar a qualidade de interação humano-computador, considerando características específicas do domínio educacional infantil.

Além da contribuição científica e tecnológica, vale ressaltar o potencial de benefício social, uma vez que a melhoria da usabilidade, por meio das heurísticas propostas nesta pesquisa, podem elevar as tecnologias atuais, especialmente aplicativos móveis, a um novo patamar que compreenda as necessidades educacionais das crianças e melhore a qualidade de interação voltada a esse público. Essas melhorias podem contribuir para a inclusão social, uma vez que escolas e diversas instituições educacionais podem fazer uso deste trabalho para imergir crianças de distintas realidades sociais em um meio educacional que contemple qualidade de interação e diversão.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Adaptar e avaliar heurísticas de usabilidade específicas para aplicativos móveis educacionais de uso infantil.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar heurísticas de avaliação de usabilidade para aplicativos móveis educacionais.
2. Identificar elementos caracterizadores do domínio educacional infantil.
3. Propor, adaptar ou reutilizar heurísticas de avaliação de usabilidade para aplicativos

móveis educacionais para o domínio infantil.

4. Avaliar o conjunto de heurísticas resultante.

## 1.2 QUESTÕES ÉTICAS

Devido ao caráter participativo desta pesquisa, presente na etapa de avaliação com usuários, foi solicitado consentimento a todos participantes da pesquisa (especialistas em IHC, psicopedagogos, crianças e responsáveis), por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para especialistas (*cf.* Apêndice D) e para responsáveis (*cf.* Apêndice E).

As explicações acerca da pesquisa podem ser encontradas no TCLE. Essas explicações envolvem o modo de participação, os objetivos, parecer sobre o pesquisador, os contatos e os esclarecimentos. Os sujeitos foram convidados a participar de modo voluntário e o pesquisador se comprometeu com o sigilo de identidade de todos os participantes. Para isso, foram adotados nomes fictícios para manter o anonimato.

Devido à presença do pesquisador durante todo o processo de avaliação, para manutenção da sua imparcialidade, o pesquisador não interferiu no comportamento dos sujeitos, tampouco nas suas opiniões. Além do TCLE, também foi solicitado o Termo de Autorização de Uso de Imagem e Depoimentos (TAUID) (*cf.* Apêndice F) assinado. Esse termo foi solicitado diretamente aos responsáveis pelas crianças.

## 1.3 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

As principais contribuições deste trabalho são:

- dois aplicativos que poderão oferecer suporte aos educadores na educação infantil;
- um conjunto de heurísticas que poderá ser utilizado para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais tanto em fase de desenvolvimento quanto aplicativos já desenvolvidos considerando características educacionais intrínsecas ao público infantil;
- aplicativo móvel educacional destinado ao público infantil adequado as heurísticas de usabilidade propostas;
- melhoria da qualidade de interação voltada ao público infantil;
- inclusão social, uma vez que escolas e diversas instituições educacionais podem fazer uso deste trabalho para imergir crianças de distintas realidades sociais em um meio educacional que contemple qualidade de interação e diversão.

## 1.4 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho está dividido em 6 capítulos. O Capítulo 2 apresenta a adaptação de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais ao domínio infantil. Esse

capítulo apresenta o conceito de usabilidade em softwares educacionais, elementos caracterizadores do domínio infantil, as heurísticas propostas e sua validação com especialistas em Interação Humano-Computador/Informática na Educação e profissionais em Educação Infantil, a fim de averiguar sua relevância ao contexto apresentado.

O Capítulo 3 apresenta a análise da aplicabilidade de heurísticas específicas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais infantis (HE), as quais se originaram de heurísticas de usabilidade genéricas para aplicativos móveis educacionais (HG). Por meio do método de Avaliação Heurística, especialistas em Interação Humano-Computador avaliaram um aplicativo móvel para educação infantil utilizando as HE e as HG.

O Capítulo 4 trata dos softwares de apoio ao ensino e a aprendizagem infantil desenvolvidos a partir do conjunto de heurísticas proposto nesta pesquisa. São apresentados dois aplicativos móveis, o Fantastic Pirates (FP), destinado às crianças de até 10 anos de idade, e um aplicativo de suporte, destinado aos educadores (professores e responsáveis), o Fantastic Pirates Educator, bem como o cenário de uso e especificações sobre o desenvolvimento dos softwares.

O Capítulo 5 apresenta os resultados da avaliação do FP com crianças e um olhar sobre o desenvolvimento da usabilidade desse aplicativo sob a perspectiva das heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis. Por fim, o Capítulo 6 destina-se às considerações finais deste trabalho.

Os Capítulos de 2 à 5 foram produzidos para a submissão em veículos de divulgação científica de alta relevância para a Computação.



*Artigo submetido ao Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – 2017*

## **ADAPTAÇÃO DE HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS AO DOMÍNIO INFANTIL**

O mercado de aplicativos móveis educacionais apresenta uma gama diversificada de opções destinadas à satisfação de diversos públicos, sobretudo o infantil. Todavia, parte considerável desses aplicativos abrange diversas idades e desconsidera características intrínsecas à educação infantil, em que crianças têm necessidades de interação diferenciadas e necessidades educacionais específicas. Este artigo tem o objetivo de apresentar um conjunto de heurísticas específicas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais infantis. Por meio de avaliações com especialistas em Interação Humano-Computador/Informática na Educação e profissionais em Educação Infantil, foi evidenciada a relevância dessas heurísticas para o contexto apresentado.

### **2.1 INTRODUÇÃO**

A utilização de aplicativos móveis educacionais vem crescendo e abrindo espaço para o *mobile learning*, termo utilizado nos estudos de investigação que relaciona a mobilidade, aprendizagem e tecnologias móveis (SILVA; GOMES, 2015). De acordo com Winckler e Pimenta (2002), a escolha de softwares de apoio aos processos de ensino e de aprendizagem não deve se pautar por metodologias para uma população-alvo genérica; para aprendizagens apenas individuais, controle dos resultados da avaliação, dentre outros, pois não serão precisos devido a ausência do contexto e de outras variáveis, como tipo de aplicação em questão e perfil dos usuários.

Além desses fatores pedagógicos, fatores técnicos, como a usabilidade, devem ser considerados durante a concepção de softwares educacionais. A usabilidade, enquanto categoria de qualidade de Interação Humano-Computador (IHC), é indispensável em softwares educacionais (ROSA; SCHWARZELMÜLLER; MATOS, 2015). Para Coelho e Santoro (2002), a usabilidade é um dos fatores determinantes para o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem mediatizados por softwares educacionais.

Usabilidade, segundo Nielsen (1994), está ligada intrinsecamente com os seguintes atributos: satisfação do usuário, facilidade e memorização da utilização do software, tratamento de erros e a eficiência no uso software. Nesse contexto, Nielsen (1994) apresentou 10 heurísticas de usabilidade e indicou a necessidade de adaptações nas heurísticas propostas para atender sistemas de domínios diferentes. Desse modo, nota-se que a preocupação com a usabilidade deve considerar os diferentes domínios de softwares e diferentes perfis de usuários.

Autores como D’Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) apontaram a insuficiência de heurísticas que abordassem aspectos específicos de usabilidade para os diferentes domínios de softwares, sobretudo para os aplicativos móveis educacionais. A partir dessa evidência, despertou-se o interesse de investigar um domínio ainda mais específico, o domínio educacional infantil. A busca na literatura também indicou carência de heurísticas de usabilidade nesse domínio específico.

Este artigo apresenta a adaptação de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais ao domínio infantil. Essas heurísticas são capazes de considerar as características intrínsecas ao público infantil. Especialistas em IHC e em Educação Infantil efetuaram a validação dessas heurísticas quanto a sua relevância para o contexto de aplicativos móveis educacionais infantis.

No tocante à contribuição social desta pesquisa, acredita-se que a melhoria da usabilidade, a partir das heurísticas propostas, pode elevar as tecnologias atuais, especialmente aplicativos móveis, a um novo patamar de qualidade, voltado às necessidades educacionais das crianças.

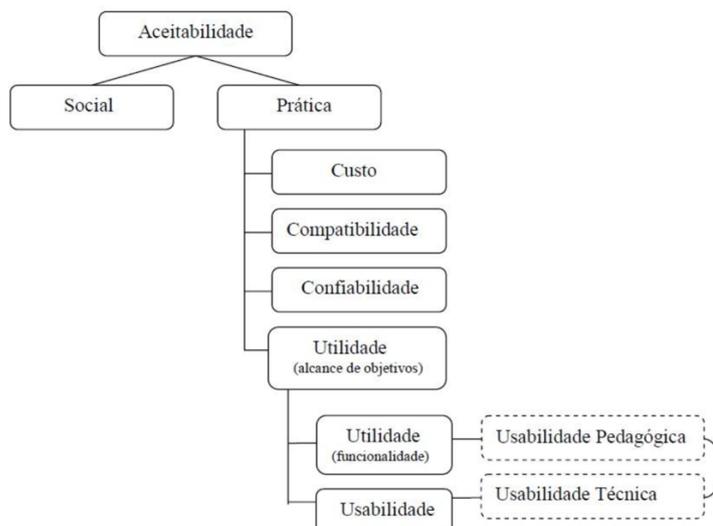
Este artigo está organizado em sete seções. A Seção 2 apresenta o conceito de usabilidade em softwares educacionais. A metodologia de pesquisa será apresentada na terceira seção. Os elementos caracterizadores do domínio infantil e as heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis são apresentadas nas Seções 4 e 5, respectivamente. A Seção 6 apresenta a análise dos resultados da validação das heurísticas, seguida das conclusões e trabalhos futuros, na Seção 7.

## **2.2 USABILIDADE EM SOFTWARES EDUCACIONAIS**

De acordo com Nielsen (1990), quando se trata de softwares educacionais existem dois tipos de usabilidade: a usabilidade técnica e a usabilidade pedagógica. A usabilidade técnica é um subconceito de usabilidade, enquanto a usabilidade pedagógica é um subconceito de utilidade, conforme apresentado na Figura 2.1.

A usabilidade pedagógica está sujeita à satisfação de necessidades educacionais de estudantes e professores. De acordo com Nokelainen (2006), a usabilidade pedagógica de um sistema e/ou material de aprendizagem também depende de propósitos estabelecidos pelo estudante e pelo professor em uma situação de aprendizagem. Nesse contexto, a usabilidade pelo viés pedagógico aborda através da construção do conhecimento, uma perspectiva construtivista-interacionista, em que o estudante participa ativamente na construção do seu saber, tornando-se, por isso mesmo, mais responsável pela sua aprendizagem (PICONEZ, 2010).

A compreensão da diferença entre os conceitos apresentados, sobretudo o da usabili-



**Figura 2.1** Modelo conceitual de usabilidade técnica e pedagógica (NOKELAINEN, 2006).

dade pedagógica, viabilizou a adaptação dos critérios e heurísticas utilizadas nesta pesquisa ao meio educacional infantil, considerando características pedagógicas destinadas ao público-alvo.

### 2.3 METODOLOGIA

A partir da necessidade de adaptação das heurísticas genéricas de usabilidade para contexto e domínios específicos apontada por Nielsen (1994), torna-se relevante que as características do contexto educacional infantil em aplicativos móveis não sejam ignoradas. Desse modo, essa pesquisa originou-se a partir da evidência apontada por D’Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) quanto a carência de heurísticas de usabilidade específicas para avaliar aplicativos móveis educacionais. Essa pesquisa enfatizou o público infantil por meio de quatro etapas metodológicas.

A primeira etapa teve como objetivo investigar na literatura elementos caracterizadores do domínio infantil (ECDI), considerando o uso de tecnologias digitais no processo de aprendizagem das crianças. Para isso foram pesquisados artigos científicos por meio da plataforma de pesquisa Google Scholar<sup>1</sup> com os seguintes termos: “*elementos caracterizadores do domínio educacional infantil*”, “*jogos educacionais infantis*”, “*jogos educacionais domínio infantil*”, “*características educacionais domínio infantil*”, “*elements that characterize the children’s educational domain*”, “*educational characteristics for children*”, “*children’s educational games*”, “*educational games in the children’s domain*”. A partir desta busca, foram encontrados dois artigos fundamentais para esta pesquisa (AN et al., 2013; GOMES et al., 2015). Eles forneceram a fundamentação teórica necessária para a segunda etapa, ou seja, os ECDI.

Na segunda etapa, os ECDI identificados em An et al. (2013) e Gomes et al. (2015)

<sup>1</sup><https://scholar.google.com.br/>

foram selecionados e classificados. Por meio da análise crítica, construiu-se um conjunto harmonizado de heurísticas com base nos ECDI que serviram de *input* para a terceira etapa.

Na terceira etapa foi realizada a comparação entre as heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais propostas por D’Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) com o conjunto harmonizado de heurísticas resultante da segunda etapa. Com essa comparação foi possível propor, adaptar e reutilizar heurísticas de usabilidade que considerem os ECDI.

Em seguida, realizou-se a validação do conjunto de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis (quarta etapa). Para isso foi desenvolvido um questionário, com base em D’Carlo, Barbosa e Oliveira (2016), para avaliar a relevância das heurísticas a partir da seguinte escala: Fortemente Relevante, Relevante, Pouco Relevante e Irrelevante. O questionário foi respondido por seis especialistas, pesquisadores e profissionais de IHC/Informática na Educação e da Educação Infantil. Após a realização do questionário foi realizada entrevista semi-estruturada com cada um dos participantes para entender o motivo da relevância atribuída a cada heurística. Nas seções seguintes são apresentados e discutidos os resultados de cada etapa metodológica.

## 2.4 ELEMENTOS CARACTERIZADORES DO DOMÍNIO INFANTIL

Essa seção apresenta o desenvolvimento e resultado da segunda etapa metodológica desta pesquisa. Os ECDI foram extraídos de Gomes et al. (2015) e An et al. (2013). Gomes et al. (2015) apresentam 10 critérios para avaliar jogos infantis, enquanto An et al. (2013) apresentam um questionário com 15 itens que destacam requisitos de usabilidade e requisitos pedagógicos voltados ao público infantil.

Os ECDI encontrados passaram por uma etapa de análise crítica individual. Para fundamentar a etapa de análise crítica, foram utilizadas citações de diversos autores da literatura especialistas em educação infantil e no desenvolvimento intelectual das crianças, tais como Kishimoto (1994) e Vygotsky (2004), respectivamente. Esta etapa resultou em dois novos conjuntos de ECDI já criticados. Esses conjuntos passaram por um processo de harmonização, o qual eliminou elementos repetidos ou semelhantes, ajustou nomes e descrições de algumas heurísticas e originou heurísticas novas a partir dos elementos apresentados. Essa harmonização resultou em um conjunto de heurísticas com base nos ECDI apresentado no Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Conjunto de heurísticas com base nos ECDI

Heurística	Descrição
1. Facilidade de Uso	Diz respeito ao número de erros cometidos durante a interação do usuário com o sistema.
2. Design da Tela	Atenta à riqueza no layout, considerando sua atratividade, fontes fáceis de reconhecer, bom aproveitamento da tela, boa disposição dos elementos e utilização de cores atraentes.

<b>3. Apresentação da Informação</b>	Facilidade de encontrar as informações básicas do aplicativo como ajuda, configurações, próximas ações, objetivos e documentação.
<b>4. Afetividade</b>	Considera se o aplicativo proporciona um ambiente agradável, com elementos conectados ao mundo infantil, que possam criar laços emocionais entre os alunos e o aplicativo.
<b>5. Motivação</b>	Representa o potencial de motivar o interesse, vontade, desejo e esforço dos alunos.
<b>6. Objetividade</b>	Analisa a maneira na qual são dispostas as metas do jogo ao usuário, bem como a apresentação geral do aplicativo.
<b>7. Papel do Instrutor</b>	Observa o papel do instrutor no uso do aplicativo educacional, se provedor de materiais ou agente facilitador.
<b>8. Controle do Aluno</b>	Avalia a possibilidade do aluno controlar o encadeamento e realização das ações.
<b>9. Aprendizado Cooperativo</b>	Verifica se o aplicativo estimula o trabalho em equipe e a cooperação em algumas partes ou de forma integral, fazendo com que os objetivos possam ser compartilhados e os desafios divididos em uma equipe.
<b>10. Linguagem alvo</b>	A linguagem utilizada deve adequar-se ao público alvo e ao nível de ensino a que esse público se refere.
<b>11. Entretenimento</b>	Utilização de múltiplas mídias, tais como: imagens, animações, vídeos, músicas e sons relacionados a elementos do aplicativo.
<b>12. Uso do Lúdico</b>	O aplicativo apresenta temas lúdicos e explora a abordagem lúdica apresentada pelo tema durante seu uso.
<b>13. Criatividade e Imaginação</b>	Existem diversos caminhos, respostas ou soluções que auxiliam cognitivamente na imaginação e criatividade do usuário.
<b>14. Esforço Cognitivo</b>	Avalia se a criança consegue realizar as ações sem demandar um excesso de esforço cognitivo (nível de concentração, memorização, raciocínio lógico) e se este esforço está de acordo com o público alvo.
<b>15. Sentido Lógico</b>	O aplicativo apresenta regras implícitas ou explícitas que norteiam o sentido lógico da aplicação.
<b>16. Coerência no Conteúdo</b>	O conteúdo é coerente e contextualizado com a área e o nível de ensino propostos. Ele deve colaborar com a aprendizagem do público alvo.

<b>17. Feedback</b>	Oferece feedback construtivo, permitindo ao aluno identificar os erros e acertos, e repensar suas ideias e estratégias quando não forem bem sucedidas. O feedback deve ser agradável e não constrangedor.
---------------------	---

## 2.5 HEURÍSTICAS PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS INFANTIS

Essa seção apresenta o desenvolvimento e resultado da terceira etapa metodológica desta pesquisa. Com a proposta de se alcançar heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis, essa etapa utilizou o conjunto de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais, proposto por D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) e os resultados da Seção 4, os quais apresentam um conjunto de heurísticas com base nos ECDI.

Todos os elementos de cada um dos conjuntos citados foram comparados. Essa comparação teve como finalidade combinar elementos semelhantes e remover elementos duplicados. Essa etapa resultou em um conjunto parcial de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis. Posteriormente, esse conjunto passou por uma etapa final de ajustes que possibilitou a mudança no nome de algumas heurísticas e em suas descrições. Essa última etapa resultou no conjunto final de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis, apresentado no Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Heurísticas para aplicativos móveis educacionais infantis

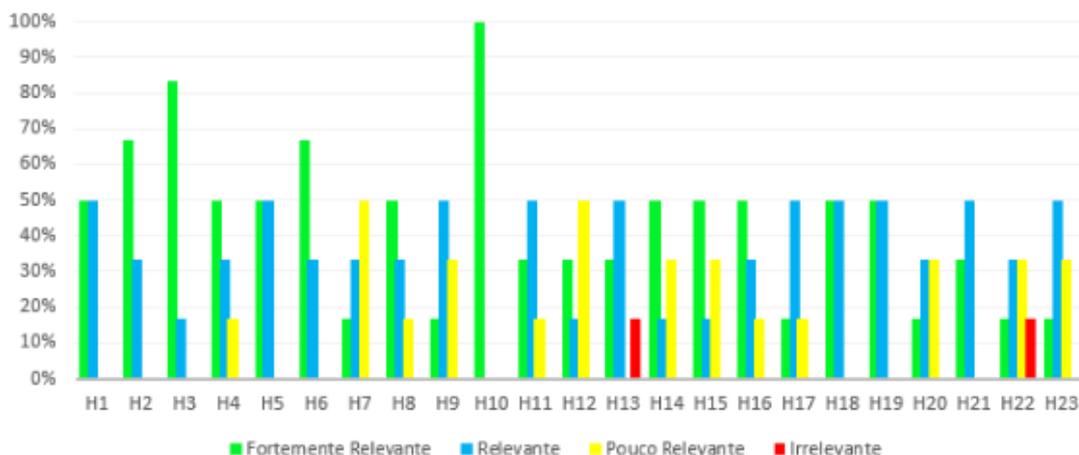
Heurística	Descrição
<b>1. Facilidade de Uso</b>	Facilidade de acesso às funcionalidades. Medido através do número de erros cometidos durante a interação do usuário com o sistema.
<b>2. Design da Tela</b>	Atenta à riqueza no layout, considerando sua atratividade, fontes fáceis de reconhecer, bom aproveitamento da tela, boa disposição dos elementos e utilização de cores atraentes.
<b>3. Apresentação da Informação</b>	Facilidade de encontrar as informações básicas do aplicativo como ajuda, configurações, próximas ações, objetivos e documentação.
<b>4. Afetividade</b>	Considera se o aplicativo proporciona um ambiente agradável, com elementos conectados ao mundo infantil, que possam criar laços emocionais entre os usuários e o aplicativo.
<b>5. Motivação</b>	Representa o potencial de motivar o interesse, vontade, desejo e esforço dos usuários.
<b>6. Aprendizado Orientado a Metas e Objetivos</b>	Analisa se o aplicativo possui metas e objetivos que colaboram com o aprendizado do usuário.

<b>7. Papel do Instrutor</b>	Observa o papel do instrutor no uso do aplicativo educacional, se provedor de materiais ou agente facilitador.
<b>8. Controle do Usuário</b>	Identifica se o usuário tem a liberdade de controlar as ações sobre o software e os seus encadeamentos.
<b>9. Aprendizado Cooperativo</b>	Verifica se o aplicativo estimula o trabalho em equipe e a cooperação em algumas partes ou de forma integral, fazendo com que os objetivos possam ser compartilhados e os desafios divididos em uma equipe.
<b>10. Linguagem alvo</b>	A linguagem utilizada deve adequar-se ao público alvo e ao nível de ensino a que esse público se refere.
<b>11. Entretenimento</b>	Utilização de múltiplas mídias, tais como: imagens, animações, vídeos, músicas e sons relacionados a elementos do aplicativo.
<b>12. Uso do Lúdico</b>	O aplicativo apresenta temas lúdicos e explora a abordagem lúdica apresentada pelo tema durante seu uso.
<b>13. Criatividade e Imaginação</b>	Existem diversos caminhos, respostas ou soluções que auxiliam cognitivamente na imaginação e criatividade do usuário.
<b>14. Esforço Cognitivo</b>	Avalia se a criança consegue realizar as ações sem demandar um excesso de esforço cognitivo (nível de concentração, memorização, raciocínio lógico) e se este esforço está de acordo com o público alvo.
<b>15. Sentido Lógico</b>	O aplicativo apresenta regras implícitas ou explícitas que norteiam o sentido lógico da aplicação.
<b>16. Coerência no Conteúdo</b>	O conteúdo é coerente e contextualizado com a área e o nível de ensino propostos. Ele deve colaborar com a aprendizagem do público alvo.
<b>17. Feedback Construtivo</b>	Oferece feedback construtivo, permitindo ao usuário identificar os erros e acertos, e repensar suas ideias e estratégias quando não forem bem sucedidas. O feedback deve ser agradável e não constrangedor.
<b>18. Disponibilidade e Portabilidade</b>	O aplicativo deve fornecer acesso de qualquer lugar (Disponibilidade) e deve ser capaz de ser executado em diferentes sistemas e dispositivos móveis (Portabilidade).
<b>19. Resposta Imediata e Visibilidade</b>	A aplicação deve fornecer uma resposta imediata à ação do usuário. Esta resposta deve ser visível através da interface do sistema.

<b>20. Adequação de Mensagem à Funcionalidade e ao Usuário</b>	A mensagem deve se adequar às funcionalidades do sistema e às ações tomadas pelo usuário.
<b>21. Prevenção de Erros e Recuperação Rápida do Sistema</b>	O sistema deve prevenir erros e ser capaz de oferecer uma rápida recuperação ao último estado estável ou a um novo estado estável.
<b>22. Aprendizagem e Recordação</b>	Avalia se o usuário é capaz de consolidar novos aprendizados através do uso do aplicativo e recordar as ações e o conteúdo apresentados durante o processo de interação.
<b>23. Diferentes Meios de Aprendizado</b>	O aplicativo fornece diferentes experimentações de aprendizado para o usuário, incluindo o aprendizado via erros construtivos.

## 2.6 VALIDAÇÃO DAS HEURÍSTICAS

Os resultados obtidos por meio do questionário utilizado para avaliar a relevância das heurísticas propostas (Hn), indicam que as heurísticas propostas tiveram um percentual de aceitação de 81,5%. Sendo que, desse percentual de aceitação, 54,5% das heurísticas foram consideradas “Fortemente Relevantes” e 45,5% como “Relevantes” ao contexto de aplicativos móveis educacionais infantis. A Figura 2.2 apresenta um gráfico de resultados que compara cada uma das heurísticas e seus percentuais de relevância conforme indicados no questionário.



**Figura 2.2** Resultado das respostas do questionário

Após a análise dos dados coletados por meio do questionário, foi realizada uma entrevista semi-estruturada individual. Foi questionado aos participantes o motivo da escolha do grau de relevância para algumas das heurísticas que apresentaram divergência na avaliação. Essa etapa foi gravada e transcrita. Após a análise da transcrição, foi possível

destacar algumas considerações concebidas por parte dos avaliadores.

Um dos especialistas indicou que apesar da importância da heurística “**Heurística 7 (Papel do Instrutor)**”, a depender de como as informações são apresentadas no aplicativo, o papel do instrutor pode ser reduzido. Outro especialista reforçou a importância da “**Heurística 14 (Esforço Cognitivo)**” afirmando que um nível muito elevado pode despertar desinteresse na criança, referindo-se ao excesso de esforço cognitivo que é avaliado pela heurística. O especialista advertiu que, por outro lado, “[...] *se tiver um pouco mais de esforço para que a criança consiga entender as coisas, é válido para o aprendizado*”. “*Justamente quando está fácil demais é que não fica interessante*”, complementa outro especialista.

Na “**Heurística 20 (Adequação de Mensagem à Funcionalidade e ao Usuário)**”, os especialistas indicaram que, como o público é infantil, quanto mais intuitivo for o uso do aplicativo, mais fácil será para as crianças o utilizarem. Dessa maneira, quanto menos explicação o sistema tiver que apresentar, melhor será a utilização por parte das crianças. Essa afirmação sugere que mensagens mais curtas podem ser mais adequadas ao público infantil.

## 2.7 CONCLUSÕES

Do ponto de vista científico, o conjunto de heurísticas poderá ser utilizado para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais considerando características intrínsecas ao público infantil. Vale ressaltar que esse conjunto de heurísticas poderá ser explorado para avaliar aplicativos tanto em fase de projeto quanto aqueles já desenvolvidos. Na fase de projeto, essas heurísticas podem ser adaptadas a processos de *design* de interação, de modo a melhorar a qualidade da interação do aplicativo. Ao avaliar aplicativos já desenvolvidos, as heurísticas podem ser úteis ao *redesign* de interação e/ou para desenvolvimento de estratégias de marketing que evidencie a adequação do aplicativo ao público infantil. Desse modo, as heurísticas propostas pretendem aumentar a qualidade de interação entre usuário e sistema levando em consideração o domínio educacional infantil.

Além da contribuição científica, vale ressaltar o potencial de benefício social, uma vez que a melhoria da usabilidade, que ocorre por meio das heurísticas propostas neste artigo, pode elevar as tecnologias atuais, especialmente aplicativos móveis, a um novo patamar que compreenda as necessidades das crianças e melhore a qualidade de interação voltada a este público. Essas melhorias podem contribuir ainda para a inclusão social, uma vez que escolas e diversas instituições educacionais podem fazer uso desta pesquisa para imergir crianças de distintas realidades sociais em um meio educacional que contemple qualidade de interação e diversão.

Como trabalhos futuros, essas heurísticas serão avaliadas por meio de um estudo de caso com crianças, responsáveis e pedagogos ao utilizarem o aplicativo móvel educacional infantil *Fantastic Pirates*, em fase final de desenvolvimento. Posteriormente, o aplicativo descrito passará por uma Avaliação Heurística utilizando as heurísticas propostas por essa pesquisa.



*Artigo submetido ao Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – 2017*

## **ANÁLISE DE HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS INFANTIS**

O mercado de aplicativos móveis educacionais apresenta uma gama diversificada de opções destinadas à satisfação de diversos públicos, sobretudo o infantil. Todavia, parte considerável desses aplicativos abrangem diversas idades e desconsideram características intrínsecas à educação infantil, em que crianças têm necessidades de interação diferenciadas e necessidades educacionais específicas. Este artigo tem o objetivo de verificar a aplicabilidade de um conjunto de heurísticas específicas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais infantis (HE), o qual originou-se a partir de um conjunto de heurísticas genéricas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais (HG). Por meio do método de Avaliação Heurística, especialistas em Interação Humano-Computador avaliaram um aplicativo utilizando ambos os conjuntos e constataram que o percentual de heurísticas violadas na avaliação realizada com as HE foi superior em relação às violações das HG. Desse modo, foi evidenciado que o grau de cobertura das HE é maior para o domínio infantil.

### **3.1 INTRODUÇÃO**

O uso de aplicativos móveis com propósito educacional tem se destacado e fortalecendo o *mobile learning*, termo utilizado nos estudos relacionados à mobilidade, aprendizagem e tecnologias móveis (SILVA; GOMES, 2015). Nesse contexto, autores como Winckler e Pimenta (2002), apontam a necessidade de sair do campo genérico para o específico ao indicarem que a escolha de softwares de apoio aos processos de ensino e de aprendizagem não deve se pautar em metodologias para uma população-alvo genérica, pois não seriam precisos devido a ausência do contexto e de outras variáveis, como tipo de aplicação em questão e perfil dos usuários.

Além desses fatores pedagógicos, fatores técnicos relacionados à qualidade de interação, como a usabilidade, por exemplo, devem ser considerados durante a concepção de softwares educacionais. A usabilidade, enquanto categoria de qualidade de Interação

Humano-Computador (IHC), é indispensável em softwares educacionais (ROSA; SCHWARZELMÜLLER; MATOS, 2015). Para Coelho e Santoro (2002), a usabilidade é um dos fatores determinantes para o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem mediados por softwares educacionais.

Segundo Nielsen (1994), a usabilidade está relacionada intrinsecamente com os seguintes atributos: satisfação do usuário, facilidade e memorização da utilização do software, tratamento de erros e a eficiência no uso software. Nesse contexto, Nielsen (1994) apresentou 10 heurísticas de usabilidade e indicou a necessidade de adaptações nas heurísticas propostas para atender sistemas de domínios diferentes. Nota-se, portanto, que a preocupação com a usabilidade deve considerar os diferentes domínios de softwares e diferentes perfis de usuários.

Na literatura, autores como D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) apontam a insuficiência de heurísticas que abordassem aspectos específicos de usabilidade para os diferentes domínios de softwares, sobretudo para os aplicativos móveis educacionais. Com base nessa evidência, esses autores propuseram heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais (HG).

A partir da evidência referida por D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016), foi investigada e evidenciada a carência de heurísticas para um domínio ainda mais específico: o educacional infantil (ABREU; ROSA; MATOS, 2017a). Nesse contexto, os autores Abreu, Rosa e Matos (2017a) propuseram heurísticas de usabilidade para avaliar aplicativos móveis educacionais infantis (HE).

Este artigo tem como objetivo apresentar resultados de um estudo experimental comparativo entre as HG e as HE. Essa comparação foi realizada por meio da aplicação do método de Avaliação Heurística, um método empírico utilizado para avaliar a qualidade da interação conforme um conjunto de heurísticas que buscam potencializar a usabilidade da interface e da interação, segundo Nielsen (NIELSEN, 1994).

Foi possível notar que o percentual de heurísticas violadas na avaliação realizada com as HE foi superior em relação às violações das HG, sobretudo no tocante às heurísticas destinadas especificamente ao público infantil. Desse modo, foi evidenciado que o grau de cobertura das HE é maior que as HG e capaz de abranger o domínio infantil.

### **3.2 HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS**

D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) apontam insuficiência de heurísticas que abordem aspectos específicos de usabilidade para os diferentes domínios de softwares, sobretudo para os aplicativos móveis educacionais. Esses autores propuseram um conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais (HG).

Para a criação desse conjunto, os autores consideraram três perspectivas: (1) heurísticas genéricas para aplicativos móveis, por descreverem requisitos básicos de usabilidade para a interface de qualquer tipo de aplicativo; (2) requisitos de usabilidade de sistemas educacionais apresentados por Nokelainen (2006) e Silveira e Carneiro (2012); e (3) o conhecimento de um especialista em educação.

O conjunto resultante de HG é apresentado na Tabela 3.1. Posteriormente, essas

heurísticas passaram por avaliações com especialistas em Interação Humano-Computador e Educação, com intuito de compreender sua relevância no contexto educacional, além de Avaliação Heurística e teste com usuários.

**Tabela 3.1** Heurísticas para aplicativos móveis educacionais

<b>Cód</b>	<b>Nome</b>
HG1	Consistência e bom aproveitamento do espaço da tela
HG2	Disponibilidade (Acesso de qualquer lugar) e Portabilidade
HG3	Facilidade de acesso às funcionalidades
HG4	Resposta Imediata e Visibilidade
HG5	Adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário
HG6	Prevenção de erros e recuperação rápida ao último estado estável
HG7	Aprendizado orientado a um objetivo
HG8	Aprendizagem e Recordação no processo de Interação
HG9	Controle de aprendizado e Flexibilidade
HG10	Disponibilizar diferentes experimentações de aprendizado, incluindo erros
HG11	Aprendizado cooperativo/colaborativo
HG12	Motivação
HG13	Consolidação de novos aprendizados (Aplicabilidade)
HG14	Ajuda e documentação

### 3.3 HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS INFANTIS

Por meio do artigo de D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016), o qual propôs um conjunto de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais (HG), e de elementos caracterizadores do domínio infantil, extraídos dos artigos de Gomes et al. (2015) e An et al. (2013), Abreu, Rosa e Matos (2017a) conceberam um conjunto de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis (HE).

A concepção dessas heurísticas ocorreu por meio de etapas de análise crítica dos elementos, a qual utilizou citações de diversos autores da literatura especialistas em educação infantil e no desenvolvimento intelectual das crianças, tais como Kishimoto (1994) e Vygotsky (2004), respectivamente. Houve ainda um processo de *harmonização*, o qual eliminou elementos repetidos ou semelhantes, ajustou nomes e descrições de algumas heurísticas e originou heurísticas novas a partir dos elementos apresentados.

O conjunto resultante de HE considera características intrínsecas ao público infantil e é apresentado no Tabela 3.2. Para compreender sua relevância no contexto educacional infantil, essas heurísticas passaram por avaliações com especialistas em IHC, Informática na Educação e profissionais/pesquisadores em Educação Infantil como apresentado por Abreu, Rosa e Matos (2017a). Seguindo o contexto avaliativo, este artigo apresenta um estudo experimental a fim de comparar as HG e as HE, quanto a adequação e grau de cobertura ao domínio infantil.

**Tabela 3.2** Heurísticas para aplicativos móveis educacionais infantis.

<b>Cód</b>	<b>Nome</b>
HE1	Facilidade de Uso
HE2	Design da Tela
HE3	Apresentação da Informação
HE4	Afetividade
HE5	Motivação
HE6	Aprendizado Orientado a Metas e Objetivos
HE7	Papel do Instrutor
HE8	Controle do Usuário
HE9	Aprendizado Cooperativo
HE10	Linguagem alvo
HE11	Entretenimento
HE12	Uso do Lúdico
HE13	Criatividade e Imaginação
HE14	Esforço Cognitivo
HE15	Sentido Lógico
HE16	Coerência no Conteúdo
HE17	Feedback Construtivo
HE18	Disponibilidade e Portabilidade
HE19	Resposta Imediata e Visibilidade
HE20	Adequação de Mensagem à Funcionalidade e ao Usuário
HE21	Prevenção de Erros e Recuperação Rápida do Sistema
HE22	Aprendizagem e Recordação
HE23	Diferentes Meios de Aprendizado

### 3.4 METODOLOGIA

Para avaliar as HE foi realizado um estudo experimental baseado em D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016). Nesse contexto, foi planejada a comparação entre as HE (ABREU; ROSA; MATOS, 2017a) e as HG (D'CARLO; BARBOSA; OLIVEIRA, 2016).

Para classificar a usabilidade do aplicativo foram utilizados critérios criados por Knoll

(2014) e apresentados na Tabela 3.3. Vale salientar que, segundo Nielsen (1994), a não detecção de uma violação heurística não atesta que ela não exista.

**Tabela 3.3** Critérios de classificação de usabilidade.

% de heurísticas violadas	Classificação
Menor ou igual a 25% do total	Muito boa
Maior que 25% e menor ou igual a 50%	Boa
Maior que 50% e menor que 75%	Ruim
Maior ou igual a 75%	Péssima

A escolha do aplicativo móvel avaliado seguiu os seguintes critérios: (1) aplicativo para plataforma Android; (2) estar na categoria Educacional do *Google Play*; (3) ser educacional; (4) destinado ao público infantil; (5) em português; (6) ser avaliado por pelo menos 75 mil usuários; (7) ter nota entre 4,0 e 5,0 na avaliação total de usuários do *Google Play*; (8) ter um número de downloads superior a 10 milhões.

A partir desses critérios foi escolhido o aplicativo *Tabuada de multiplicar*<sup>1</sup>. Esse aplicativo é um *quiz* matemático de cunho educacional, destinado a aprendizagem e desenvolvimento do raciocínio lógico em crianças. O aplicativo possui quatro modalidades: aventura, estudo, desafio matemático e duelo. Nessa última, é possível que duas crianças joguem simultaneamente o mesmo jogo em um único dispositivo móvel. Todas as modalidades treinam as habilidades das crianças em operações de multiplicação.

Nielsen (1994) recomenda que para a avaliação heurística de usabilidade participem entre três e cinco especialistas em IHC. Nesse contexto, para participar deste experimento, foram convidados seis estudantes de pós-graduação em Ciência da Computação (dois de doutorado e quatro de mestrado), da linha de pesquisa de IHC.

Os avaliadores inicialmente responderam um questionário (baseado em Bonifácio (2012)) para identificar o seu conhecimento e experiência com IHC e avaliação heurística de usabilidade (AH). O resultado do questionário foi utilizado para dividir os especialistas em dois grupos balanceados. Um grupo ficou responsável por utilizar as HG durante a inspeção e o outro grupo ficou responsável pelo uso das HE.

Todos os especialistas utilizaram o dispositivo móvel *smartphone Android Samsung Galaxy Gran Prime*, na avaliação heurística, a fim de padronizar o processo avaliativo e evitar eventuais riscos ou limitações que poderiam surgir ao utilizar dispositivos diferentes. A inspeção do aplicativo seguiu a orientação de Nielsen (1994), na qual, separadamente, os avaliadores efetuaram um momento de reconhecimento do aplicativo *Tabuada de multiplicar*; cada avaliador de acordo com as respectivas heurísticas do seu grupo, descreveu os problemas encontrados; indicou as heurísticas violadas; apontou o contexto onde ocorreu a violação; e, por fim, descreveu soluções propostas ou eventuais considerações.

### 3.5 RESULTADOS

A partir da metodologia proposta, os grupos de especialistas avaliaram o software *Tabuada de multiplicar*, cada um com o seu respectivo conjunto de heurística. Os grupos encon-

<sup>1</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=com.quizapp.multitable>

traram um total de 52 problemas. A partir dos critérios apresentados por Knoll (2014), o aplicativo *Tabuada de multiplicar* foi classificado com péssima usabilidade, tanto para as HG, quanto para as HE. A Tabela 3.4 apresenta os dados obtidos.

**Tabela 3.4** Classificação da usabilidade do aplicativo.

	Qtde. de Violações	Heurísticas Violadas	Classificação
<b>HG</b>	28	85,71%	Péssimo
<b>HE</b>	60	91,30%	Péssimo

Ao comparar os resultados apresentados na Tabela 3.4, foi possível identificar que as HE tiveram mais heurísticas violadas do que as HG. De acordo com os especialistas, algumas heurísticas foram violadas múltiplas vezes. Ao analisar a quantidade total de violações por conjunto (HE e HG), concluiu-se que as HE conseguiram identificar um número de violações equivalente a mais que o dobro daquelas identificadas pelas HG. Esses dados indicam que as HE, portanto, possuem maior grau de cobertura para o contexto educacional infantil do que as HG.

As HE apresentaram uma média de violações superior as HG e equivalente a 2,86 violações por heurística violada. Parte considerável das HE, especialmente aquelas destinadas ao público infantil, se destacaram por terem detectado um volume de violações superior a média apresentada. Dentre essas heurísticas pode-se destacar a HE4 (Afetividade), HE10 (Linguagem alvo), HE14 (Esforço Cognitivo), H16 (Coerência no Conteúdo) e HE17 (Feedback Construtivo).

Ao fazer uma análise qualitativa das HE que ficaram acima da média de violações, os especialistas descreveram problemas e sugestões referentes a essas heurísticas. Em relação a HE4, os especialistas destacaram que *"o aplicativo não propõe elementos conectados ao mundo infantil"* e sugeriram considerar o uso de personagens nas telas do jogo. No tocante a heurística HE10, dois especialistas evidenciaram que a linguagem utilizada no aplicativo não é adequada para crianças e sugeriram o uso de uma linguagem mais simples.

Em referência a HE14, um especialista indicou que *"o aplicativo não possui um direcionamento lógico para o processo de aprendizado. Durante a interação o aluno deve primeiro interagir com a funcionalidade para saber o que é e para que serve a funcionalidade"*. Um segundo especialista ratificou essa informação ao afirmar que *"existem 04 ícones e nenhuma descrição informando o que é, você só saberá se clicar e entrar. A heurística 14 é extremamente negligenciada nas telas deste aplicativo"*.

Já no tocante a HE16, os especialistas evidenciaram a falta de coerência no conteúdo para crianças, visto que a tela inicial apresenta links/botões que não fazem parte do escopo do aplicativo. O especialista destacou ainda que esses *links* podem acarretar em erros para usuários, principalmente crianças e pessoas com deficiência. Também foi destacado o surgimento repentino de anúncios e propagandas totalmente incoerentes com o conteúdo destinado ao público infantil.

A HE17, por sua vez, foi a que teve o maior número de violações dentro do contexto educacional infantil. Um dos especialistas afirmou que *"não é informado como funciona"*

*a pontuação e o feedback é muito limitado*”. Outro especialista evidenciou que o *feedback* não é construtivo e apenas indica o erro, sem explicação. Como solução foi indicado o uso de sons juntamente ao *feedback*; melhorar a percepção do erro; implementar uma forma de amarrar a pontuação ao progresso do usuário; armazenar os erros e indicar o que a criança deve revisar ao final do jogo.

Vale destacar que todas as heurísticas citadas anteriormente (HE4, HE10, HE14, HE16, HE17) são exclusivas do conjunto destinado a aplicativos móveis educacionais de uso infantil (HE) e suas violações não seriam detectadas por meio do conjunto genérico destinado a aplicativos móveis educacionais (HG).

### 3.6 CONCLUSÕES

Este trabalho avaliou a aplicabilidade do conjunto de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais de uso infantil. Em termos científicos, essa etapa da pesquisa validou a adequação das heurísticas ao contexto educacional infantil, visto que crianças têm necessidades de interação diferenciadas e necessidades educacionais específicas (ABREU; ROSA; MATOS, 2017a).

Os resultados das avaliações confirmam que as HE estão aptas para avaliar aplicativos móveis no domínio educacional infantil e possuem maior grau de cobertura do que aquelas destinadas a um domínio mais genérico, como o educacional, por exemplo. Desse modo, entende-se que o conjunto de heurísticas para aplicativos móveis educacionais infantis (*i.e.* HE) é adequado para ser explorado na avaliação de aplicativos móveis educacionais destinados ao público infantil, tanto em fase de projeto quanto na avaliação de aplicativos já desenvolvidos.

Como trabalhos futuros, planeja-se avaliar, por meio de uma nova Avaliação Heurística, o aplicativo móvel educacional infantil *Fantastic Pirates*, o qual está sendo desenvolvido sob a perspectiva das heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis (HE). O aplicativo encontra-se em fase final de desenvolvimento. Nessa futura avaliação, almeja-se compreender se o aplicativo projetado com base nas HE de fato atende às necessidades do domínio educacional infantil.



*Artigo submetido ao Concurso Integrado de Desenvolvimento de Soluções de Tecnologia e Objetos de Aprendizagem para a Educação – apps.edu – 2017*

## FANTASTIC PIRATES: SOFTWARE DE APOIO AO ENSINO E A APRENDIZAGEM INFANTIL

O mercado de aplicativos móveis educacionais apresenta uma gama diversificada de opções destinadas à satisfação de diversos públicos, sobretudo o infantil. No entanto, parte considerável desses aplicativos abrange diversas idades e desconsidera características intrínsecas à educação infantil, em que crianças têm necessidades de interação diferenciadas e necessidades educacionais específicas. Este artigo apresenta dois protótipos de aplicativos móveis, o *Fantastic Pirates*, destinado às crianças de até 10 anos de idade, e um aplicativo de suporte, destinado aos educadores (professores e responsáveis), o *Fantastic Pirates Educator*.

### 4.1 CENÁRIO DE USO

O software *Fantastic Pirates* (FP) é produto de um projeto de pesquisa cujo objetivo é apresentar um conjunto de heurísticas de usabilidade específico para aplicativos móveis educacionais infantis. Esse conjunto baseia-se na adaptação das heurísticas de usabilidade para o domínio de aplicativos móveis educacionais de D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016), analisadas a partir dos elementos caracterizadores do domínio infantil, indicados por An et al. (2013) e Gomes et al. (2015), além da proposição de novas heurísticas.

O protótipo do aplicativo FP foi desenvolvido sob a perspectiva dessas heurísticas. Neste contexto, o FP considera aspectos como: uso do lúdico, afetividade, motivação, linguagem destinada ao público alvo, *feedback* construtivo. Desse modo, o FP e o *Fantastic Pirates Educator* (FPE), desenvolvidos para Android, visam, juntos, reduzir o problema da carência de aplicativos desenvolvidos sob a perspectiva pedagógica, considerando as necessidades educacionais e de interação específicas à educação infantil (AN et al., 2013). Os aplicativos propostos podem ser utilizados tanto em ambiente escolar quanto doméstico.

O aplicativo FP destina-se às crianças de até 10 anos (educação infantil e os primeiros anos do ensino fundamental). Por meio do FPE, educadores (professores e responsáveis) podem criar *quizzes* entre 5 e 30 questões. O educador tem flexibilidade para criar suas próprias perguntas, possibilitando a abrangência de quaisquer disciplinas. Devido a essa flexibilidade, professores e responsáveis podem também desenvolver questões destinadas a temas difíceis de serem trabalhados com crianças, tais como o combate à corrupção ou *bullying*, por exemplo. Ao final de cada questão, o educador deve indicar um *feedback* construtivo, o qual colaborará com a aprendizagem da criança. Ao término da criação de um *quiz*, o educador pode compartilhá-lo com a criança via *qr code* ou outros meios disponíveis.

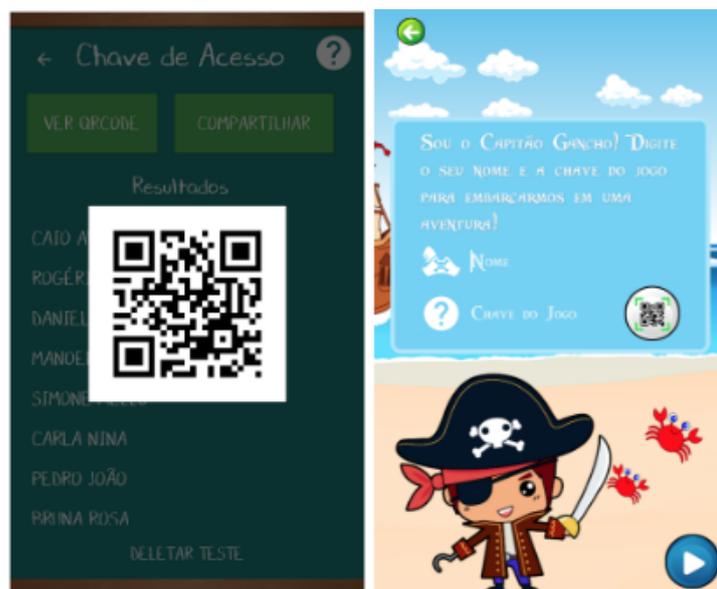
O aplicativo FP, por outro lado, abrange características de jogos educacionais infantis, especialmente ao fazer uso do lúdico sob o tema de piratas. Desse modo, a criança acessa o quiz compartilhado pelo educador em formato de jogo. As perguntas são apresentadas como “mapas do tesouro” e a pontuação como “moedas de ouro”. A criança acumula dicas a cada questão respondida. Essas dicas são apresentadas por um personagem do jogo (pirata), juntamente com o *feedback* de cada questão. Ao final do jogo, dois relatórios, um de desempenho da criança no *quiz* e outro com as respostas erradas da criança, são enviados ao educador.

Esses resultados podem ser acessados por meio do aplicativo de suporte ao educador, o FPE. Por meio do FPE, o educador pode visualizar gráficos de desempenho relacionados ao acertos da criança no *quiz*, como também gráficos que apresentam um comparativo entre o desempenho de todas as crianças que realizaram aquele *quiz*. Como crianças podem ter necessidades de aprendizagem individuais, o relatório recebido pelo educador contém todas as questões que a criança errou em um determinado *quiz*, bem como todas as alternativas erradas marcadas por ela. Desse modo, o educador pode trabalhar as dificuldades pedagógicas individuais de cada criança.

A Figura 4.1 apresenta o cenário de uso dos softwares FP e FPE. Nesse cenário, o educador cria um *quiz* no aplicativo FPE e o compartilha via *qr code* ou outros meios (Whatsapp, email, Facebook). Supondo-se que o compartilhamento seja efetuado via *qr code*, o aplicativo FP possui um leitor de *qr code* embutido (botão branco localizado na segunda tela da Figura 4.1) que possibilita a leitura da chave do jogo (código do *quiz*) sem a necessidade de a criança digitar essa chave. A partir desse contexto, a criança tem acesso ao *quiz* e pode jogar.

Para promover a inclusão de portadores de deficiência visual, foi desenvolvido um modo de acessibilidade exclusivamente para o aplicativo FP. Esse modo de acessibilidade visa auxiliar crianças cegas ou aquelas que possuem baixa visão. Ao ser acionado, esse modo torna visível um ícone de acessibilidade localizado em posição fixa em todas as telas do jogo. Ao tocar nesse ícone, o aplicativo narra antecipadamente a tela atual e fornece informações sobre os próximos passos para que a criança possa proceder no jogo. Esse modo também pode ser utilizado com objetivo de auxiliar crianças que estão em processo de alfabetização, visto que a narração textual pode auxiliar a compreensão das crianças sobre aquilo que está escrito em determinado cenário.

Para os deficientes visuais, recomenda-se utilizar o modo de acessibilidade juntamente



**Figura 4.1** *Qrcode* (chave de acesso ao *quiz*) no FPE e tela de acesso ao *quiz* no FP

ao *talkback*<sup>1</sup>, visto que aquele permite narração antecipada da tela, enquanto que esse narra apenas os elementos que são tocados pelo usuário.

## 4.2 DESENVOLVIMENTO

Para o processo de desenvolvimento do software foi realizado um levantamento de requisitos funcionais e não funcionais. Os requisitos apresentados tiveram origem nas heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis, dos conhecimentos dos pesquisadores e da observação de aplicativos educacionais na Google Play<sup>2</sup>, especialmente aqueles destinados ao público infantil. Também foram desenvolvidos diagramas de caso de uso dos softwares, diagramas de atividades para casos de uso específicos, especificações dos principais casos de uso, como também protótipos de baixa e alta fidelidade das telas dos aplicativos.

Os protótipos foram desenvolvidos para *smartphones*. O sistema operacional escolhido foi o Android, da empresa Google. A escolha desse sistema se deu pela análise dos dados da Kantar Worldpanel<sup>3</sup>, empresa multinacional especializada no comportamento de compradores. Os dados dessa empresa, coletados em 2017, revelam que 92,1% dos smartphones no Brasil utilizam o sistema operacional Android. Os testes foram realizados no dispositivo móvel Nexus 6, cuja resolução da tela é de 2560x1440 pixels. Portanto, os protótipos se adequam a essa resolução de tela, podendo haver ajustes imprevistos para dispositivos com resoluções de tela distantes da que foi testada. Desse modo, *layouts* para outras resoluções de tela serão desenvolvidos como trabalho futuro. Os protótipos

<sup>1</sup>Serviço de acessibilidade do Android que auxilia deficientes visuais na interação com seus dispositivos.

<sup>2</sup>Loja de aplicativos da empresa Google.

<sup>3</sup><https://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share/>

foram projetados sob a versão mínima de API 15, portanto são compatíveis com 99% dos dispositivos Android ativos em 2017, segundo dados da Google<sup>4</sup>.

Para a implementação dos aplicativos, foi utilizada a linguagem de programação Java, por ser a linguagem padrão para o desenvolvimento de software em Android. O ambiente de programação utilizado foi o Android Studio, desenvolvido pela Google. Também utilizou-se a linguagem XML<sup>5</sup> para desenvolver os *layouts* das telas dos aplicativos. Essa linguagem foi utilizada dentro do Android Studio, o qual fornece uma ferramenta de visualização gráfica das telas.

O *back-end* do aplicativo utilizou a plataforma Firebase, também da Google. O Firebase é um BaaS<sup>6</sup> que fornece diversos serviços baseados na nuvem em que os desenvolvedores móveis podem usar para aprimorar as suas aplicações. Os serviços utilizados foram o banco de dados não-relacional (NoSQL) e a transferência de dados entre o aplicativo e o Firebase. No banco de dados não-relacional foi utilizada uma formatação leve de troca de dados, denominada JSON (Notação de Objetos JavaScript).

O aplicativo FP está sobre processo de avaliação de interação por meio de crianças, responsáveis, especialistas em Interação Humano-Computador e psicopedagogos. Mediante as avaliações, os pesquisadores buscam encontrar problemas de usabilidade por meio da inspeção heurística, com heurísticas específicas para aplicativos móveis educacionais de domínio infantil, e a técnica *think-aloud* (MARKOPOULOS et al., 2008).

### 4.3 APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE

Ao iniciar o aplicativo FP, o software apresenta à criança a tela inicial do jogo, representada pela Figura 4.2 (tela à esquerda). Nessa tela, a criança pode realizar ajustes no jogo, por meio do botão amarelo, localizado no canto inferior esquerdo da tela, ou prosseguir no jogo, por meio do botão azul, localizado ao centro da tela.



**Figura 4.2** Tela inicial, tela de ajustes e tela de entrada no jogo do aplicativo FP

<sup>4</sup><https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>

<sup>5</sup>*eXtensible Markup Language*

<sup>6</sup>*Backend as a Service*

Caso a criança opte por realizar ajustes, o aplicativo apresenta a tela representada na Figura 4.2 (tela ao centro). Nessa tela, o usuário pode controlar a música de fundo, os sons do jogo e um modo de acessibilidade destinado a deficientes visuais ou crianças em processo de alfabetização que apresentem dificuldades de leitura. O modo de acessibilidade faz a narração antecipada da tela, facilitando ao usuário identificar os elementos presentes na tela e adquirir informações sobre as próximas ações para prosseguir no jogo.

Caso o criança opte por prosseguir no jogo, ela será guiada para a tela representada na Figura 4.2 (tela à direita). Nessa tela a criança deve indicar seu nome e inserir a chave do jogo (código para acessar o *quiz* criado pelo educador). A chave pode ser copiada e colada no campo “chave do jogo” ou a criança pode tocar no botão branco, localizado ao lado desse campo, e apontar a câmera do *smartphone* para o *qr*code apresentado por um educador. Ao identificar o *qr*code, o software preenche o campo “chave do jogo” automaticamente. Desse modo, a criança deve tocar no botão azul, localizado no canto inferior esquerdo da tela, para prosseguir no jogo. O aplicativo, em *background*, faz *download* das questões do *quiz* criado pelo educador e automaticamente as redistribui em mapas do tesouro.

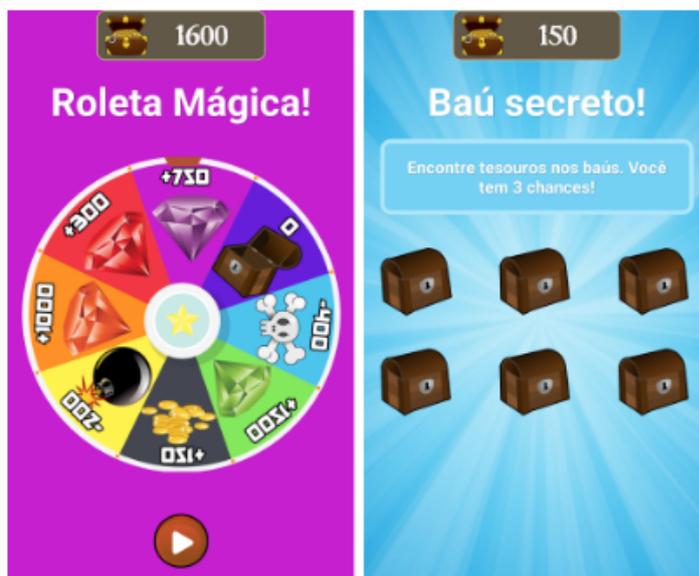
Cada pergunta representa um mapa. Em seguida são apresentadas telas em que uma animação do personagem pirata interage com a criança explicando o funcionamento do jogo e a envolvendo no ambiente lúdico (Figura 4.3, tela à esquerda). O personagem explica que o objetivo do jogo é acumular moedas de ouro e para tal, a criança deve tentar acertar as perguntas dos mapas do tesouro (Figura 4.3, tela ao centro). Ao responder uma pergunta, a criança receberá *feedback* instantâneo (Figura 4.3, tela à direita), mesmo que erre ou acerte, e cada *feedback* apresenta uma dica para que a criança tente adivinhar a chave de um baú secreto ao final de um ciclo de 5 questões.



**Figura 4.3** Apresentação do enredo, mapa do tesouro e feedback construtivo

Há ainda a apresentação de subjogos, relacionados ao tema de pirata e alocados pelo algoritmo do jogo, como a “Roleta Mágica” (Figura 4.4, tela à esquerda) ou o “Baú Secreto” (Figura 4.4, tela à direita). Esses subjogos aumentam as chances das crianças ampliarem sua pontuação no jogo, por meio de tesouros que podem ser adquiridos e

convertidos em moedas de ouro.



**Figura 4.4** Subjogos da “Roleta Mágica” e do “Baú Secreto”

Ao final de um ciclo de 5 questões, o jogo apresenta uma tela em que o pirata questiona a criança se ela conseguiu descobrir a chave do baú por meio das dicas acumuladas durante o jogo (Figura 4.5, tela à esquerda). A fim de evitar esforço cognitivo excessivo, caso a criança não lembre das dicas, ela pode tocar no botão amarelo ao lado do campo “chave do baú” para vê-las (Figura 4.5, tela ao centro). Ao adivinhar o objeto por meio das dicas, a criança deve inserir o nome desse objeto no campo “chave do baú” e prosseguir por meio do botão no canto inferior direito da tela. Caso a criança acerte, o baú será aberto e ela receberá moedas de ouro como premiação.



**Figura 4.5** Adivinhação da “chave do baú”, dicas e tela de fim de jogo

É importante destacar que ao tocar nos ícones presentes ao lado esquerdo de algum campo de texto, como o chapéu branco ou a interrogação na Figura 4.2 (tela à direita) ou ainda como a chave branca na Figura 4.6 (tela à esquerda), o aplicativo lança uma janela *pop-up* contendo ajuda, documentação e informações específicas sobre aquele campo de texto e as próximas ações necessárias para prosseguir no jogo.



**Figura 4.6** Telas de resultados e relatório de erros do software destinado ao educador - FPE

Ao final do jogo, o aplicativo apresenta uma tela contendo a quantidade de mapas que a criança acertou e sua pontuação no jogo (Figura 4.5, tela à direita). Em *background*, os resultados são enviados para o aplicativo de suporte (FPE), destinado ao educador. Os resultados contêm o desempenho individual da criança no jogo (Figura 4.6, tela à esquerda), um comparativo de desempenho entre todas as crianças que jogaram o mesmo jogo (Figura 4.6, tela ao centro), como também um relatório contendo todas as questões que a criança errou e todas as alternativas erradas que ela escolheu (Figura 4.6, tela à direita). Desse modo, o educador pode entender as dificuldades específicas de cada criança e trabalhá-las de maneira individual e personalizada.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aplicativo FP destina-se às crianças de até 10 anos (educação infantil e os primeiros anos do ensino fundamental). Por meio do FPE, os educadores (pais e professores) podem desenvolver suas próprias perguntas e criar *feedback* construtivo que auxilia na aprendizagem da criança. Desse modo, os educadores têm a flexibilidade de aplicar *quizzes* multidisciplinares, questionando a criança não apenas assuntos relacionados à escola, como matemática, geografia, português, mas também perguntas relacionadas às questões éticas, tais como: corrupção, *bullying* e outros temas tão difíceis de serem trabalhados no cotidiano infantil. O nível de dificuldade das questões, portanto, é também estabelecido pelo próprio educador. Essa flexibilidade permite que crianças de diferentes idades possam fazer uso do aplicativo destinado à elas. Vale ressaltar que os aplicativos se aplicam tanto ao ambiente escolar quanto ao ambiente familiar.

O aplicativo FP apresenta um ambiente agradável, abordando o uso do lúdico em todo seu tema, especialmente na apresentação das perguntas, criadas pelos educadores no FPE, e que são apresentadas no FP como mapas do tesouro. Desse modo, a criança sente-se envolvida com o ambiente. Ao final do jogo, o FP envia um relatório contendo o desempenho que a criança obteve no jogo, baseado no número de questões respondidas corretamente, e um relatório que aponta todas as questões que a criança errou, como também as alternativas selecionadas por ela nessas questões erradas. Esses dados podem ser observados pelos educadores no aplicativo FPE. Consequentemente, responsáveis e professores podem compreender melhor as dificuldades das crianças e trabalhar individualmente com cada uma delas. Um dos destaques do software é que as crianças não têm conhecimento de que estão sendo “testadas”, pois o ambiente do aplicativo FP apresenta uma perspectiva de jogo, mas com propósito educacional. Outro destaque é a possibilidade do educador criar quantos quizzes ele quiser e estar constantemente avaliando a criança de maneira interativa e divertida.

A validação de ambos aplicativos encontra-se em fase de execução, portanto ainda não há análise dos dados coletados até o presente momento. Como projeto futuro, espera-se ampliar a quantidade de subjogos do FP; as premiações; e desenvolver novas funcionalidades, tais como permitir que o educador possa trocar sua senha ou email de cadastro no aplicativo FPE. Espera-se ainda desenvolver *layouts* para múltiplas resoluções de tela, adicionar suporte multilíngue e reajustar os possíveis problemas que podem ser encontrados no processo de validação dos aplicativos com as heurísticas de usabilidade. Por fim, na perspectiva empreendedora, planeja-se desenvolver um modelo de negócios, utilizando uma ferramenta de planejamento estratégico, como por exemplo o Canvas, e estudar a viabilidade de monetização dos softwares.

*Artigo a ser traduzido e submetido à um periódico científico*

## **AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DO APLICATIVO MÓVEL EDUCACIONAL INFANTIL “FANTASTIC PIRATES” COM CRIANÇAS**

O mercado de aplicativos móveis educacionais apresenta uma gama diversificada de opções destinadas à satisfação de diversos públicos, sobretudo o infantil. Todavia, parte considerável desses aplicativos abrange diversas idades e desconsidera características intrínsecas à educação infantil, em que crianças têm necessidades de interação diferenciadas e necessidades educacionais específicas. Este artigo tem o objetivo de avaliar a usabilidade do aplicativo móvel educacional infantil, *Fantastic Pirates*, construído com base em um conjunto de heurísticas específicas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais infantis. Por meio de avaliações (*think-aloud* e questionário) com crianças de até 10 anos, foi evidenciado o grau de satisfação das crianças em relação a usabilidade do aplicativo considerando o conjunto de heurísticas mencionado, bem como a constatação da aderência desse conjunto ao contexto apresentado.

### **5.1 INTRODUÇÃO**

A utilização de aplicativos móveis educacionais vem crescendo e abrindo espaço para o *mobile learning*, termo utilizado nos estudos de investigação que relaciona a mobilidade, aprendizagem e tecnologias móveis (SILVA; GOMES, 2015). Segundo Winckler e Pimenta (2002), a escolha de softwares de apoio aos processos de ensino e de aprendizagem não deve se pautar por metodologias para uma população-alvo genérica; para aprendizagens apenas individuais, controle dos resultados da avaliação, dentre outros, pois não serão precisos devido a ausência do contexto e de outras variáveis, como tipo de aplicação em questão e perfil dos usuários.

Além dos fatores pedagógicos mencionados, fatores técnicos, como a usabilidade, devem ser considerados durante a concepção de softwares educacionais. A usabilidade, enquanto categoria de qualidade de Interação Humano-Computador (IHC), é indispensável

em softwares educacionais (ROSA; SCHWARZELMÜLLER; MATOS, 2015). Para Coelho e Santoro (2002), a usabilidade é um dos fatores determinantes para o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem mediados por softwares educacionais.

De acordo com Nielsen (1994), o conceito de usabilidade está relacionado intrinsecamente com os seguintes atributos: satisfação do usuário, facilidade e memorização da utilização do software, tratamento de erros e a eficiência no uso software. Nesse contexto, Nielsen (1994) apresentou 10 heurísticas de usabilidade e indicou a necessidade de adaptações nas heurísticas propostas para atender sistemas de domínios diferentes. Desse modo, nota-se que a preocupação com a usabilidade deve considerar os diferentes domínios de softwares e diferentes perfis de usuários.

Autores como D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) apontaram a insuficiência de heurísticas que abordassem aspectos específicos de usabilidade para os diferentes domínios de softwares, sobretudo para os aplicativos móveis educacionais. A partir dessa evidência, e da evidência de que crianças têm necessidades de interação diferenciadas e necessidades educacionais específicas (AN et al., 2013), (ABREU; ROSA; MATOS, 2017a) propuseram um conjunto de heurísticas que podem alcançar o domínio de aplicativos móveis educacionais considerando características intrínsecas ao público infantil.

A partir das heurísticas de usabilidade mencionadas, foi desenvolvido um aplicativo móvel educacional de uso infantil, o *Fantastic Pirates* (FP), destinado às crianças de até 10 anos de idade (ABREU; ROSA; MATOS, 2017b). Posteriormente, um outro aplicativo, o *Fantastic Pirates Educator* (FPE), destinado aos educadores (professores e pais), foi desenvolvido para dar suporte ao FP.

Este artigo apresenta a avaliação da usabilidade do aplicativo FP com crianças, construído sob a perspectiva das heurísticas propostas por Abreu, Rosa e Matos (2017a). Essa avaliação teve por objetivo avaliar a satisfação das crianças em relação à usabilidade do aplicativo avaliado, bem como verificar a aderência das heurísticas utilizadas no desenvolvimento do aplicativo ao contexto de aplicativos móveis educacionais infantis.

Este artigo está organizado em seis seções. A Seção 2 apresenta as heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais. Na terceira seção são apresentadas as heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis. A metodologia de pesquisa será apresentada na quarta seção. A quinta seção aborda um olhar sobre o desenvolvimento da usabilidade do aplicativo FP levando em consideração as heurísticas para aplicativos móveis educacionais infantis. As Seções 6 e 7 apresentam a análise dos resultados da avaliação do aplicativo FP, seguida das conclusões e trabalhos futuros, respectivamente.

## 5.2 HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS

D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016) evidenciam a insuficiência de heurísticas que explorem aspectos específicos de usabilidade para os diferentes domínios de softwares, sobretudo para os aplicativos móveis educacionais. Essas autoras propuseram um conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais.

Para a criação desse conjunto, as autoras consideraram três perspectivas: (1) heurísticas

genéricas para aplicativos móveis, por descreverem requisitos básicos de usabilidade para a interface de qualquer tipo de aplicativo; (2) requisitos de usabilidade de sistemas educacionais apresentados por Nokelainen (2006) e Silveira e Carneiro (2012); e (3) o conhecimento de um especialista em educação.

O conjunto resultante é apresentado na Tabela 5.1. Posteriormente, essas heurísticas passaram por avaliações com especialistas em Interação Humano-Computador e Educação, com intuito de compreender sua relevância no contexto educacional, além de Avaliação Heurística e teste com usuários.

**Tabela 5.1** Heurísticas para aplicativos móveis educacionais

<b>Cód</b>	<b>Nome</b>
HG1	Consistência e bom aproveitamento do espaço da tela
HG2	Disponibilidade (Acesso de qualquer lugar) e Portabilidade
HG3	Facilidade de acesso às funcionalidades
HG4	Resposta Imediata e Visibilidade
HG5	Adequação de mensagem à funcionalidade e ao usuário
HG6	Prevenção de erros e recuperação rápida ao último estado estável
HG7	Aprendizado orientado a um objetivo
HG8	Aprendizagem e Recordação no processo de Interação
HG9	Controle de aprendizado e Flexibilidade
HG10	Disponibilizar diferentes experimentações de aprendizado, incluindo erros
HG11	Aprendizado cooperativo/colaborativo
HG12	Motivação
HG13	Consolidação de novos aprendizados (Aplicabilidade)
HG14	Ajuda e documentação

### 5.3 HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS INFANTIS

Levando em consideração as heurísticas para aplicativos móveis educacionais, propostas por D'Carlo, Barbosa e Oliveira (2016), e elementos caracterizadores do domínio infantil retirados dos artigos de An et al. (2013) e Gomes et al. (2015), Abreu, Rosa e Matos (2017a) propuseram um conjunto de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis.

A concepção das heurísticas específicas para aplicativos móveis educacionais infantis se deu por meio de análise crítica das heurísticas e elementos citados (*cf.* Abreu, Rosa

e Matos (2017a)). Para tal, a etapa de análise crítica utilizou como fonte de fundamentação autores da literatura conhecidos na área de educação infantil e no desenvolvimento intelectual de crianças, como é o caso de Kishimoto (1994) e (VYGOTSKY, 2004), respectivamente.

Posteriormente, foi realizado um processo de harmonização para eliminar elementos semelhantes ou repetidos, bem como ajustar nomes e descrições de algumas heurísticas. Esse processo originou novas heurísticas com base nos elementos apresentados. Desse modo, o conjunto de heurísticas resultante, apresentado nesta seção, considera características intrínsecas ao público infantil. Esse conjunto de heurísticas é apresentado no Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis

Heurística	Descrição
<b>1. Facilidade de Uso</b>	Facilidade de acesso às funcionalidades. Medido através do número de erros cometidos durante a interação do usuário com o sistema.
<b>2. Design da Tela</b>	Atenta à riqueza no layout, considerando sua atratividade, fontes fáceis de reconhecer, bom aproveitamento da tela, boa disposição dos elementos e utilização de cores atraentes.
<b>3. Apresentação da Informação</b>	Facilidade de encontrar as informações básicas do aplicativo como ajuda, configurações, próximas ações, objetivos e documentação.
<b>4. Afetividade</b>	Considera se o aplicativo proporciona um ambiente agradável, com elementos conectados ao mundo infantil, que possam criar laços emocionais entre os usuários e o aplicativo.
<b>5. Motivação</b>	Representa o potencial de motivar o interesse, vontade, desejo e esforço dos usuários.
<b>6. Aprendizado Orientado a Metas e Objetivos</b>	Analisa se o aplicativo possui metas e objetivos que colaboram com o aprendizado do usuário.
<b>7. Papel do Instrutor</b>	Observa o papel do instrutor no uso do aplicativo educacional, se provedor de materiais ou agente facilitador.
<b>8. Controle do Usuário</b>	Identifica se o usuário tem a liberdade de controlar as ações sobre o software e os seus encadeamentos.
<b>9. Aprendizado Cooperativo</b>	Verifica se o aplicativo estimula o trabalho em equipe e a cooperação em algumas partes ou de forma integral, fazendo com que os objetivos possam ser compartilhados e os desafios divididos em uma equipe.

<b>10. Linguagem alvo</b>	A linguagem utilizada deve adequar-se ao público alvo e ao nível de ensino a que esse público se refere.
<b>11. Entretenimento</b>	Utilização de múltiplas mídias, tais como: imagens, animações, vídeos, músicas e sons relacionados a elementos do aplicativo.
<b>12. Uso do Lúdico</b>	O aplicativo apresenta temas lúdicos e explora a abordagem lúdica apresentada pelo tema durante seu uso.
<b>13. Criatividade e Imaginação</b>	Existem diversos caminhos, respostas ou soluções que auxiliam cognitivamente na imaginação e criatividade do usuário.
<b>14. Esforço Cognitivo</b>	Avalia se a criança consegue realizar as ações sem demandar um excesso de esforço cognitivo (nível de concentração, memorização, raciocínio lógico) e se este esforço está de acordo com o público alvo.
<b>15. Sentido Lógico</b>	O aplicativo apresenta regras implícitas ou explícitas que norteiam o sentido lógico da aplicação.
<b>16. Coerência no Conteúdo</b>	O conteúdo é coerente e contextualizado com a área e o nível de ensino propostos. Ele deve colaborar com a aprendizagem do público alvo.
<b>17. Feedback Construtivo</b>	Oferece feedback construtivo, permitindo ao usuário identificar os erros e acertos, e repensar suas ideias e estratégias quando não forem bem sucedidas. O feedback deve ser agradável e não constrangedor.
<b>18. Disponibilidade e Portabilidade</b>	O aplicativo deve fornecer acesso de qualquer lugar (Disponibilidade) e deve ser capaz de ser executado em diferentes sistemas e dispositivos móveis (Portabilidade).
<b>19. Resposta Imediata e Visibilidade</b>	A aplicação deve fornecer uma resposta imediata à ação do usuário. Esta resposta deve ser visível através da interface do sistema.
<b>20. Adequação de Mensagem à Funcionalidade e ao Usuário</b>	A mensagem deve se adequar às funcionalidades do sistema e às ações tomadas pelo usuário.
<b>21. Prevenção de Erros e Recuperação Rápida do Sistema</b>	O sistema deve prevenir erros e ser capaz de oferecer uma rápida recuperação ao último estado estável ou a um novo estado estável.
<b>22. Aprendizagem e Recordação</b>	Avalia se o usuário é capaz de consolidar novos aprendizados através do uso do aplicativo e recordar as ações e o conteúdo apresentados durante o processo de interação.

<b>23. Diferentes Meios de Aprendizado</b>	O aplicativo fornece diferentes experimentações de aprendizado para o usuário, incluindo o aprendizado via erros construtivos.
--	--

A fim de compreender a relevância dessas heurísticas para o contexto educacional infantil, elas foram avaliadas por especialistas em IHC e Informática na Educação, e por profissionais da Educação Infantil, conforme apresentado por Abreu, Rosa e Matos (2017a). Os autores também realizaram um estudo experimental (*cf.* Abreu, Rosa e Matos (2017b)) com a finalidade de comparar as heurísticas apresentadas na Seção 2 deste artigo (mais genéricas) com as heurísticas apresentadas nesta seção (mais específicas ao domínio infantil).

## 5.4 METODOLOGIA

Para avaliar o aplicativo *Fantastic Pirates* (FP), desenvolvido para a plataforma Android, foi utilizado o método *think-aloud* (MARKOPOULOS et al., 2008). Esse incluiu gravações de áudio, transcrições e gravação de telas do jogo. Também foi utilizado um questionário com base em 14 das 23 heurísticas destinadas a aplicativos móveis educacionais infantis.

Desse modo, nove heurísticas não foram diretamente avaliadas pelo questionário, porém todas as heurísticas foram avaliadas indiretamente pelo método de *think-aloud*. Isso se deve ao fato de que essas nove heurísticas são muito específicas e algumas delas não se aplicam à avaliação por parte das crianças, como é o caso das heurísticas 7 (*Papel do Instrutor*), 9 (*Aprendizado Cooperativo*), 11 (*Entretenimento*), 12 (*Uso do Lúdico*), 15 (*Sentido Lógico*), 18 (*Disponibilidade e Portabilidade*), 19 (*Resposta Imediata e Visibilidade*), 21 (*Prevenção de Erros e Recuperação Rápida do Sistema*), 23 (*Diferentes Meios de Aprendizado*).

A fim de averiguar a consistência do questionário, bem como a execução da avaliação por meio do *think-aloud* (gravação de tela e áudio) ao contexto infantil, foram realizados dois pré-testes com crianças no intervalo que varia entre 6 e 10 anos de idade. Após executar os pré-testes e realizar os ajustes necessários, a avaliação do aplicativo FP foi conduzida com cinco crianças nesse mesmo intervalo de idade.

Vale salientar que as heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis abrangem o contexto infantil para crianças de até 10 anos de idade. No entanto, como o aplicativo desenvolvido com base nas heurísticas requer algum contato das crianças com o processo de alfabetização, a avaliação foi conduzida com crianças entre 6 e 10 anos de idade (também dentro do intervalo de abrangência das heurísticas), visto que o processo de alfabetização no Brasil se inicia entre 5 e 6 anos de idade.

Nas avaliações foram utilizados dois smartphones: o *Motorola Nexus 6* e o *Samsung Galaxy J7*, ambos com características semelhantes para não afetar o processo avaliativo. Os aplicativos foram previamente executados nesses smartphones com intuito de evitar riscos e limitações que poderiam surgir na condução da avaliação com crianças.

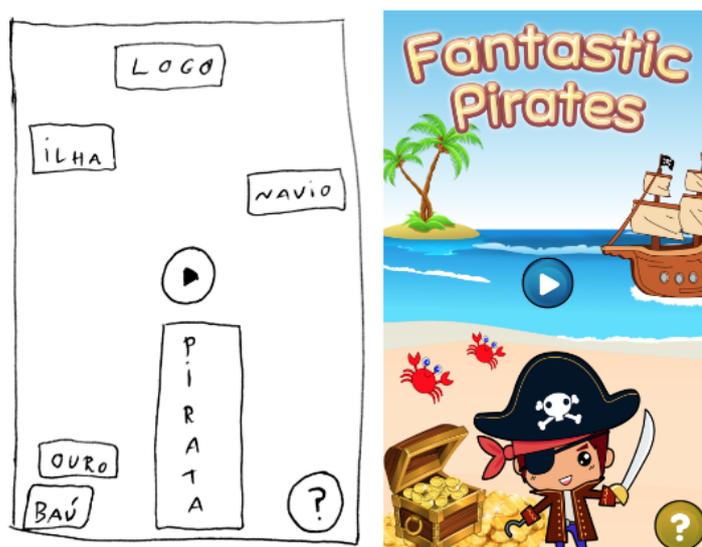
As crianças inicialmente receberam o smartphone e foi solicitado a elas que abrissem o aplicativo FP e jogassem a vontade. Previamente, aplicativos de gravação de tela e áudio foram colocados em execução no smartphone fornecido à criança. Ao final da interação,

as perguntas do questionário foram conduzidas pelos pesquisadores e as crianças puderam respondê-las e fazer observações sobre o aplicativo.

Na Seção 6 são apresentados e discutidos os resultados da avaliação considerando o questionário e o *think-aloud*. Em seguida, são apresentadas as conclusões deste artigo.

## 5.5 O FANTASTIC PIRATES SOB A PERSPECTIVA DAS HEURÍSTICAS DE USABILIDADE PARA APLICATIVOS MÓVEIS EDUCACIONAIS INFANTIS

Essa seção aborda um olhar sobre o desenvolvimento da usabilidade do aplicativo FP levando em consideração as heurísticas para aplicativos móveis educacionais infantis. Para dar suporte à usabilidade desse aplicativo, protótipos de baixa e alta fidelidade das telas foram elaborados. A Figura 5.1 apresenta uma comparação entre o protótipo de baixa fidelidade (PBF) e o protótipo de alta fidelidade (PAF) para a tela inicial do aplicativo.



**Figura 5.1** Protótipos de baixa e alta fidelidade da tela inicial

Os retângulos apresentados no PBF representam elementos gráficos e os círculos representam botões de acesso às funcionalidades do aplicativo. Pode ser observada a presença da **Heurística 2 (Design da Tela)** por meio do PAF. Esse protótipo de tela atenta à riqueza no layout, considerando sua atratividade, bom aproveitamento da tela, boa disposição dos elementos e utilização de cores atraentes. Os elementos foram dispostos de maneira estratégica para captar a visão dos usuários, facilitar a usabilidade e promover acessibilidade. Deste modo, muitos dos botões, que performam ações, encontram-se em posições de fácil acesso, como é o caso do “*botão de jogar*”, localizado precisamente ao centro da tela.

O “*botão de ajustes*” se encontra no canto inferior direito da tela. Esse canto de tela foi utilizado como uma região fixa para o “*botão de continuar*” nas próximas telas. A tela também apresenta um bom aproveitamento do espaço por meio da redução do volume de

texto por elementos gráficos que facilitam a compreensão do usuário, como é o caso dos ícones utilizados nos botões. As cores são vivas e atraentes e foram combinadas para manter a atenção da criança durante todo processo de interação com o aplicativo. Também é possível notar a presença da **Heurística 3 (Apresentação da Informação)** que descreve a facilidade de encontrar informações básicas do aplicativo, como as configurações, dispostas por meio do “*botão de ajustes*”.

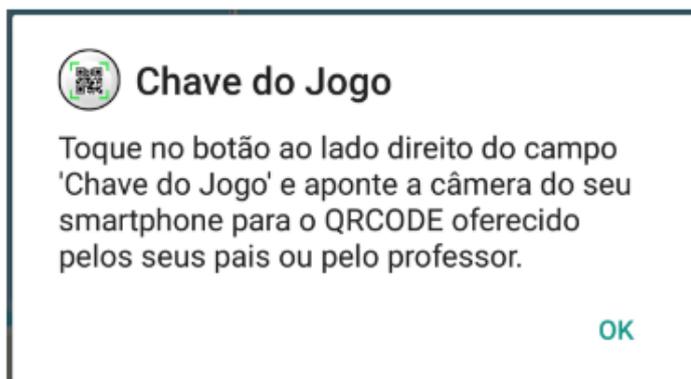
A Figura 5.2 apresenta o PBF e o PAF para a tela responsável por introduzir o usuário em um determinado jogo. Nessa tela a criança faz *login* automaticamente utilizando apenas o seu nome. Além do *login*, quando a criança utiliza o leitor de *qr code* para ler uma determinada chave do jogo, o aplicativo FP faz *download* das questões criadas por educadores no aplicativo FPE e prepara essas questões dentro do jogo do FP.



**Figura 5.2** PBF e PAF da tela que insere o usuário em um determinado jogo

Quando presente, o “*botão de voltar*” ocupa posição fixa na tela (superior esquerda) e sua disposição espacial é semelhante a do “*botão de voltar*” presente nas opções de design do sistema Android. Novamente observa-se a presença da **Heurística 2**, dessa vez por meio da utilização de fontes fáceis de reconhecer, as quais facilitam a leitura por parte do público infantil. É possível observar novamente a presença da **Heurística 3**, dessa vez por meio da utilização de ícones presentes ao lado esquerdo dos campos de texto. Quando tocados, esses ícones fornecem ajuda, indicam as próximas ações para proceder no jogo e trazem parte da documentação do software. A Figura 5.3 apresenta a resposta do sistema após o usuário tocar no ícone de interrogação ao lado do campo “Chave do jogo”.

A **Heurística 20 (Adequação de Mensagem à Funcionalidade e ao Usuário)** também encontra-se presente na Figura 5.9, visto que a mensagem se adequa diretamente a sua funcionalidade correspondente e as ações tomadas pelo usuário. Desde modo, o usuário recebe como resposta do sistema mensagens referentes às suas ações, evitando, portanto, que o sistema lance mensagens aleatórios que possam confundir o usuário. A



**Figura 5.3** Janela *popup* de ajuda e documentação do *software*

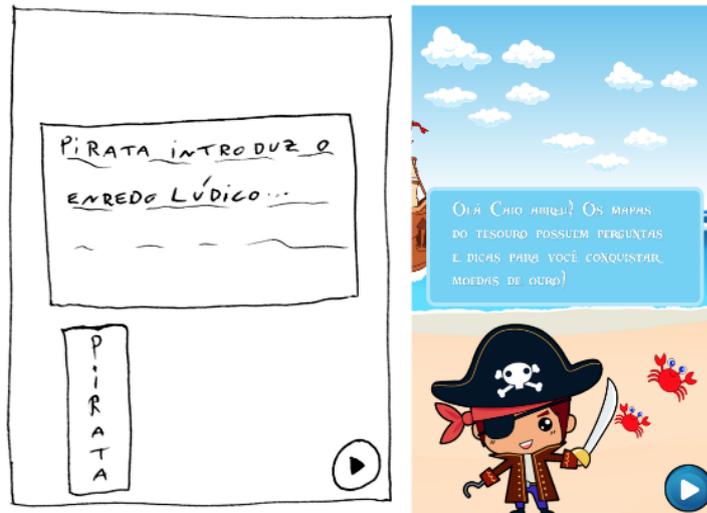
tela referente a Figura 5.2, apresenta também a **Heurística 21 (Prevenção de Erros e Recuperação Rápida do Sistema)**, pois caso o usuário não consiga acessar o jogo por algum motivo, como “*jogo não encontrado*”, por exemplo, o sistema previne o erro e lança uma mensagem na tela alertando o usuário sobre o ocorrido.

O software foi projetado para utilizar o mínimo possível de internet, utilizando-a apenas em dois momentos: para fazer *download* das questões do jogo (Figura 5.2) e ao final do jogo para enviar um relatório para os educadores contendo o desempenho do aluno, as questões que o aluno errou e as alternativas marcadas nessas questões. Caso não haja conexão com a internet, o aplicativo previne erros aguardando o retorno da conexão e segue o fluxo do jogo normalmente após a conexão retornar. Nessa situação, não são lançadas mensagens de erro e o sistema consegue se recuperar por conta própria, executando serviços em *background* que resolvem o problema sem que haja necessidade da criança realizar ações paralelas.

A Figura 5.4 apresenta o PBF e o PAF para a tela na qual o personagem, pirata, introduzir o enredo lúdico do jogo, explica as regras, motiva a criança falando sobre os prêmios que ela ganhará e a desafia para uma aventura lúdica.

Os diálogos presentes na Figura 5.4 se atualizam conforme a criança toque no botão no canto inferior direito da tela. Essa estratégia foi utilizada para melhor aproveitar o espaço da tela e evitar um grande volume de texto em uma única tela, visto que parte do público alvo ainda está em processo de alfabetização, portanto textos grandes poderiam desmotivar as crianças. Ainda na Figura 5.4 é possível notar a presença de algumas heurísticas. O aplicativo proporciona um ambiente agradável, com elementos conectados ao mundo infantil, os quais criam laços emocionais entre o software e a criança. Portanto, pode-se perceber a presença da **Heurística 4 (Afetividade)**. O cenário é agradável e estilizado como um desenho animado. O personagem se apresenta como um companheiro à criança e durante todas as falas, esse personagem se movimenta de maneira animada, objetivando trazer a criança para dentro do ambiente do jogo.

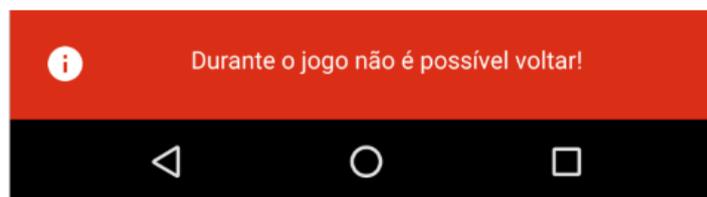
A **Heurística 10 (Linguagem alvo)** também é observada já que a linguagem utilizada nas falas do personagem se adequa às crianças e ao nível de ensino a que esse público se refere. A **Heurística 12 (Uso do Lúdico)** também é fortemente observada durante



**Figura 5.4** PBF e PAF da tela que introduz a temática lúdica do jogo

o jogo. O aplicativo apresenta temas lúdicos e explora a abordagem lúdica apresentada pelo tema durante seu uso. O lúdico se dá por meio do tema de piratas, pelo personagem que faz parte da temática, por diálogos relacionados ao tema e por elementos piratas, tais como: baús, caveiras, navios e ouro. Também existem subjogos com a temática lúdica abordada e que serão apresentados juntamente as próximas telas do jogo. A **Heurística 15 (Sentido Lógico)** mostra-se presente na Figura 5.4 por meio das regras explícitas apresentadas nas falas do personagem e que norteiam o sentido lógico do jogo.

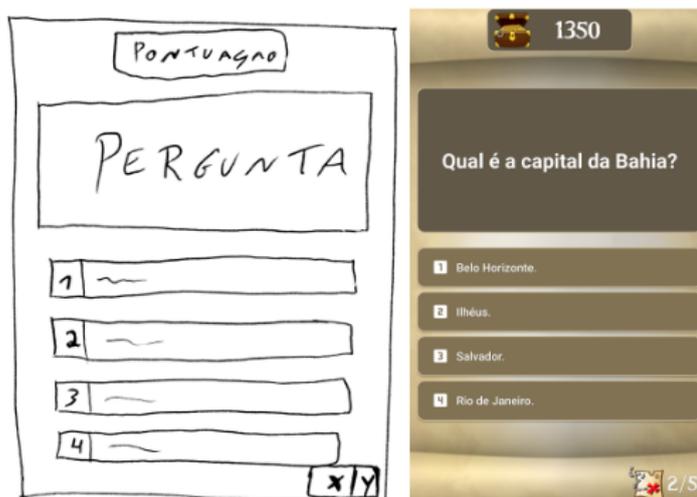
Crianças podem cometer erros de interação e, portanto, o software precisa estar preparado para lidar com situações inesperadas. Desse modo, a função do botão de hardware “retornar”, nativa do dispositivo, representada pelo triângulo branco na Figura 5.5, foi alterada de modo a alertar a criança que não é possível voltar para telas anteriores durante o jogo. Essa funcionalidade reforça a **Heurística 21**, relacionada à prevenção de erros e também mantém o sentido lógico da aplicação, o que se dá por meio da **Heurística 15**. Caso essa funcionalidade não fosse implementada, quando a criança tocasse no botão de hardware “retornar”, o aplicativo destruiria a tela visível ou, em casos extremos, poderia até finalizar o jogo subitamente, o que causaria considerável desconforto à criança.



**Figura 5.5** Mensagem do sistema para prevenção de erros

A Figura 5.6 apresenta o PBF e o PAF para a tela na qual as questões criadas pelos educadores se destinam. Essa tela apresenta as questões de forma lúdica. Cada pergunta

corresponde a um mapa do tesouro. O criança é motivada a tentar acertar as perguntas dos mapas para acumular ouro. O sistema apresenta o ouro acumulado por meio de um indicador de pontuação presente na parte superior da Figura 5.6. Essa situação configura a presença da **Heurística 5 (Motivação)**, a qual representa o potencial do software de motivar o interesse, vontade, desejo e esforço dos usuários.



**Figura 5.6** Mensagem do sistema para prevenção de erros

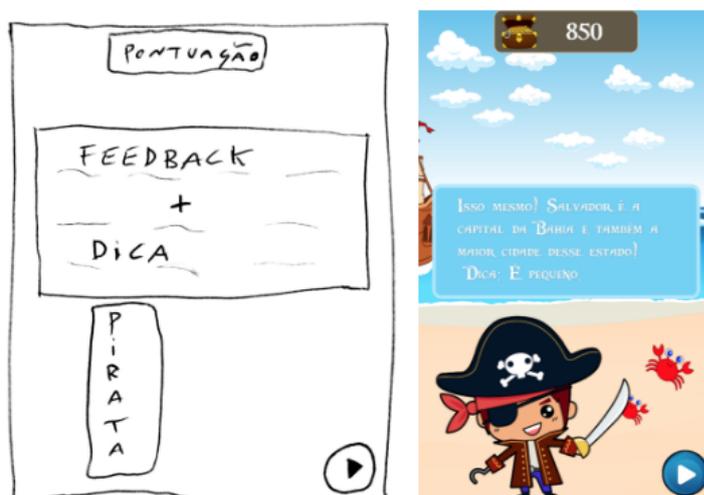
Além das metas e objetivos relacionados à dinâmica do jogo, como adquirir tesouros que aumentam a pontuação da criança no jogo, há também o propósito educacional, pois o aplicativo possui metas e objetivos que colaboram com o aprendizado do usuário. Essa situação configura a presença da **Heurística 6 (Aprendizado Orientado a Metas e Objetivos)**. As questões que fazem parte do jogo são elaboradas por pais e professores no aplicativo FPE e contêm conteúdo educacional. Esse conteúdo é coerente e contextualizado com a área e o nível de ensino propostos. Além disso, ele colabora com a aprendizagem do público alvo. Nesse contexto, encontra-se também presente a **Heurística 16 (Coerência no Conteúdo)**. Por outro lado, uma vez que as questões são elaboradas por educadores, observa-se o papel do instrutor no uso do aplicativo educacional, o que representa a **Heurística 7 (Papel do Instrutor)**.

O software possui regras implícitas que norteiam o sentido lógico da aplicação. Essa afirmação ratifica novamente a presença da **Heurística 15**. Desse modo, a depender da resposta do usuário, o aplicativo apresenta ao usuário uma tela de *feedback* para respostas erradas ou uma tela de *feedback* para respostas corretas. Além disso, a depender da numeração da questão, o aplicativo aloca um subjogo específico, tais como: o subjogo da roleta mágica ou o subjogo do baú secreto. Ainda na Figura 5.6, a criança tem a possibilidade de controlar o encadeamento e realização das ações, pois ela pode escolher a alternativa que achar correta e o algoritmo alocará dinamicamente as próximas telas a depender da resposta do usuário. Essa situação configura a presença da **Heurística 8 (Controle do Usuário)**.

Também nota-se a presença da **Heurística 13 (Criatividade e Imaginação)**, pois

existem diversos caminhos, respostas ou soluções que auxiliam cognitivamente na imaginação e criatividade do usuário. Como foi citado anteriormente, a criança pode escolher uma entre as diversas alternativas propostas pelo jogo e essa escolha a guiará de maneira dinâmica para novas telas. Para dar ainda mais suporte a criatividade e imaginação, ao final do jogo, o personagem pede para que a criança tente adivinhar o objeto que está no báu por meio das dicas que foram dadas durante o jogo.

A Figura 5.7 apresenta o PBF e o PAF para a tela na qual os educadores podem dar um *feedback* para cada questão apresentada durante o jogo. Esse *feedback* é construtivo, permitindo a criança identificar os erros e acertos, e repensar suas ideias e estratégias quando não forem bem sucedidas. O aplicativo apresenta esse *feedback* de forma agradável e não constrangedora. Nota-se portanto a presença da **Heurística 17 (Feedback Construtivo)**.



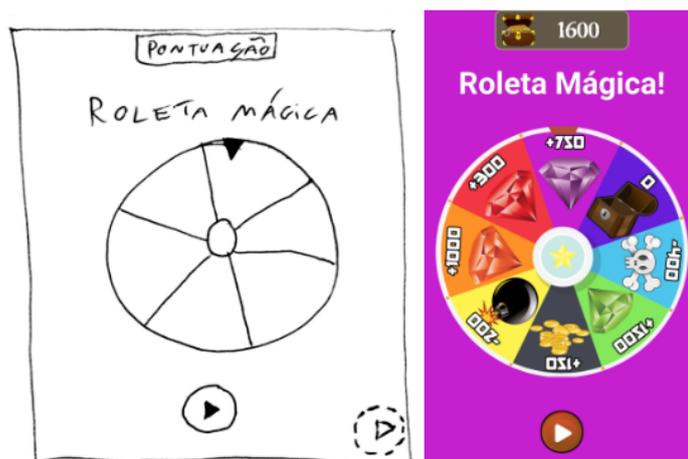
**Figura 5.7** PBF e PAF da tela que apresenta *feedback* às questões do jogo

É relevante notar que o botão de continuar localizado no canto inferior direito da tela, fica invisível durante a apresentação do *feedback*. Esse *feedback* é escrito na tela letra por letra por meio de uma animação. Apenas quando o texto do *feedback* aparece completo na tela, o “botão de continuar” torna-se visível e a criança pode tocá-lo para prosseguir no jogo. Essa estratégia foi utilizada na tentativa de estimular a criança a ler o *feedback*, evitando que ela avance para a próxima tela sem ler o conteúdo apresentado.

Por meio das perguntas e do *feedback* criado diretamente pelos educadores, espera-se que as crianças sejam capazes de consolidar novos aprendizados, o que constitui parte da **Heurística 22 (Aprendizagem e Recordação)**. O aplicativo fornece diferentes experimentações de aprendizado para o usuário, incluindo o aprendizado via erros construtivos. Essa aprendizagem, via erros construtivos, ocorre por meio do *feedback* que é apresentado à criança mesmo que ela erre a questão. Nota-se então a presença da **Heurística 23 (Diferentes Meios de Aprendizado)**. Para reforçar essa heurística, ao final do jogo, os educadores recebem um relatório contendo todas as questões que a criança errou e também as alternativas escolhidas que levaram a criança ao erro. Desse modo, o

educador pode entender individualmente os erros de cada criança e realizar uma abordagem direcionada às dificuldades dela.

A Figura 5.8 apresenta o PBF e o PAF para a tela que exibe um dos subjogos, denominado “Roleta Mágica”. Esse subjogo reforça a utilização de múltiplas mídias, tais como: imagens, animações, músicas e sons relacionados a elementos do aplicativo. Desse modo, encontra-se presente a **Heurística 11 (Entretenimento)**. Vale ressaltar que a música de fundo e sons de elementos do jogo podem ser controlados pelo usuário.



**Figura 5.8** PBF e PAF da tela que apresenta o subjogo “Roleta Mágica”

Esse subjogo também reafirma a **Heurística 12**, o uso do lúdico, pois os tesouros e punições que fazem parte da roleta são voltados a temática de pirata do jogo. O algoritmo criado para esse subjogo faz com que a roleta pare em algum elemento de maneira aleatória, trazendo curiosidade e dinamismo ao jogo em cada nova jogabilidade. A roleta gira como uma animação e quando um elemento é sorteado, um som próprio é emitido para ele. Por exemplo, se o elemento é a caveira, o som é algo relacionado a punição. Por outro lado, caso o elemento sorteado seja algum prêmio, diferentes sons de recompensa podem soar a depender desse elemento.

Ainda na Figura 5.8, nota-se a presença de um botão tracejado ao canto da tela do PBF. Esse botão é o mesmo que se encontra presente nas Figuras 5.2, 5.4 e 5.7, apresentadas anteriormente. Uma vez que o subjogo é finalizado, o “*botão de continuar*” aparece na posição tracejada. Esse posição é fixa e traz facilidade para que as crianças consigam recordar as ações apresentadas durante o processo de interação. Desse modo, intuitivamente a criança já espera encontrar o “*botão de continuar*” em uma posição fixa na próxima tela antes de atingi-la. Além disso, recordar as ações, facilita para que as crianças consigam jogar um novo jogo sem dificuldades de interação. Nesse contexto, nota-se novamente a presença da **Heurística 22 (Aprendizagem e Recordação)**.

A Figura 5.9 apresenta o PBF e o PAF para a tela que exibe um dos subjogos, denominado “Baú Secreto”. Assim como discutido no subjogo anterior, neste subjogo diversas heurísticas encontram-se presentes, como por exemplo as **Heurísticas 11 e 12**.



Figura 5.9 PBF e PAF da tela que apresenta o subjogo “Baú Secreto”

O algoritmo construído para esse subjogo é simultaneamente aleatório e probabilístico. A adição de probabilidade foi escolhida para que tesouros mais valiosos sejam mais difíceis de se conseguir, dificultando o jogo, gerando expectativas e desafiando as crianças. Novamente nota-se a presença de um botão tracejado ao canto da tela do PBF. Esse botão tracejado indica que, ao término desse subjogo, o “*botão de continuar*” aparecerá na posição fixa já esperada pela criança.

A Figura 5.10 apresenta o PBF e o PAF para a tela na qual a criança deverá tentar adivinhar a chave para abrir o baú, o qual contém moedas de ouro. As dicas para descobrir o objeto que representa a chave do baú foram acumuladas e expostas para a criança durante a apresentação das telas de *feedback*, como visto na Figura 5.7. É importante notar que o objeto e as dicas relacionadas a ele, foram criadas previamente pelo educador no aplicativo FPE, o que favorece novamente a **Heurística 7**, relacionada ao papel do instrutor.

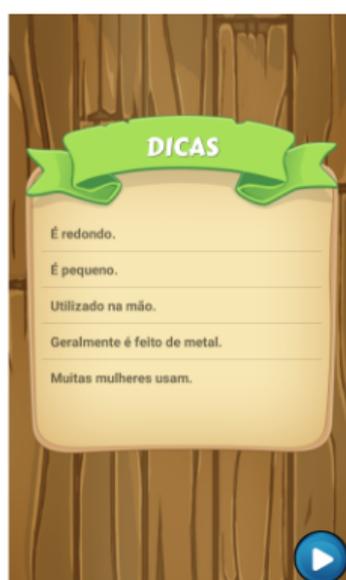
Nota-se novamente a presença da **Heurística 13**, visto que as dicas auxiliam cognitivamente a criança no uso da sua criatividade e imaginação, para que ela possa desvendar a chave do baú. A fim de evitar esforço cognitivo excessivo e atender a **Heurística 14 (Esforço Cognitivo)**, especialmente no campo da memorização, foi criado o “*botão de ajuda*”, localizado ao lado do campo “Chave do Baú”. Ao ser tocado, esse botão exibe à criança todas as dicas acumuladas durante o jogo. Essa estratégia auxilia as crianças a se recordarem de todas as dicas expostas durante a interação com o software. A Figura 5.11 apresenta a tela que contém as dicas para abrir o baú do tesouro

É relevante salientar que o esforço cognitivo relacionado ao nível de dificuldade das questões presentes no jogo, é totalmente controlável pelos educadores, visto que esses educadores criam as perguntas e suas soluções por meio do aplicativo FPE.

A Figura 5.12 apresenta o PBF e o PAF para a tela que alerta o usuário sobre o fim do jogo. Essa tela também é responsável por dar um *feedback* da quantidade de mapas



**Figura 5.10** PBF e PAF da tela relacionada à adivinhação sobre a chave do baú



**Figura 5.11** Tela de dicas que auxiliam a descoberta da “chave do baú”

que o usuário acertou. Vale ressaltar que os mapas equivalem às questões. Nesta tela é possível visualizar também a pontuação final adquirida pela criança.

Ao final do jogo, os educadores podem visualizar por meio do aplicativo FPE, um relatório contendo a nota do usuário, baseado no número de questões corretas, as questões que esse usuário errou e as alternativas que ele marcou nessas questões. Desse modo, professores e pais podem entender as dificuldades individuais de cada criança.

Há ainda uma tela de ajustes que possibilita ao usuário controlar a música de fundo do jogo, os sons dos elementos e um modo de acessibilidade desenvolvido exclusivamente



Figura 5.12 Tela de fim de jogo

para o aplicativo. Os ajustes podem ser alcançados por meio do “botão de ajustes”, representado por uma interrogação e localizado na tela inicial do jogo, como visto na Figura 5.1. O PBF e o PAF para a tela de ajustes são apresentados por meio da Figura 5.13.



Figura 5.13 Tela de ajustes do jogo

O **modo de acessibilidade** foi criado para auxiliar usuários cegos ou àqueles que possuem baixa visão, podendo também ser utilizado por crianças que apresentam dificuldade na leitura, especialmente àquelas que estão em processo de alfabetização. Ao ser ativado, um ícone de acessibilidade aparece no canto superior esquerdo das telas do jogo. Quando o usuário toca no ícone, o aplicativo inicia uma narração antecipada dos

elementos da tela, das próximas ações, da posição de botões que estão na tela, das falas do personagem e outras informações relevantes.

O sistema operacional utilizado pelo aplicativo (Android), fornece uma função de acessibilidade denominada “*talkback*”. Essa funcionalidade permite que o usuário toque na tela e, em seguida, ocorre uma narração do elemento tocado. Para que isso ocorra, o desenvolvedor do software precisa ter a preocupação de criar descrições para certos elementos, especialmente para imagens. Por exemplo, caso o *talkback* esteja ativado e o usuário toque na imagem do pirata, o sistema operacional não saberá o que narrar, pois apesar de saber que o usuário tocou em uma imagem, não é possível identificar que imagem é essa. A partir do contexto apresentado, o aplicativo FP foi desenvolvido preocupando-se com os elementos visuais de modo que usuários cegos ou aquelas que possuem baixa visão possam fazer uso do *talkback*. Para isso foi implementado um atributo de aplicativos Android denominado “*content description*”.

A grande vantagem do modo de acessibilidade criado para o aplicativo FP em relação ao *talkback* é a pré-narração das telas. Desse modo, o usuário consegue identificar tudo que está presente na tela antecipadamente e recebe informações relevantes para continuar o jogo, sem que haja a necessidade de tocar na tela diversas vezes para identificar cada um dos elementos presentes. Há ainda a possibilidade de utilizar o modo de acessibilidade juntamente com o *talkback*, potencializando a experiência do usuário, pois além da pré-narração o usuário poderá tocar na tela e obter informações do elemento tocado por meio do *talkback*.

Todos os botões do aplicativo foram posicionados de forma a facilitar o acesso às funcionalidades, o que representa a presença da **Heurística 1 (Facilidade de Uso)**. Além disso, os ícones presentes ao lado esquerdo dos campos texto são utilizados como ajuda, pois ao serem tocados, lançam uma janela *popup* contendo informações relevantes para que o usuário consiga prosseguir no jogo. Esse cenário foi destacado na Figura 5.3 e também dá suporte a heurística 1. As telas do jogo foram criadas de maneira minimalista, buscando reduzir a quantidade de elementos, a quantidade de botões e a poluição visual que poderia confundir as crianças.

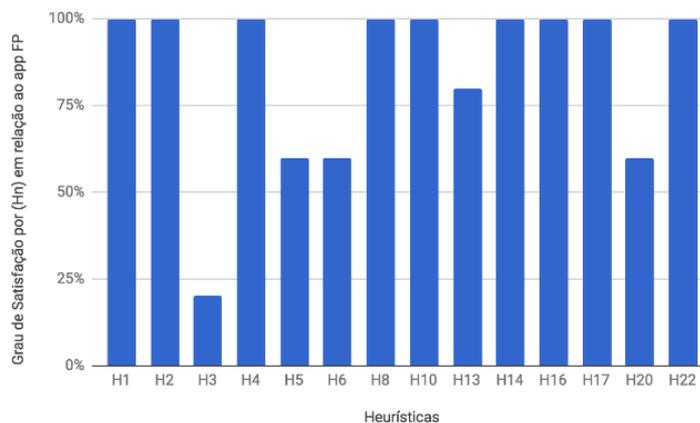
O aplicativo foi projetado para fornecer uma resposta imediata à ação do usuário e essa resposta é visível através da interface do sistema. Esse cenário representa a *Heurística 19 (Resposta Imediata e Visibilidade)*. A única situação em que o tempo de resposta pode se tornar mais longo, ocorre quando o aplicativo precisa fazer *download* das questões que compõem o jogo. No entanto, mesmo nessa situação, o software, por meio de uma mensagem visível, indica imediatamente ao usuário que o jogo está sendo carregado.

Duas das heurísticas propostas não se aplicam à avaliação do aplicativo FP, são elas: a **Heurística 18 (Disponibilidade e Portabilidade)** e a **Heurística 9 (Aprendizado Cooperativo)**. Em relação a heurística 18, o software se preocupa com a disponibilidade, utilizando o recurso de internet apenas no início do jogo, para fazer *download* das questões, e no final do jogo, para enviar as notas e relatórios específicos aos educadores. Por outro lado, determinou-se que a portabilidade ficaria restrita ao sistema operacional Android e aos dispositivos móveis cujas telas possuem tamanho semelhante aos dispositivos utilizados nos testes de desenvolvimento do aplicativo. A heurística 9 não se aplica ao software, visto que esse se destina ao uso individual. Por outro lado, esse cenário pode

ser adaptado. O educador pode criar questões cujo nível de dificuldade seja mais elevado e pedir que um grupo de crianças tentem resolvê-las de maneira conjunta, por meio do mesmo jogo, partilhando apenas um único dispositivo móvel.

## 5.6 RESULTADOS

Os resultados obtidos por meio do questionário com crianças, utilizado para avaliar o grau de satisfação das crianças em relação a usabilidade do aplicativo Fantastic Pirates (FP), indicam que, do ponto de vista das crianças, o aplicativo teve um percentual de satisfação de 84% considerando as heurísticas propostas (Hn). Nenhuma heurística teve grau de satisfação menor que 20% e 64% das heurísticas foram qualificadas com grau de satisfação máximo (100%) atribuído por todas as crianças. A Figura 5.14 apresenta o gráfico de resultados que compara cada uma das heurísticas e seus percentuais de satisfação em relação a usabilidade do aplicativo FP conforme indicado no questionário.



**Figura 5.14** Resultado das respostas do questionário

A análise dos dados coletados por meio do questionário, foi apoiada pelo método de *think-aloud*, que resultou em dados coletados através da gravação das telas do jogo e gravação de áudio. Após a análise das transcrições das falas das crianças durante o processo avaliativo, foi possível destacar algumas considerações concebidas por parte das crianças.

A “*Heurística 5 (Motivação)*” foi presenciada por meio de falas como: “*Ganhei na primeira vez esse tanto de ouro!*”, “*Ganhei!*”. O ouro mencionado pelas crianças foi um dos mecanismos de pontuação que dá suporte à motivação da criança. A recompensa por meio de prêmios foi utilizada durante todo o jogo e distribuída em subjogos internos como tesouros que são convertidos em moedas de ouro, as quais agregam valor a pontuação.

A “*Heurística 4 (Afetividade)*” foi evidenciada por meio de falas como “*Jogo massa!*”. A ênfase dada na fala da criança, juntamente a palavra “*massa*”, revela que os elementos conectados ao mundo infantil presentes no jogo culminaram na criação de laços emocionais entre o usuário e o jogo. Ao observar a Figura 5.14 é possível notar que todas as crianças que participaram da avaliação sentiram-se 100% satisfeitas no aspecto afetivo.

Apesar de a maioria das crianças estarem em processo de alfabetização, a “*Heurística 10 (Linguagem Alvo)*”, mostrou-se consistente tanto pela análise da Figura 5.1, quanto pela escassez de questionamentos sobre o significado das palavras utilizadas no jogo.

Os resultados obtidos por meio das gravações das telas mostraram que algumas crianças tiveram dificuldades na tela referente ao subjogo “Roleta Mágica”, Figura 5.15 (lado esquerdo).



**Figura 5.15** Tela do subjogo “Roleta Mágica” e Tela de adivinhação do “Baú Secreto”

As crianças citadas tocaram diretamente na roleta (ao centro da tela) ou fizeram movimentos circulares nela na expectativa de que a roleta começasse a girar. Isso provavelmente se deve ao fato de que a roleta está localizada ao centro da tela (primeiro ponto de foco por parte do usuário) e suas múltiplas cores atraem diretamente a atenção da criança. Concomitantemente, o botão que deveria ser utilizado para fazer a roleta girar acaba sendo projetado na visão periférica da criança. Dada as limitações da visão periférica humana, algumas crianças demoram alguns segundos para perceber a presença do botão e interagir com o software da maneira esperada.

A tela de descobrir o baú secreto, Figura 5.15 (lado direito), apresentada no jogo a cada ciclo de cinco questões, também gerou dificuldade para a maioria das crianças. Apesar de haver um botão de ajuda (representado pelo símbolo de interrogação “?”) com função de revelar todas as dicas acumuladas no jogo para caso a criança não se recordasse, parte considerável das crianças pediram ajuda diretamente ao pesquisador. Provavelmente isso ocorreu devido a dificuldade de leitura por parte das crianças que ainda estavam em processo de alfabetização, assim parte considerável delas não entendeu o propósito das dicas no jogo e, ao atingir a tela que perguntava o objeto referente as dicas, essas crianças solicitaram ajuda.

Ambas as dificuldades apresentadas nas telas representadas por meio das Figuras 5.15 (lado esquerdo) e Figura 5.15 (lado direito) ajudam a compreender o único nível de sa-

tisfação inferior a 60%, atribuído a “*Heurística 3 (Apresentação da Informação)*”, visto que essa heurística trata da facilidade de encontrar as informações básicas do aplicativo como ajuda, configurações, próximas ações, objetivos e documentação. Como a maioria das crianças teve dificuldade em alguma das telas citadas, a satisfação atribuída à Heurística 3 foi prejudicada.

Uma das crianças apontou o nível de dificuldade das perguntas do jogo ao relatar: “*O jogo foi legal, mas teve perguntas difíceis, tipo eu acertei umas duas e errei três. Eu pensei que ia ser as perguntas fáceis, mais bestas, mas foi pergunta difícil. Eu fiquei surpreso na hora!*”. O nível de dificuldade do jogo é totalmente personalizável e reflete o poder da “*Heurística 7 (Papel do Instrutor)*”, que apesar de não ter sido avaliada por meio do questionário, ela se faz presente no aplicativo e foi avaliada por meio do método *think-aloud*.

Uma das crianças indicou um dos riscos da pesquisa ao afirmar que “*A única coisa que eu não gostei do jogo foi que demorava muito para carregar*” (referindo-se ao momento que necessita de internet para entrar no jogo). Essa situação ocorreu devido ao fato de que no momento do teste realizado com essa criança, o sinal de internet (*wi-fi*) foi perdido, portanto o smartphone automaticamente ativou o uso do plano de dados (tecnologia 4G) que possui recursos limitados de conexão. Vale salientar que os únicos momentos nos quais o aplicativo faz uso de internet são no início do jogo, para fazer *download* do conteúdo (perguntas, dicas e demais configurações) e ao final do jogo, para enviar um relatório completo de erros e estatísticas sobre o desempenho da criança para o aplicativo de suporte aos educadores (FPE).

Outros problemas de interação de menor grau foram evidenciados pelas crianças. Uma criança teve certa dificuldade de encontrar as letras no teclado do sistema do smartphone, como revela a fala “*onde é o U?*”. Algumas crianças acertaram a adivinhação correspondente a chave para abrir o baú secreto, que era a palavra “anel”, mas demonstraram dúvidas na escrita da palavra ao questionarem “*anel é com o quê?*”, “*é com L, né?*”, outra digitou “ameo”. Esses problemas foram evidenciados conforme a escala de idade das crianças, com impacto maior sobre aquelas de menor idade, tais como 6 ou 7 anos que estão passando pelo processo de alfabetização.

Desse modo, foi possível perceber que parte considerável dos problemas encontrados destinam-se a dificuldade de leitura e escrita do conteúdo, o que é oriundo diretamente do processo educacional, porém não necessariamente reflete dificuldade de interação, visto que o conteúdo do aplicativo é regulado pelo papel do instrutor, o qual pode facilitar ou dificultar o que é inserido no jogo conforme a idade e necessidades educacionais da criança.

## 5.7 CONCLUSÕES

Por meio da análise dos resultados desta pesquisa, pode-se afirmar que, como o nível de satisfação do público infantil (medido através do questionário) em relação à usabilidade do aplicativo FP foi de 84%, isso indica que o aplicativo atende as satisfações das crianças e está de acordo com o público alvo. Além disso, infere-se que, como o aplicativo foi construído com base nas heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais

infantis, essas heurísticas também estão adequadas ao domínio infantil.

Desse modo, do ponto de vista científico e tecnológico, o conjunto de heurísticas poderá ser utilizado para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais considerando características intrínsecas ao público infantil. É possível salientar que esse conjunto de heurísticas poderá ser explorado para avaliar aplicativos tanto em fase de projeto quanto aqueles já desenvolvidos. Na fase de projeto, essas heurísticas podem ser utilizadas para o design de interação, de modo a melhorar a qualidade da interação do aplicativo. Ao avaliar aplicativos já desenvolvidos, as heurísticas podem ser úteis ao *redesign* de interação e/ou para desenvolvimento de estratégias de marketing que evidencie a adequação do aplicativo ao público infantil.

Além da contribuição científica e tecnológica, vale ressaltar o potencial de benefício social, uma vez que os aplicativos FP e FPE poderão ser utilizados por educadores (professores e pais) para estimular crianças nos processos de ensino e de aprendizagem de forma interativa, lúdica e divertida.

Como trabalhos futuros, espera-se fazer o *redesign* de interação do aplicativo FP, levando em consideração os dados coletados e, posteriormente, conduzir novas avaliações com crianças para que o aplicativo atinja um nível de satisfação em relação à sua usabilidade superior ao atual (84%).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa concebeu e avaliou um conjunto de heurísticas para avaliação da usabilidade de aplicativos móveis educacionais considerando características intrínsecas ao domínio infantil. A relevância desse conjunto de heurísticas se dá tanto pela necessidade de adaptação de heurísticas existentes para domínios mais específicos, quanto pelas necessidades educacionais e de interação do público infantil.

O conjunto de heurísticas proposto foi avaliado quanto a sua relevância por especialistas em Interação Humano-Computador/Informática na Educação e profissionais da Educação Infantil. Posteriormente, essas heurísticas foram avaliadas na prática de desenvolvimento de um aplicativo móvel voltado à educação infantil. Para tal, as heurísticas propostas foram comparadas com heurísticas mais genéricas (para aplicativos móveis educacionais) e ambos os conjuntos foram utilizados na Avaliação Heurística de um aplicativo móvel educacional infantil.

Em seguida, as heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis foram utilizadas para direcionar o design de interação do aplicativo *Fantastic Pirates* (FP), destinado ao uso educacional infantil. Concomitantemente, um aplicativo de suporte ao FP, o *Fantastic Pirates Educator* (FPE), foi criado para dar suporte aos educadores (pais professores).

Esta pesquisa apresenta também um olhar sobre o desenvolvimento da usabilidade do aplicativo FP, sob a perspectiva das heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis. Por fim, foi realizada avaliação dos aplicativos com crianças entre seis e 10 anos para averiguar a satisfação das crianças em relação à usabilidade do aplicativo e, portanto, a satisfação relacionada às heurísticas propostas por esta pesquisa.

Desse modo, esta pesquisa provê um conjunto de heurísticas que poderá ser utilizado para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais tanto em fase de desenvolvimento, quanto aplicativos já desenvolvidos, considerando características intrínsecas ao público infantil. Além disso, por meio do uso do conjunto de heurísticas proposto no desenvolvimento de softwares educacionais, espera-se aumentar a qualidade de interação voltada a esse público, podendo resultar em melhorias nos processos de ensino e de aprendizagem de forma lúdica, interativa e divertida.

As avaliações do aplicativo FP, conduzidas nesta pesquisa, limitaram-se as crianças, portanto não foram realizadas avaliações desse aplicativo com responsáveis. Essa limitação se deu pela heterogeneidade da pesquisa, a qual foi conduzida com famílias de diferentes graus de escolaridade. Desse modo, alguns responsáveis possuíam baixo grau de escolaridade e preferiram não participar da avaliação. Outros, por sua vez, sentiram-se desconfortáveis ao imaginar que poderiam acertar um número menor de questões do que a própria criança. Portanto, o pesquisador optou por conduzir as avaliações diretamente com o público alvo da pesquisa, que são as crianças.

Como trabalhos futuros, espera-se realizar uma Avaliação Heurística do aplicativo FP conduzida por especialistas em Interação Humano-Computador, como também uma análise qualitativa por meio da metodologia de *Ground Theory* ou Análise de Conteúdo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. A.; ROSA, J.; MATOS, E. Adaptação de heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais ao domínio infantil. In: *Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017)*. [S.l.]: SBC. no prelo., 2017.
- ABREU, C. A.; ROSA, J.; MATOS, E. Analysis of Usability Heuristics for Children's Educational Mobile Applications. In: *Proceedings of 16th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC 2017)*. [S.l.]: SBC. no prelo., 2017.
- AN, D. Y. et al. Digita-um jogo educativo de apoio ao processo de alfabetização infantil. In: *Proceedings of Brazilian Symposium on Computers in Education – SBIE*. [S.l.]: SBC., 2013.
- BONIFÁCIO, B. A. *Ubicua: uma técnica de inspeção de usabilidade para avaliar aplicações web móveis*. Dissertação (Mestrado em Informática) — Universidade Federal do Amazonas, 2012.
- COELHO, O. B.; SANTORO, D. M. A Sinergia entre as Heurísticas de Usabilidade de Software e as Heurísticas de Ensino-Aprendizagem do ponto de vista da Educação à Distância Mediada pela Web. In: *Proceedings of Brazilian Symposium on Computers in Education – SBIE*. [S.l.]: SBC., 2002.
- D'CARLO, D.; BARBOSA, G.; OLIVEIRA, E. Usabilidade em Aplicativos Móveis Educacionais: Um Conjunto de Heurísticas para Avaliação. In: *Proceedings of Brazilian Symposium on Computers in Education – SBIE*. [S.l.]: SBC., 2016.
- GOMES, T. et al. Avaliação de um jogo educativo para o desenvolvimento do pensamento computacional na educação infantil. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.]: SBC., 2015.
- KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. *Perspectiva*, v. 12, n. 22, p. 105–128, 1994.
- KNOLL, R. C. Desenvolvimento de heurísticas de usabilidade para tablets. *Caderno de Estudos Tecnológicos*, v. 2, n. 1, p. 93–109, 2014.
- MARKOPOULOS, P. et al. *Evaluating Children's Interactive Products: Principles and Practices for Interaction Designers*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2008. 1–396 p. ISSN 0717-6163. ISBN 9780123741110.
- NIELSEN, J. Evaluating hypertext usability. In: *Designing hypermedia for learning*. [S.l.]: Springer, 1990. p. 147–168.

NIELSEN, J. *Usability engineering*. [S.l.]: Elsevier, 1994.

NIELSEN, J. *Usability 101: Introduction to Usability*. 2012. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>.

NOKELAINEN, P. An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. *Educational Technology & Society*, JSTOR, v. 9, n. 2, p. 178–197, 2006.

PICONEZ, S. C. B. Avaliação do potencial de usabilidade de material digital de aprendizagem: algumas contribuições. *Série Educação e Tecnologia*, Projeto Digital, 2010.

ROSA, J. C. S.; SCHWARZELMÜLLER, A. F.; MATOS, E. Avaliação heurística da rede social educacional TecCiencia. In: *XV Escola Regional de Computação Bahia – Alagoas – Sergipe*. Salvador - BA: SBC., 2015.

SILVA, V. G.; GOMES, M. J. Dos dispositivos móveis à aprendizagem ubíqua—da usabilidade técnica à usabilidade pedagógica. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, n. 13, p. 211–214, 2015.

SILVEIRA, M. S.; CARNEIRO, M. L. F. Diretrizes para a avaliação da usabilidade de objetos de aprendizagem. In: *Proceedings of Brazilian Symposium on Computers in Education – SBIE*. [S.l.]: SBC., 2012.

VYGOTSKY, L. S. Imagination and creativity in childhood. *Journal of Russian & East European Psychology*, Taylor & Francis, v. 42, n. 1, p. 7–97, 2004.

WINCKLER, M.; PIMENTA, M. Avaliação de Usabilidade de sites Web. *X Escola de Informática da SBC-Sul (ERI2002)*, p. 85–137, 2002.

**Apêndice**

**A**

**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO POR  
ESPECIALISTAS (PSICOPEDAGOGOS E  
ESPECIALISTAS EM IHC) SOBRE A RELEVÂNCIA  
DAS HEURÍSTICAS PROPOSTAS**

## Avaliação por Especialistas (psicopedagogos e especialistas em IHC) sobre a Relevância das Heurísticas Propostas

Este questionário tem por objetivo avaliar a relevância das heurísticas de usabilidade específicas para aplicativos móveis educacionais de uso infantil. As heurísticas foram criadas a partir de elementos caracterizadores infantis e heurísticas de avaliação de usabilidade de aplicativos móveis educacionais.

Heurísticas	Descrição	Relevância
1. Facilidade de Uso	Facilidade de acesso às funcionalidades. Medido através do número de erros cometidos durante a interação do usuário com o sistema.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
2. Design da Tela	Atenta à riqueza no layout, considerando sua atratividade, fontes fáceis de reconhecer, bom aproveitamento da tela, boa disposição dos elementos e utilização de cores atraentes.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
3. Apresentação da Informação	Facilidade de encontrar as informações básicas do aplicativo como ajuda, configurações, próximas ações, objetivos e documentação.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
4. Afetividade	Considera se o aplicativo proporciona um ambiente agradável, com elementos conectados ao mundo infantil, que possam criar laços emocionais entre os usuários e o aplicativo.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
5. Motivação	Representa o potencial de motivar o interesse, vontade, desejo e esforço dos usuários.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante

		<input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
6. Aprendizado Orientado a Metas e Objetivos	Analisa se o aplicativo possui metas e objetivos que colaboram com o aprendizado do usuário.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
7. Papel do Instrutor	Observa o papel do instrutor no uso do aplicativo educacional, se provedor de materiais ou agente facilitador.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
8. Controle do Usuário	Identifica se o usuário tem a liberdade de controlar as ações sobre o software e os seus encadeamentos.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
9. Aprendizado Cooperativo	Verifica se o aplicativo estimula o trabalho em equipe e a cooperação em algumas partes ou de forma integral, fazendo com que os objetivos possam ser compartilhados e os desafios divididos em uma equipe.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
10. Linguagem alvo	A linguagem utilizada deve adequar-se ao público alvo e ao nível de ensino a que esse público se refere.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante

11. Entretenimento	Utilização de múltiplas mídias, tais como: imagens, animações, vídeos, músicas e sons relacionados a elementos do aplicativo.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
12. Uso do Lúdico	O aplicativo apresenta temas lúdicos e explora a abordagem lúdica apresentada pelo tema durante seu uso.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
13. Criatividade e Imaginação	Existem diversos caminhos, respostas ou soluções que auxiliam cognitivamente na imaginação e criatividade do usuário.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
14. Esforço Cognitivo	Avalia se a criança consegue realizar as ações sem demandar um excesso de esforço cognitivo (nível de concentração, memorização, raciocínio lógico) e se este esforço está de acordo com o público alvo.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
15. Sentido Lógico	O aplicativo apresenta regras implícitas ou explícitas que norteiam o sentido lógico da aplicação.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
16. Coerência no Conteúdo	O conteúdo é coerente e contextualizado com a área e o nível de ensino propostos. Ele deve colaborar com a aprendizagem do público alvo.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante

		<input type="checkbox"/> Irrelevante
17. Feedback Construtivo	Oferece feedback construtivo, permitindo ao usuário identificar os erros e acertos, e repensar suas ideias e estratégias quando não forem bem sucedidas. O feedback deve ser agradável e não constrangedor.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
18. Disponibilidade e Portabilidade	O aplicativo deve fornecer acesso de qualquer lugar (Disponibilidade) e deve ser capaz de ser executado em diferentes sistemas e dispositivos móveis (Portabilidade).	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
19. Resposta Imediata e Visibilidade	A aplicação deve fornecer uma resposta imediata à ação do usuário. Esta resposta deve ser visível através da interface do sistema.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
20. Adequação de Mensagem à Funcionalidade e ao Usuário	A mensagem deve se adequar às funcionalidades do sistema e às ações tomadas pelo usuário.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
21. Prevenção de Erros e Recuperação Rápida do Sistema	O sistema deve prevenir erros e ser capaz de oferecer uma rápida recuperação ao último estado estável ou a um novo estado estável.	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
22. Aprendizagem e Recordação	Avalia se o usuário é capaz de consolidar novos aprendizados através do uso do aplicativo e	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante

	<p>recordar as ações e o conteúdo apresentados durante o processo de interação.</p>	<input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante
<p>23. Diferentes Meios de Aprendizado</p>	<p>O aplicativo fornece diferentes experimentações de aprendizado para o usuário, incluindo o aprendizado via erros construtivos.</p>	<input type="checkbox"/> Fortemente Relevante <input type="checkbox"/> Relevante <input type="checkbox"/> Pouco Relevante <input type="checkbox"/> Irrelevante

### Comentários

**Apêndice**

**B**

**MATERIAL DE AUXÍLIO AO  
ESPECIALISTA/INSPECTOR**

## Avaliação Heurística (Especialistas)

O avaliador deve utilizar esse material para fazer uma inspeção heurística no aplicativo **Fantastic Pirates** e identificar se as heurísticas de usabilidade para aplicativos móveis educacionais infantis foram violadas.

Heurísticas	Descrição
<b>1. Facilidade de Uso</b>	Facilidade de acesso às funcionalidades. Medido através do número de erros cometidos durante a interação do usuário com o sistema.
<b>2. Design da Tela</b>	Atenta à riqueza no layout, considerando sua atratividade, fontes fáceis de reconhecer, bom aproveitamento da tela, boa disposição dos elementos e utilização de cores atraentes.
<b>3. Apresentação da Informação</b>	Facilidade de encontrar as informações básicas do aplicativo como ajuda, configurações, próximas ações, objetivos e documentação.
<b>4. Afetividade</b>	Considera se o aplicativo proporciona um ambiente agradável, com elementos conectados ao mundo infantil, que possam criar laços emocionais entre os usuários e o aplicativo.
<b>5. Motivação</b>	Representa o potencial de motivar o interesse, vontade, desejo e esforço dos usuários.
<b>6. Aprendizado Orientado a Metas e Objetivos</b>	Analisa se o aplicativo possui metas e objetivos que colaboram com o aprendizado do usuário.
<b>7. Papel do Instrutor</b>	Observa o papel do instrutor no uso do aplicativo educacional, se provedor de materiais ou agente facilitador.
<b>8. Controle do Usuário</b>	Identifica se o usuário tem a liberdade de controlar as ações sobre o software e os seus encadeamentos.
<b>9. Aprendizado Cooperativo</b>	Verifica se o aplicativo estimula o trabalho em equipe e a cooperação em algumas partes ou de forma integral, fazendo com que os objetivos possam ser compartilhados e os desafios divididos em uma equipe.
<b>10. Linguagem alvo</b>	A linguagem utilizada deve adequar-se ao público alvo e ao nível de ensino a que esse público se refere.
<b>11. Entretenimento</b>	Utilização de múltiplas mídias, tais como: imagens, animações, vídeos, músicas e sons relacionados a elementos do aplicativo.
<b>12. Uso do Lúdico</b>	O aplicativo apresenta temas lúdicos e explora a abordagem lúdica apresentada pelo tema durante seu uso.

<b>13. Criatividade e Imaginação</b>	Existem diversos caminhos, respostas ou soluções que auxiliam cognitivamente na imaginação e criatividade do usuário.
<b>14. Esforço Cognitivo</b>	Avalia se a criança consegue realizar as ações sem demandar um excesso de esforço cognitivo (nível de concentração, memorização, raciocínio lógico) e se este esforço está de acordo com o público alvo.
<b>15. Sentido Lógico</b>	O aplicativo apresenta regras implícitas ou explícitas que norteiam o sentido lógico da aplicação.
<b>16. Coerência no Conteúdo</b>	O conteúdo é coerente e contextualizado com a área e o nível de ensino propostos. Ele deve colaborar com a aprendizagem do público alvo.
<b>17. Feedback Construtivo</b>	Oferece feedback construtivo, permitindo ao usuário identificar os erros e acertos, e repensar suas ideias e estratégias quando não forem bem sucedidas. O feedback deve ser agradável e não constrangedor.
<b>18. Disponibilidade e Portabilidade</b>	O aplicativo deve fornecer acesso de qualquer lugar (Disponibilidade) e deve ser capaz de ser executado em diferentes sistemas e dispositivos móveis (Portabilidade).
<b>19. Resposta Imediata e Visibilidade</b>	A aplicação deve fornecer uma resposta imediata à ação do usuário. Esta resposta deve ser visível através da interface do sistema.
<b>20. Adequação de Mensagem à Funcionalidade e ao Usuário</b>	A mensagem deve se adequar às funcionalidades do sistema e às ações tomadas pelo usuário.
<b>21. Prevenção de Erros e Recuperação Rápida do Sistema</b>	O sistema deve prevenir erros e ser capaz de oferecer uma rápida recuperação ao último estado estável ou a um novo estado estável.
<b>22. Aprendizagem e Recordação</b>	Avalia se o usuário é capaz de consolidar novos aprendizados através do uso do aplicativo e recordar as ações e o conteúdo apresentados durante o processo de interação.
<b>23. Diferentes Meios de Aprendizado</b>	O aplicativo fornece diferentes experimentações de aprendizado para o usuário, incluindo o aprendizado via erros construtivos.

### Graus de Severidade

- 0 - Não há consenso quanto a problema de usabilidade.
- 1 - Problema somente cosmético - precisa ser corrigido apenas se sobrar tempo no projeto.
- 2 - Problema menor de usabilidade - corrigi-lo deve ter baixa prioridade.
- 3 - Problema grave de usabilidade - importante corrigi-lo. Tem alta prioridade.
- 4 - Catástrofe de usabilidade - sua correção é imperativa antes do lançamento do produto.

Descrição do problema		
Contexto onde ocorreu:	Heurística Violada:	Grau de Severidade:
Soluções Propostas ou Eventuais Considerações		

Descrição do problema		
Contexto onde ocorreu:	Heurística Violada:	Grau de Severidade:
Soluções Propostas ou Eventuais Considerações		

Descrição do problema		
Contexto onde ocorreu:	Heurística Violada:	Grau de Severidade:
Soluções Propostas ou Eventuais Considerações		

**Apêndice**

**C**

## **QUESTIONÁRIO APLICADO COM AS CRIANÇAS**

## Questionário para Avaliação com Crianças

1. Foi fácil utilizar as funcionalidades do jogo?  
 Sim  
 Não
2. Você achou o jogo atrativo, com letras fáceis de ler e cores atraentes?  
 Sim  
 Não
3. Foi fácil encontrar as informações básicas do jogo como ajuda, configurações, próximas ações, objetivos e documentação?  
 Sim  
 Não
4. Você achou o jogo agradável e se sentiu feliz ao jogá-lo?  
 Sim  
 Não
5. Você se sentiu motivado(a) durante o jogo?  
 Sim  
 Não
6. Você conseguiu aprender algo novo utilizando o jogo?  
 Sim  
 Não
7. Você se sentiu livre ao mexer no jogo?  
 Sim  
 Não
8. Você conseguiu entender as falas e perguntas do jogo?  
 Sim  
 Não
9. Você usou sua imaginação e criatividade para responder às perguntas do jogo?  
 Sim  
 Não
10. Você se sentiu cansado(a) durante o jogo?  
 Sim  
 Não
11. Você conseguiu compreender o conteúdo do jogo?  
 Sim  
 Não

12. Foi possível identificar seus erros durante o jogo e aprender com eles por meio das explicações dadas pelo personagem?

Sim

Não

13. Enquanto você jogava, as mensagens que o jogo apresentava eram fáceis de entender?

Sim

Não

14. Você conseguiu aprender utilizando o jogo e teria facilidade para jogar novamente?

Sim

Não



**Apêndice**

**D**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E  
ESCLARECIDO PARA ESPECIALISTAS**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Um conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais específicos ao domínio infantil”. O objetivo geral deste projeto é adaptar e avaliar heurísticas de usabilidade específicas para aplicativos móveis educacionais de uso infantil. Por meio desse objetivo, compreendemos que essa pesquisa pode impactar positivamente na qualidade de interação de aplicativos educacionais destinados ao domínio infantil, colaborando para a melhoria da interação entre a criança e o *software*. Assim, convido o(a) senhor(a) a participar deste projeto através dos seguintes procedimentos: o(a) Sr.(a) avaliará o conjunto de heurísticas de usabilidade proposto neste trabalho e responderá um questionário referente à avaliação. Esses procedimentos não oferecem risco algum a integridade física ou moral dos seus participantes, bem como despesas, prejuízos ou benefícios diretos. O Sr.(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Caso o(a) Sr.(a) tenha alguma dúvida ou necessite de qualquer esclarecimento ou ainda deseje retirar-se da pesquisa, por favor, entre em contato com os pesquisadores abaixo a qualquer tempo.

**Pesquisador Responsável – Caio Almeida Abreu,**

[caioabreu@outlook.com](mailto:caioabreu@outlook.com),

(71) 9 9103-1646

**Pesquisador Colaborador – Ecivaldo de Souza Matos,**

[ecivaldo@ufba.br](mailto:ecivaldo@ufba.br)

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O(a) Sr.(a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Departamento de Ciência da Computação da UFBA e a outra será fornecida o(a) Sr.(a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco (5) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “Um conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais específicos ao domínio infantil”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Salvador, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 .

---

Nome completo (participante)

Data



**Apêndice**

**E**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E  
ESCLARECIDO PARA RESPONSÁVEIS**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) menor \_\_\_\_\_, sob sua responsabilidade, está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Um conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais específicos ao domínio infantil”. O objetivo geral deste projeto é adaptar e avaliar heurísticas de usabilidade específicas para aplicativos móveis educacionais de uso infantil. Por meio desse objetivo, compreendemos que essa pesquisa pode impactar positivamente na qualidade de interação de aplicativos educacionais destinados ao domínio infantil, colaborando para a melhoria da interação entre a criança e o *software*. Assim, convido o(a) Menor a participar deste projeto através dos seguintes procedimentos: o(a) Menor utilizará o aplicativo *Fantastic Pirates*. Após a utilização do aplicativo, será solicitado que o(a) Menor responda a um questionário que será fornecido pelo pesquisador. Esses procedimentos não oferecem risco algum a integridade física ou moral dos seus participantes, bem como despesas, prejuízos ou benefícios diretos. Para participar deste estudo o(a) Menor, sob sua responsabilidade, não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Caso o Senhor(a) tenha alguma dúvida ou necessite de qualquer esclarecimento ou ainda deseje retirar o consentimento de participação do Menor sob sua responsabilidade da pesquisa, por favor, entre em contato com os pesquisadores abaixo a qualquer tempo.

**Pesquisador Responsável – Caio Almeida Abreu,**

[caioabreu@outlook.com](mailto:caioabreu@outlook.com),

(71) 9 9103-1646

**Pesquisador Colaborador – Ecivaldo de Souza Matos,**

[ecivaldo@ufba.br](mailto:ecivaldo@ufba.br)

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome do Menor sob sua responsabilidade ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O Menor sob sua responsabilidade não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Departamento de Ciência da Computação da UFBA e a outra será fornecida ao senhor. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a identidade do Menor sob sua responsabilidade com padrões profissionais de sigilo, utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ responsável pelo Menor \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa "Um conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais específicos ao domínio infantil", de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de consentimento de participação do Menor sob minha responsabilidade, se assim o desejar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Salvador, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 .

_____ Nome completo (Participante)	_____ Data
_____ Nome completo (Responsável)	_____ Data



**Apêndice**

**F**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E  
DEPOIMENTOS DAS CRIANÇAS**

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTOS

Eu \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, responsável pelo Menor (a) \_\_\_\_\_, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso da imagem e/ou depoimento do menor, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, os pesquisadores Caio Almeida Abreu e o Dr. Ecivaldo Matos do projeto de pesquisa intitulado “Um conjunto de heurísticas para avaliar a usabilidade de aplicativos móveis educacionais específicos ao domínio infantil” a realizar as fotos e/ou vídeos que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos e/ou vídeos (seus respectivos negativos) e/ou depoimentos para fins científicos e de estudos (livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei N.º 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto No 3.298/1999, alterado pelo Decreto No 5.296/2004).

Salvador - BA, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de \_\_\_\_.

---

Responsável pelo menor (a)