



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ
CURSO DE DESIGN DIGITAL

RAÍSSA BARROS DE OLIVEIRA LEMOS

**PROGSTER ALTERNATIVO: UMA PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DO JOGO
PROGSTER COM VISÃO COMPUTACIONAL E DESIGN DE BAIXO CUSTO**

QUIXADÁ
2022

RAÍSSA BARROS DE OLIVEIRA LEMOS

PROGSTER ALTERNATIVO: UMA PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DO JOGO
PROGSTER COM VISÃO COMPUTACIONAL E DESIGN DE BAIXO CUSTO

Monografia apresentada ao curso de Design Digital da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Design Digital. Área de concentração: Programas interdisciplinares e certificações envolvendo Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ingrid Teixeira Monteiro

QUIXADÁ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L579p Lemos, Raíssa Barros de Oliveira.
Progster Alternativo: uma proposta de adaptação do jogo Progster com visão computacional e design de baixo custo / Raíssa Barros de Oliveira Lemos. – 2022.
82 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Design Digital, Quixadá, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Ingrid Teixeira Monteiro.

1. Interfaces de usuário multimodal. 2. Visão computacional. 3. Design. 4. Crianças. I. Título.
CDD
745.40285

RAÍSSA BARROS DE OLIVEIRA LEMOS

PROGSTER ALTERNATIVO: UMA PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO DO JOGO
PROGSTER COM VISÃO COMPUTACIONAL E DESIGN DE BAIXO CUSTO

Monografia apresentada ao curso de Design Digital da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Design Digital. Área de concentração: Programas interdisciplinares e certificações envolvendo Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ingrid Teixeira Monteiro.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ingrid Teixeira Monteiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Victor Barbosa de Sousa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Paulyne Matthews Jucá
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha mamãe, Lourdes.

AGRADECIMENTOS

Obrigada, mamãe, pelo amor incondicional, por sempre acreditar no meu potencial, por todo o sacrifício para que eu pudesse estudar em outra cidade. Que bom que essa aventura deu certo!

Obrigada, Ingrid, por não soltar minha mão, mesmo depois de tanto tempo, por acreditar e confiar no meu trabalho. Sonhamos juntas, desde o comecinho do Progster, e aqui estamos!

Obrigada, Filipe, por toda paciência, companheirismo e amor nessa jornada.

Obrigada à banca, por aceitar o convite e contribuir imensamente neste trabalho.

Obrigada a todos os professores do Campus de Quixadá, pelos ensinamentos e pelo contato próximo com toda a comunidade. Isso é incrível!

Obrigada, colegas de turma, de curso e de campus, pelos momentos incríveis de conversas, de apoio e de troca de experiências.

Obrigada, destino, por me proporcionar amizades, prêmios, viagens, amadurecimento e tantas experiências boas nesse longo percurso.

RESUMO

O Progster é um produto do curso de Design Digital da Universidade Federal do Ceará o qual venceu a Competição de Design do Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2017). Trata-se de um brinquedo que ensina lógica de programação para crianças entre 7 e 9 anos por meio de um tabuleiro eletrônico que se conecta ao *tablet* ou celular da criança via *bluetooth*. Porém, seu alto custo de produção e falta de conhecimentos específicos por parte da equipe que o projetou impossibilitou seu desenvolvimento. Na tentativa de baratear a produção, uma das saídas foi o Progster Alternativo, que substitui a eletrônica do tabuleiro por papel e utiliza-se de uma Inteligência Artificial com Visão Computacional para o reconhecimento das peças posicionadas no tabuleiro, por meio da câmera do dispositivo. Para isso, foi realizado um redesign do tabuleiro e das peças, adaptados às novas necessidades, bem como um protótipo da interface. Nesta versão, o diferencial do Progster de compor uma interface multimodal é mantido e as avaliações com crianças apontaram compreensão da nova proposta de interação, bem como do manuseio do tabuleiro e das peças.

Palavras-chave: redesign; baixo custo; interface multimodal; design para crianças; visão computacional.

ABSTRACT

Progster is a result of the Digital Design course from Federal University of Ceará which won the Design Competition from Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems (IHC 2017). It's a toy for teaching programming logic to kids ages 7 to 9 through an electronic board that connects to the kid's *tablet* or cell phone by *bluetooth*. However, its high production cost and the designing team's lack of expertise precluded its development. In an attempt to lower its production cost, one possible option was Alternative Progster, which replaces board's electronic components by paper and applies Artificial Intelligence and Computer Vision for the recognition of pieces placed on the board through the device's camera. For this end, a board and pieces' redesign was performed, adapting them to the new requirements, as well as an interface prototype. In this version, Progster's particularity of setting a multimodal interface is retained and children's evaluation indicated an understanding of the new interaction proposal, as well as the board and pieces's handling.

Keywords: redesign; low-cost; multimodal interface; design for kids; computer vision.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Identificador e somador de moedas	16
Figura 2 – Coding.....	17
Figura 3 – Versões temáticas e em cartas do jogo Monopoly.....	18
Figura 4 – Versões de Monopoly e de Banco Imobiliário com cartões	19
Figura 5 – Versão original do tabuleiro	20
Figura 6 – Visualização da tela inicial no tablet.	21
Figura 7 – Visualização da primeira fase no tablet.	22
Figura 8 – Progster “digital”.	23
Figura 9 – As três versões do Progster	24
Figura 10 – Os quatro pilares do Pensamento Computacional.	26
Figura 11 – Tela de desafio do Progster Original	30
Figura 12 – Sistema de Visão Artificial (SVA).	32
Figura 13 – Redes Neurais	35
Figura 14 – Esquema visual da Metodologia.....	41
Figura 15 – Redesign do tabuleiro	48
Figura 16 – Redesign das peças e contadores de Repetição	49
Figura 17 – Material utilizado na avaliação com as crianças.....	52
Figura 18 – Reconhecimento de peças na aplicação de demonstração	54
Figura 19 – QR Code de acesso ao protótipo navegável	55
Figura 20 - Tela Inicial.....	55
Figura 21 – Seleção de Mundos	56
Figura 22 – Mundo da Praia.....	57
Figura 23 – Primeira fase do mundo da Praia	58
Figura 24 – Opções de Ajuda.....	59
Figura 25 – Sequência de telas do Tutorial Inicial.....	60
Figura 26 – Sequência do reconhecimento do tabuleiro.	61
Figura 27 – Feedback de resposta errada	62
Figura 28 - Alerta para refazer a fase, pegando todas as estrelas.....	62
Figura 29 - Botão de Editar e tela de edição	63
Figura 30 - Processo de redesign dos personagens Mila e Edu	63
Figura 31 - Feedback de tela em construção	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSS	Cascading Style Sheets
DL	Deep Learning
GDD	Game Design Document
HTML	HyperText Markup Language
IA	Inteligência Artificial
IHC	Interação Humano-Computador
JSON	JavaScript Object Notation
MDF	Medium Density Fiberboard
ML	Machine Learning
PC	Pensamento Computacional
RGB	Red Green Blue
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SVA	Sistema de Visão Artificial
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	15
2	TRABALHOS RELACIONADOS.....	16
2.1	Identificador e somador de moedas.....	16
2.2	Coding.....	17
2.3	Monopoly e Banco Imobiliário	18
3	PROGSTER	19
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
4.1	Pensamento Computacional e Lógica de Programação	25
4.2	Design para crianças	28
4.3	Visão Computacional	31
4.4	Design de produto e de baixo custo	36
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	41
5.1	Redesign do tabuleiro e das peças.....	43
5.2	Avaliação do redesign do tabuleiro e das peças.....	44
5.3	Aplicabilidade da Visão Computacional.....	44
5.4	Aplicação de demonstração.....	45
5.5	Protótipo da interface	45
5.6	Avaliação do protótipo da interface	45
6	RESULTADOS.....	46
6.1	Redesign do tabuleiro.....	46
6.2	Redesign das peças	49
6.3	Coleta de dados	50
6.4	Avaliação do redesign do tabuleiro e das peças.....	51
6.5	Aplicação de demonstração.....	53
6.6	Proposta de design do Progster Alternativo	54
6.7	Avaliação do protótipo da interface	64
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
	REFERÊNCIAS	71
	APÊNDICE A - Roteiro de Avaliação Progster Alternativo – Tabuleiro e peças	74
	APÊNDICE B - Roteiro de Avaliação Progster Alternativo – Protótipo da interface....	77

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	81
APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	82

1 INTRODUÇÃO

O mercado de TI está em alta e, nos últimos anos, muitas oportunidades de trabalho têm surgido, porém há uma carência de profissionais qualificados (SAKAMOTO, 2015). Diversos estudantes recém-ingressados em cursos de nível superior na área de tecnologia têm dificuldade em disciplinas de programação. A esse respeito, Vieira *et al.* (2015) realizou uma pesquisa com 112 alunos da disciplina de Algoritmos e Linguagens de Programação 1, para identificar quais eram suas maiores dificuldades na disciplina e o resultado apontou que 31% dos estudantes afirmaram ser o raciocínio lógico a principal dificuldade. Isso se deve porque, em geral, o raciocínio lógico do indivíduo não é estimulado durante a infância e, conseqüentemente, ele se torna um adulto com esse déficit.

De acordo com Wing (2006), igualmente ao raciocínio lógico, o “pensamento computacional é uma habilidade fundamental para todos, não somente para cientistas da computação. [...] Pensamento computacional envolve a resolução de problemas, projeto de sistemas, e compreensão do comportamento humano” (WING, 2006).

Uma das abordagens para diminuir a dificuldade da aprendizagem e aumentar o estímulo ao raciocínio lógico, é introduzir o assunto desde a infância. O ensino de lógica de programação na educação básica já é uma realidade em muitos países e está se tornando uma tendência mundial (STENGER, 2017). Na Europa, foi desenvolvido um brinquedo chamado Cubetto¹, da empresa Primo Toys², que pretende ensinar lógica de programação e estimular o pensamento computacional em crianças que têm entre três e seis anos de idade. Ele consiste no encaixe de peças de ações em um tabuleiro eletrônico que envia comandos para um carrinho físico, que anda de acordo com os comandos que a criança ordenou.

O uso de interface física com peças e tabuleiro é interessante, pois há muitos sites e aplicativos que pretendem ensinar lógica de programação e estimular o Pensamento Computacional, mas a grande maioria segue o mesmo princípio do “clique e arrastar” (por exemplo, LightBot³, Scratch⁴). Entretanto, o Cubetto é um brinquedo limitado quanto à quantidade de peças encaixáveis, aos conteúdos que pretende ensinar e, principalmente, à narrativa. Um outro produto que também utiliza peças físicas para ensinar lógica de

¹ Disponível em: <https://www.primotoys.com/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

² Disponível em: <https://www.primotoys.com/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

³ Disponível em: <http://lightbot.com/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

⁴ Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

programação é o Coding⁵, da linha de produtos Osmo⁶, da empresa Tangible Play⁷, disponível para dispositivos iOS. Com um suporte de apoio ao tablet ou celular e um espelho acoplado à sua câmera, a criança encaixa peças que são visualizadas no dispositivo, as quais encaminham ações para um personagem.

Pensando no crescente mercado de tecnologia e na importância do estímulo do raciocínio lógico desde a infância, foi proposto o Progster, um brinquedo que ensina lógica de programação para crianças entre sete e nove anos. Este produto foi resultante da disciplina de Projeto Integrado I (semestre 2017.1), do curso de Design Digital da Universidade Federal do Ceará, e se trata de um projeto do qual sou cocriadora, cujo protótipo inicial recebeu algumas premiações nacionais durante o ano de 2017.

Em sua versão original, tal como foi estudada e planejada, o Progster é composto por um tabuleiro eletrônico (*e-board*) que se conecta ao tablet ou celular da criança, compondo uma interface multimodal: física (comandos no tabuleiro) e digital (jogo na tela), compreendendo um de seus principais diferenciais. No tablet ou no celular, a criança visualiza as fases, os tutoriais e os menus do jogo, o que permite uma série de possibilidades de fases e de interfaces, explorando assuntos que, em geral, estão na ementa de disciplinas introdutórias de programação, tais como sequência lógica, repetição e função. No tabuleiro, a criança usa os botões para navegar nos menus que aparecem na tela, encaixa peças de ações e envia comandos para o sistema no *tablet/celular* ler o algoritmo, interpretá-lo e apresentar o resultado na tela (movimentos dos personagens do jogo) (LEMOS *et al.*, 2017).

O Progster passou por algumas experimentações e estudos de possíveis soluções. Entretanto, a equipe de desenvolvimento ainda não o implementou devido a diversos fatores, tais como o pouco conhecimento em componentes eletrônicos e em desenvolvimento de software embarcado e de hardware, a inexperience no ramo de empreendedorismo para lançá-lo no mercado, de fato, como um produto, e, o fator mais importante, o custo de produção. Neste último aspecto, foco deste trabalho, pesquisas têm sido realizadas em busca de alternativas voltadas para a diminuição do custo de produção e de implementação deste projeto. Tecnologias foram pesquisadas e percebeu-se que a Visão Computacional, atrelada a um sistema capaz de detectar objetos e classificá-los semelhante à visão humana, poderia diminuir drasticamente os custos, sem perder a essência do jogo e o aspecto tangível das peças, que é o grande diferencial do Progster.

⁵ Disponível em: <https://www.playosmo.com/en/coding/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

⁶ Disponível em: <https://www.playosmo.com/en/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

⁷ Disponível em: <https://www.playosmo.com/en/about-us/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

Chegou-se, então, a uma proposta de solução alternativa e financeiramente acessível, utilizando Visão Computacional no reconhecimento das peças físicas para substituir os componentes eletrônicos do tabuleiro, e de *deep learning* para o treinamento do reconhecimento das peças. Nesta proposta de solução, que visa ser o produto resultante deste trabalho, pretende-se realizar o redesign do tabuleiro e das peças (que serão impressos em papel), bem como prototipar algumas telas, de forma a representar a navegação da escolha das fases, o procedimento de leitura de peças por meio da câmera de um dispositivo Android e o comportamento do sistema a partir do momento em que as peças forem reconhecidas. Em termos de experiência do usuário, um dos grandes desafios será propor uma solução que contemple um bom design para crianças.

Ainda que este trabalho não resulte em uma aplicação programada, para demonstrar sua viabilidade, contou-se com a parceria do aluno Arthur Antunes Nogueira da Silva⁸, graduado em Ciências da Computação, pela Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá; cujo Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) teve como objeto de estudo a aplicação de aprendizado profundo (*deep learning*) para o reconhecimento do tabuleiro e das peças sobre a versão alternativa do Progster proposta aqui (SILVA, 2019).

1.1 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é propor, por meio de um protótipo, uma versão alternativa e com design de baixo custo para o jogo Progster. Os objetivos específicos são:

- a) Realizar o redesign do tabuleiro e das peças, adaptando-os para as tecnologias de Visão Computacional e de *deep learning*;
- b) Avaliar o redesign do tabuleiro e das peças com crianças;
- c) Prototipar algumas telas de navegação do jogo e de algumas fases, para demonstrar o tipo de interação pretendida;
- d) Observar o comportamento dos usuários durante a interação com o protótipo do jogo, a fim de descobrir se houve compreensão de seu funcionamento e de coletar *feedbacks*.

⁸ Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/45031>. Acesso em 24 jan. 2022.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, são apresentados trabalhos relacionados, que variam entre produções acadêmicas e produtos disponíveis no mercado. A pesquisa mostra produtos que possuem características semelhantes à desta versão do Progster, como tecnologias utilizadas ou mesmo as diferentes versões e seus custos.

2.1 Identificador e somador de moedas

Freitas (2014) implementou um algoritmo para dispositivos móveis capaz de reconhecer moedas, bem como seus respectivos valores, para auxiliar deficientes visuais no reconhecimento de moedas.

O autor utilizou Visão Computacional para o reconhecimento das moedas. Sua aplicação também se propunha a somar os valores de todas as moedas dispostas e gerar o resultado da quantia apresentada, como mostra a Figura 1. Seu trabalho inclui técnicas de aprendizado de máquina e redes neurais, que são conceitos que envolvem *deep learning*.

Figura 1 – Identificador e somador de moedas



Fonte: FREITAS (2014).

Esta versão alternativa do Progster assemelha-se a esse trabalho por utilizar Visão Computacional para o reconhecimento de objetos pré-estabelecidos (entrada), além de gerar uma saída de dados.

2.2 Coding

A empresa Tangible Play lançou uma linha de produtos educativos multimodais, a Osmo. Dentre eles, está o Coding, que se propõe a ensinar lógica de programação para crianças. Os produtos da Osmo são compostos por um aplicativo para o sistema iOS, peças físicas que permitem realizar as ações do jogo, um suporte de sustentação para o dispositivo e um suporte com um espelho direcionado para ser acoplado à câmera do aparelho (em vermelho, como mostra a Figura 2).

Figura 2 – Coding



Fonte: <https://www.playosmo.com/en/shopping/kits/coding/>

Basicamente, a criança visualiza o desafio na tela do dispositivo, monta as peças com os comandos, o espelho do suporte da câmera inverte a imagem capturada para que o algoritmo possa identificar as peças e a criança visualiza os resultados dos comandos por meio de animações no dispositivo. Apesar de possuir algumas características parecidas com as desta versão do Progster, o Osmo é um produto vendido por um valor alto (o kit básico, como mostra a Figura 2, custa a partir de 99 dólares⁹), visto que possui peças e componentes que encarecem sua produção. Até o momento da escrita deste trabalho, observou-se que o produto ainda não é compatível com dispositivos Android - que, normalmente, são mais acessíveis financeiramente que dispositivos iOS.

⁹ Disponível em: <https://www.playosmo.com/en/shopping/kits/coding/>. Acesso em: 1 fev. 2022.

2.3 Monopoly e Banco Imobiliário

Monopoly é um jogo de tabuleiro comercializado em diversos países. No Brasil, o jogo foi lançado em 1944, pela Estrela, com o nome de “Banco Imobiliário” (RAWORTH, 2017) e se popularizou a partir da década de 1990. Após romper a parceria com a Estrela, a Hasbro lançou-o no mercado brasileiro com seu nome original (PAIVA, 2011), e, desde então, o Monopoly ainda é um jogo bastante conhecido e que, ao longo dos anos, passou por diversos processos de redesign e por diferentes edições. O Banco Imobiliário ainda é comercializado no Brasil pela Estrela, com regras parecidas como as do Monopoly (PAIVA, 2011).

De jogo de tabuleiro, o Monopoly sofreu inúmeras transformações e adaptações para a versão em cartas¹⁰ e a versão digital¹¹, em forma de aplicativo mobile. O redesign deste jogo também se aplica às versões temáticas, como de Os Simpsons¹², Pokémon¹³, Star Wars¹⁴, Stranger Things¹⁵, dentre tantos outros (Figura 3).

Figura 3 – Versões temáticas e em cartas do jogo Monopoly



Fonte: Elaborada pela autora.

Há, inclusive, uma versão de tamanho reduzido, bem semelhante ao original, da linha Grab & Go¹⁶. Foi lançado, também, o Super Banco Imobiliário¹⁷ e o Monopoly Banco

¹⁰ Disponível em: <https://boardgamegeek.com/boardgame/40398/monopoly-deal-card-game>. Acesso em: 02 fev. 2022.

¹¹ Disponível em: <https://monopoly-here-and-now.br.uptodown.com/android>. Acesso em: 02 fev. 2022.

¹² Disponível em: <https://boardgamegeek.com/boardgame/3394/monopoly-simpsons>. Acesso em: 02 fev. 2022.

¹³ Disponível em: <https://boardgamegeek.com/boardgame/5758/monopoly-pokemon>. Acesso em: 02 fev. 2022.

¹⁴ Disponível em: <https://boardgamegeek.com/boardgame/1298/monopoly-star-wars>. Acesso em: 02 fev. 2022.

¹⁵ Disponível em: <https://boardgamegeek.com/boardgame/243101/monopoly-stranger-things>. Acesso em: 02 fev. 2022..

¹⁶ Disponível em: <https://products.hasbro.com/pt-br/product/monopoly-grab-and-go-game:0FC143AE-5056-9047-F5BC-CFAA5F5C8D87>. Acesso em: 02 fev. 2022.

¹⁷ Disponível em: https://www.estrela.com.br/super-banco-imobiliario-estrela-100539936_est_pai/p. Acesso em: 02 fev. 2022.

Eletrônico¹⁸, ambos com um dispositivo que simula uma máquina de cartões de débito para substituir o dinheiro em papel (Figura 4).

Figura 4 – Versões de Monopoly e de Banco Imobiliário com cartões



Fonte: Elaborada pela autora.

Todos esses temas e versões de Monopoly nos mostram que é possível adaptar um jogo e desenvolver alternativas que possam, inclusive, baratear o custo de produção. Além de diversificá-lo para atrair mais públicos, incorporando, por exemplo, personagens e temáticas conhecidos do universo dos jogadores.

3 PROGSTER

O Progster é resultado de um trabalho da disciplina de Projeto Integrado I, do Curso de Design Digital, da Universidade Federal do Ceará, no Campus de Quixadá, sob orientação dos professores Dr. José Neto de Faria, Dra. Tânia Saraiva Pinheiro e Dra. Ingrid Teixeira Monteiro. Foi pensado e projetado para também participar da Competição de Design da conferência IHC 2017¹⁹, que tinha como tema “Aplicativos infantis: educação e diversão”.

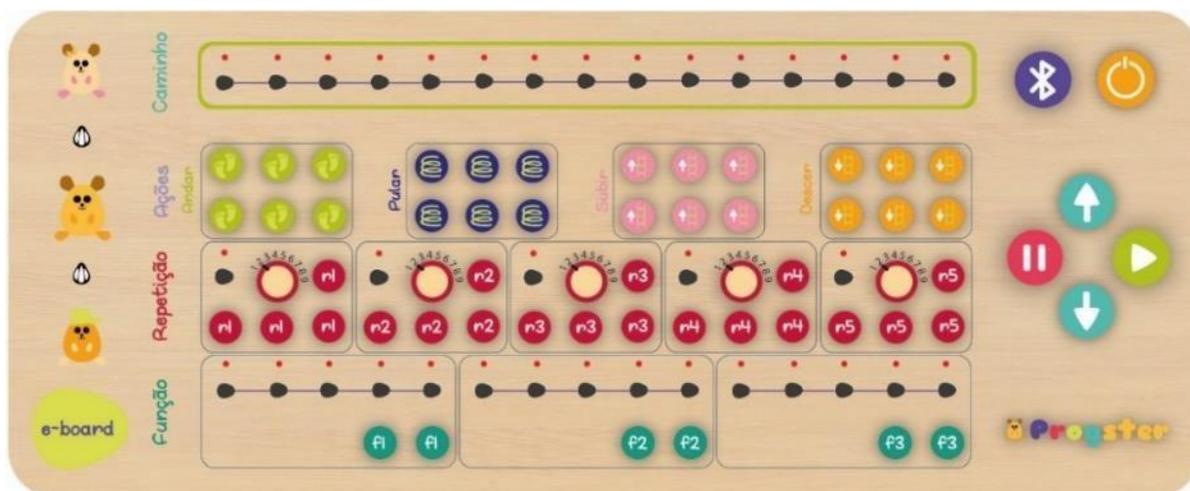
Definiu-se, então, que o Progster ensinaria Lógica de Programação e estimularia o Pensamento Computacional em crianças com idades entre 7 e 9 anos. O produto foi projetado para ser um brinquedo com interface multimodal (física e digital), sendo composto por um tabuleiro eletrônico (*e-board*) que se conectava ao *tablet* ou celular da criança via *bluetooth*. Isso permitia uma infinidade de fases, já que a visualização dos desafios era digital, e, também, preservava o aspecto tangível das peças do tabuleiro e de seus botões para navegação.

¹⁸ Disponível em: <https://products.hasbro.com/pt-br/product/monopoly-electronic-banking-game:EB2C42C9-5056-9047-F52D-5E3CC0532D6B>. Acesso em: 02 fev. 2022.

¹⁹ Disponível em: <http://ihc2017.ihcbrasil.com/pt/home/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

O *e-board* (Figura 5) possui, no total, seis botões. O botão *power* liga e desliga, o de *bluetooth* parecia com o dispositivo da criança. As setas para cima e para baixo navegam nos menus. Há também o botão de *pause*, com a simbologia de dois traços retos paralelos, com a função de solicitar ajuda, pausar o jogo e exibir o menu de opções. O outro botão, o de *play*, confirma opções do menu e inicia a leitura do algoritmo que a criança montou.

Figura 5 – Versão original do tabuleiro



Fonte: LEMOS et al., 2017.

Na área do Caminho Principal, identificada no tabuleiro como “Caminho”, há quinze orifícios ovais de *inputs* que recebem as peças e, acima de cada um, um *led* que acende toda vez que uma peça é encaixada, funcionando como um *feedback* visual. Esta área do tabuleiro é a prioridade de leitura do compilador quando a criança finaliza a montagem da resolução da fase e pressiona o botão *play*.

As peças de ações Andar, Pular, Subir e Descer ficam dispostas no tabuleiro em regiões específicas, apenas para organização, ou seja, os orifícios que as recebem não são *inputs*.

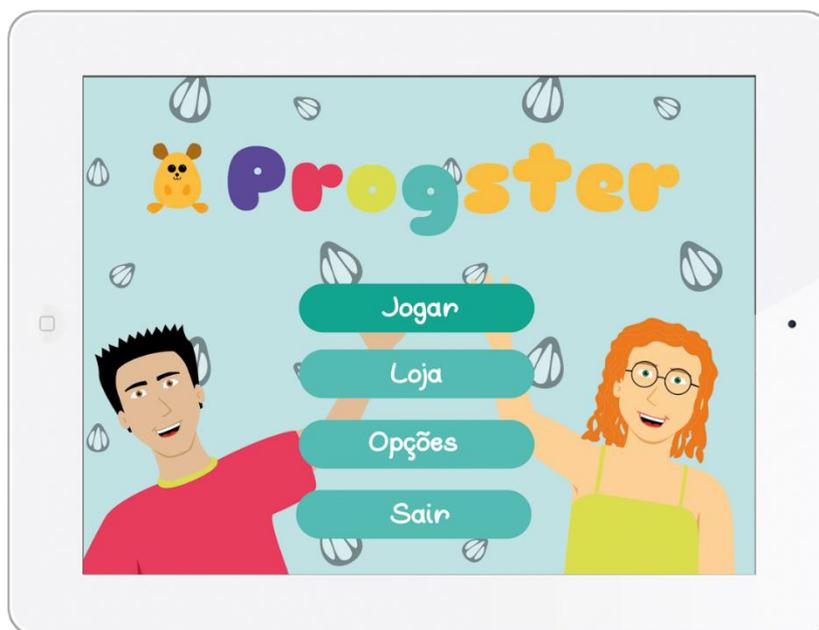
Há cinco Repetições (r1, r2, r3, r4 e r5), sendo quatro peças de cada. A área demarcada para cada repetição comporta um orifício de *input* que recebe uma ação que se pretende repetir, também com o *led* como *feedback*; um contador que inicia no número um e finaliza no número nove, simulando um *loop* finito, por meio de um botão giratório que aponta o número desejado; e mais as peças de repetição organizadas (sem *input*).

A última seção é a das Funções, sendo três no total e duas peças de cada. No espaço demarcado de cada função, há cinco *inputs* (com *feedback* visual do encaixe) e as duas peças correspondentes organizadas. A função permite que peças sejam guardadas, o que proporciona

a otimização do código, uma vez que uma peça de função pode ser colocada no Caminho Principal, chamando o que há dentro dela para ser executado.

A funcionalidade da função pode armazenar não apenas ações, mas, também, repetições, até mesmo, outras fu, como uma caixa que cabe várias peças dentro. E as repetições permitem fazer *loops* de funções, não se limitando a apenas ações.

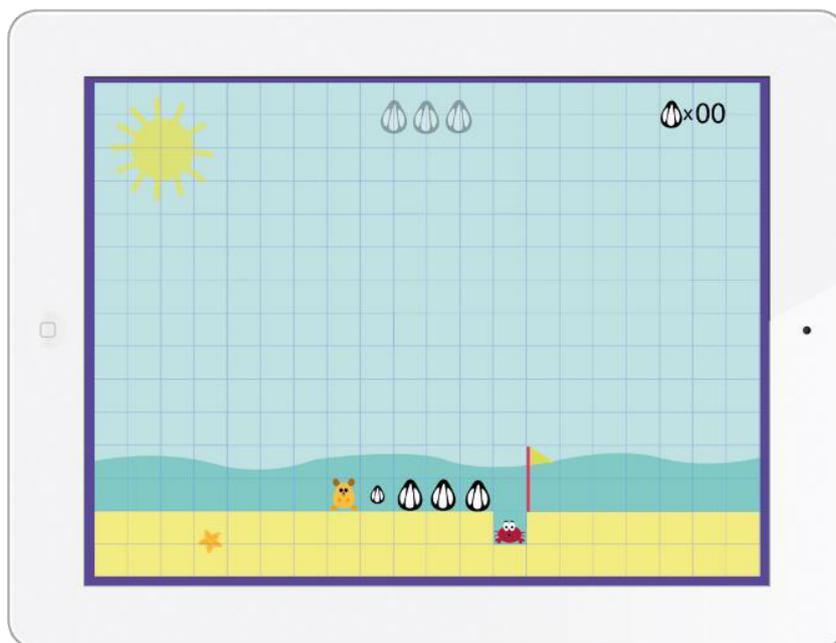
Figura 6 – Visualização da tela inicial no tablet.



Fonte: LEMOS et al., 2017.

Para estimular o tato e preservar o tangível das peças, a proposta era de que o *touchscreen* não estivesse habilitado. Portanto, como já mencionado, os botões de seta para cima e para baixo do *e-board* navegavam nas opções. Como é possível ver na figura acima (Figura 6), a tela inicial tem quatro botões: Jogar, Loja, Opções e Sair. O botão de Jogar, por ser o primeiro, está destacado para localizar a criança dentre as possíveis seleções (já que não há efeito de *hover*). O botão Loja levaria a uma tela onde seria possível comprar roupas e acessórios para os hamsters (Pluft, Fluffy e Fox), a moeda de jogo eram as sementes. O botão Opções levaria a uma tela de configurações onde seria possível parear o *bluetooth* do tabuleiro e do *tablet*, ativar som do jogo. E o botão Sair, obviamente, sairia do jogo. Os personagens ao fundo são Edu e Mila, que são as crianças que cuidam do Pluft. Elas apresentam os tutoriais do jogo e aparecem em alguns momentos, como apresentação de desafios ou quando a criança solicita ajuda.

Figura 7 – Visualização da primeira fase no tablet.



Fonte: LEMOS et al., 2017.

Na primeira fase do jogo (Figura7) o hamster Pluft precisa cruzar a bandeira, pegando as sementes e escapando do inimigo (o caranguejo). Para isso, a forma mais simples e direta, seria colocando quatro peças de ações no Caminho Principal e mais uma de pular, totalizando cinco peças no caminho principal. Utilizando a Repetição, a criança pode optar por colocar uma peça de andar num espaço de repetição (r1, por exemplo), girar o botão que simula o contador até o número quatro e colocar no Caminho Principal apenas uma peça da repetição que foi cadastrada e mais a peça de pular. Desta forma, o compilador, que prioriza o Caminho Principal, fará um *link* ao ler a peça r1 para a ação que se repete e, em seguida, retornará a leitura de onde parou no Caminho Principal, lendo, conseqüentemente, a peça de pular. Desta forma, a criança utilizou apenas duas peças no Caminho Principal, o que remete a ideia de otimização de código. Esta ideia também pode ser efetiva utilizando-se a Função, que seria colocar a peça de r1 de pular dentro de um espaço de função (f1, por exemplo) e, no Caminho Principal, colocar apenas a peça f1, e o compilador encarrega-se de fazer os *links* do que está cadastrado na função e na repetição, totalizando apenas uma peça no Caminho Principal.

Este trabalho foi premiado com o primeiro no lugar nacional na Competição de Design do IHC 2017 e participou de outros eventos como Corredores Digitais²⁰, TRANSFNIT²¹

²⁰ Disponível em: <https://www.sct.ce.gov.br/corredoresdigitais/>. Acesso em: 13 jun. 2019.

²¹ Disponível em: <http://unicatolicaquixada.edu.br/blog/eventos-e-campanhas/2018/1o-transfnit-do-sertao-central/>. Acesso em: 06 jun. 2021.

e Campus Mobile²², além de resultar em uma Menção Honrosa proporcionada pela Universidade Federal do Ceará.

Entretanto, essa versão “original” do Progster não é a única. Além dela, há a versão “digital” e a versão em papel – objeto de estudo deste trabalho. Em 2020, uma das cocriadoras do Progster, Maria Alquimara Braz Alves²³, desenvolveu a versão digital do Progster como produto final de seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Design Digital, pela Universidade Federal do Ceará, Campus Quixadá. Nesta versão, como pode ser visto na Figura 8, Alquimara (2019) propôs um tabuleiro digital integrado à interface da fase, com as mesmas funcionalidades pensadas na versão original (Caminho Principal, botão *play* para leitura do algoritmo, peças de Ações, de Repetição e de Função).

Figura 8 – Progster “digital”.



Fonte: ALVES, 2020.

O objetivo principal desse trabalho era mostrar como o Progster, enquanto um jogo, era capaz de ensinar Lógica de Programação e Pensamento Computacional para crianças. O jogo passou por um redesign de alguns elementos, como os traços dos hamsters, as cores de algumas peças e a eliminação da “grade” na fase. Foi desenvolvido com Unity²⁴, tendo como dispositivo principal o computador. Por ser uma solução totalmente digital, essa versão do Progster desenvolvida por Alquimara (2019) perdeu a característica de interface multimodal.

A fim de explicar melhor as três diferentes versões do Progster, os autores e os envolvidos em cada uma delas, bem como os recursos utilizados para alcançar os objetivos (seja desenvolver ou prototipar), elaborou-se o seguinte esquema (Figura 9).

²² Disponível em: <https://www.institutonetclaroembratel.org.br/campus-mobile/>. Acesso em: 13 jun. 2019.

²³ Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/55629/1/2020_tcc_mabalves.pdf. Acesso em: 23 jan. 2022.

²⁴ Disponível em: <https://unity.com/>. Acesso em: 23 jan. 2022.

Figura 9 – As três versões do Progster

Produto	Progster Original (LEMOS et al., 2017)	Progster Digital (ALVES, 2020)	Progster Alternativo (Este trabalho)
Interface	Multimodal: física e digital	Somente digital	Multimodal: física e digital
Tabuleiro	Físico (eletrônico)	Digital	Físico (em papel)
Tecnologias envolvidas e materiais	Componentes eletrônicos Unity C#	Unity C#	IA - Python* React Native** Papel
Plataforma	Tablet ou celular	Computador	Tablet ou celular
Reconhecimento das peças	Componente eletrônico - encaixe de peças	Programação - cliques e <i>drag and drop</i>	Programação (IA) - visão computacional para reconhecimento de imagens
Foco principal da Avaliação	Aprendizado de Pensamento Computacional e jogabilidade	Aprendizado de Pensamento Computacional e jogabilidade	Compreensão do funcionamento das peças e do tabuleiro e navegação na interface
Custo de produção	Alto	Baixo	Baixo
Principais diferenças de objetivos e de produtos entre os dois TCCs			
	Progster Digital (ALVES, 2020)		Progster Alternativo (Este trabalho)
Desenvolvimento de Game Design Document (GDD)	Desenvolvimento do jogo, UI/UX		Redesign do tabuleiro e das peças
Avaliação do jogo			Avaliação do redesign
			Criação de protótipo da interface digital, UI/UX
			Avaliação da interface digital
	Avaliação do aprendizado de Pensamento Computacional e jogabilidade		Avaliação da compreensão do funcionamento das peças e do tabuleiro e navegação na interface

*Inteligência Artificial desenvolvida por Silva (2019)

** Trabalho futuro

miro

Fonte: Elaborada pela autora.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Pensamento Computacional e Lógica de Programação

Ambos, Pensamento Computacional e Lógica de Programação, são termos que remetem ao estímulo e à prática do raciocínio lógico, que, por sinal, está fortemente ligado à ação e à habilidade de programar um sistema, já que envolve abstração, passo a passo de ações, dentre outras características.

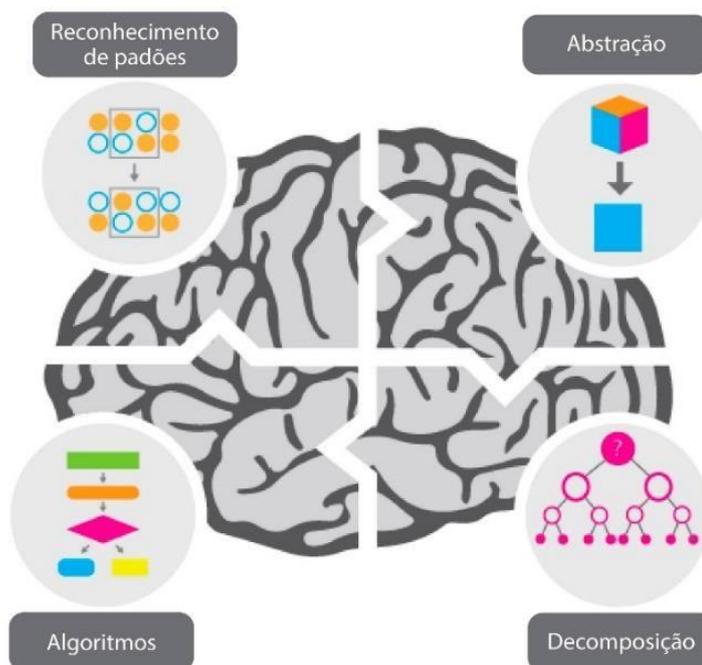
O termo “Pensamento Computacional” (PC) ficou conhecido no começo dos anos 2000, quando Jeannette Wing (2006) publicou um trabalho a respeito das habilidades do Pensamento Computacional. De acordo com a autora, todos nós devemos explorar e estimular essas habilidades, não apenas os cientistas da computação, por meio de atitudes do nosso próprio cotidiano. Ela afirma que “o pensamento computacional é reformular um problema aparentemente difícil em um problema que sabemos como resolver [...]” (WING, 2006).

De acordo com a SBC (Sociedade Brasileira de Computação),

O Pensamento Computacional se refere à capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática, através da construção de algoritmos. [...] Envolve abstrações e técnicas necessárias para a descrição e análise de informações (dados) e processos, bem como para a automação de soluções (SBC, 2019, p. 5).

Linda Liukas (2015) afirma que o PC consiste em “pensar sobre problemas da forma como um computador faria” (LIUKAS, 2015, p. 70, tradução livre). Para a autora, o Pensamento Computacional é “algo que as pessoas fazem, não os computadores. Isto inclui pensamento lógico e a habilidade de reconhecer padrões, pensar com algoritmos, decompor um problema, e abstrair um problema” (LIUKAS, 2015, p. 110, tradução livre), como ilustra a Figura 10.

Figura 10 – Os quatro pilares do Pensamento Computacional.



Fonte: Adaptada de <https://evolutioninaction.mit.edu/parents>

Assim sendo, o Reconhecimento de Padrões compreende

encontrar semelhanças e padrões para resolver problemas complexos de forma mais eficiente. Para encontrar padrões em problemas, procuramos características que são as mesmas (ou muito similares) em cada problema (LIUKAS, 2015, p. 111, tradução livre).

Ou seja, é a ação de procurar por similaridades entre problemas. Um exemplo disto é quando, num jogo, o usuário se depara com um inimigo, observa seus movimentos e características e descobre alternativa(s) de eliminá-lo. Mais adiante, ao se deparar com outro inimigo do mesmo tipo, ele saberá como destruí-lo, pois reconhece que ele possui os mesmos padrões de comportamento do anterior. O Progster, tanto em sua versão original quanto nesta, também utiliza esta prática. As funcionalidades de Repetição e de Função do Progster representam o conceito de Reconhecimento de Padrões, pois, dada uma fase segmentada com desafios semelhantes, o usuário poderá dispor as ações de forma que a Repetição possa ser chamada diversas vezes para resolver aquele trecho, assim como a Função.

Algoritmos consistem em desenvolver uma solução passo a passo do problema, ou as instruções a serem seguidas para resolvê-lo. São

um conjunto de etapas específicas que você pode seguir para resolver um problema. (...) Na programação, algoritmos são usados para criar soluções reutilizáveis para problemas. Mecanismos de pesquisa como o Google ou Bing usam algoritmos de busca para classificar os resultados (LIUKAS, 2015, p. 110, tradução livre).

Diversos jogos e brinquedos que se propõem a ensinar lógica de programação e PC, como o Progster e o LightBot, exploram os Algoritmos por meio de conjuntos de ações que devem ser dispostas ordenadamente para que um personagem as realize. No Progster, essa ordenação é clara com o destaque para a região do Caminho Principal no tabuleiro. A Decomposição do Problema resume-se a

processo pelo qual os problemas são quebrados em suas partes menores. Você pode decompor (...) níveis de jogo em partes menores que o compõem. Programadores costumam quebrar seu código em pedaços menores. Isso facilita a compreensão e a manutenção (LIUKAS, 2015, p. 111, tradução livre).

Basicamente, a Decomposição é o conceito principal defendido por Wing (2006) a respeito do Pensamento Computacional, resumindo-se ao ato de quebrar um problema complexo em partes menores, mais fáceis de trabalhar. A Abstração representa

processo de separar detalhes que não são necessários, a fim de se concentrar nas coisas realmente necessárias. Um mapa do metrô é uma abstração do mundo real e complexo. Um calendário é uma abstração do seu tempo. Até mesmo linguagens de programação são abstrações! (LIUKAS, 2015, p. 110, tradução livre).

Em suma, a Abstração está relacionada ao ato de focar apenas nas informações importantes, ignorando detalhes irrelevantes. Dependendo do objetivo do usuário, no Progster, ele tem a opção de concentrar-se apenas em finalizar a fase, da maneira mais simples; ou mesmo realizar o desafio utilizando mais funcionalidades (como a Repetição e a Função), ou, ainda, focar em pegar itens na fase antes de cruzar a bandeira.

Em síntese, os conceitos que compõem o Pensamento Computacional baseiam-se na identificação e análise de problemas, que resultam em soluções possíveis que humanos estruturam para que um computador possa apropriar-se delas e aplicá-las. Afinal, são os humanos que programam os computadores.

Em um jogo digital, o usuário visualiza o desafio proposto (problema), identificando itens, inimigos (Reconhecimento de Padrões) e esquematiza estratégias possíveis para concluí-lo (Abstração e Decomposição). Em seguida, o usuário organiza, passo a passo, o que foi planejado, ordenando ações (Algoritmos).

O pilar Algoritmos está fortemente ligado à Lógica de Programação, uma vez que esta consiste na organização do pensamento para a idealização de um programa por meio de uma série passo a passo de ações ordenadas, ou seja, de um algoritmo (SCHIMIGUEL et al., 2013).

E ainda “o conceito de algoritmo está presente em todas as áreas e está intrinsecamente ligado à resolução de problemas, pois um algoritmo é uma descrição de um processo (que resolve um determinado problema)” (SBC, 2019, p. 5).

Um algoritmo, não necessariamente, é descrito numa linguagem de programação. Ele pode ser elaborado em pseudocódigo, que consiste em

uma maneira informal de usar o código computacional sem vinculações à sintaxe de uma linguagem tradicional, objetivando assim a facilidade de entendimento para qualquer pessoa. O uso de pseudocódigo torna o programa mais trivial e menor, além do que o pseudocódigo auxilia na capacidade de abstração e lógica, ficando assim mais fácil de compreender o programa (NASCIMENTO, 2016, p. 13).

Isto pode ser observado em jogos lúdicos que se propõem a ensinar lógica de programação sem o uso de códigos de computador. Em muitos desses jogos, o conteúdo abordado é o mesmo que se estuda em programação, como sequência lógica, condições, laços e funções. Um algoritmo pode, inclusive, ser não computacional, ou seja, não envolver diretamente um programa de computador, mas situações cotidianas, como tirar uma foto, fazer um bolo.

Wing (2006) alerta que Pensamento Computacional não é fazer com que os seres humanos pensem como computadores, nem mesmo o ato de programar, mas sim estimular a capacidade de abstrair possíveis soluções, inclusive, para problemas do nosso dia-a-dia. Tendo conhecimento sobre o que a tecnologia pode nos oferecer, somos capazes de criar inúmeras soluções para o que necessitamos.

O estímulo do Pensamento Computacional em crianças é de suma importância e é, portanto, o propósito deste jogo. Assim como em sua versão originalmente projetada, pretendese, nesta versão do Progster, incentivar a prática do PC de forma lúdica e divertida.

4.2 Design para crianças

Um dos maiores desafios de projetar uma interface para crianças é conseguir abranger satisfatoriamente as diferentes faixas etárias. O Progster, desde o início, foi pensado para atender o público entre 7 e 9 anos. Apesar disso, Debra Levin Gelman (2014), em seu livro “Design for Kids”, divide alguns capítulos em faixas etárias, e, para este estudo, os capítulos selecionados abrangem, respectivamente, de 6 a 8 anos e de 8 a 10 anos.

Segundo a autora, crianças de 6 a 8 anos tendem a ler as instruções com mais atenção, dessa forma, elas se sentem mais confiantes e preparadas para jogar (GELMAN, 2014, p. 91). Por isso, a importância do tutorial, como foi proposto no Progster desde o início de sua

concepção. A autora frisa que, no mundo ideal, “(...) as melhores interfaces são aquelas que necessitam de pouca ou nenhuma explicação, em que as crianças possam descobrir o que têm de fazer sem precisar ler instruções” (GELMAN, 2014, p. 91, tradução livre).

Já crianças de 8 a 10 anos não têm o hábito de ler instruções (GELMAN, 2014, p. 117). Gelman (2014) afirma que “enquanto crianças de 6 anos provavelmente não tentarão nada sem uma direção adequada, crianças de 9 anos irão avaliar, ver se vale a pena e daí então jogar.” (GELMAN, 2014, p. 117, tradução livre). Isso implica que o Progster, em todas as suas versões, deve tentar equilibrar explicações e tutoriais, na tentativa de satisfazer todo o seu público. Portanto, os tutoriais devem ser simples, objetivos e não frequentes - a menos que a criança procure ajuda explicitamente. Outro ponto importante no discurso da autora é que, após a criança errar a primeira vez, surge, então, uma ótima oportunidade para ensiná-la (GELMAN, 2014, p. 117). Este ponto foi bastante importante na decisão da designer a respeito de como o sistema deve se comportar em diferentes situações de erro, tais como peças mal posicionadas, peças de ações erradas que podem levar o Pluft à perda da fase.

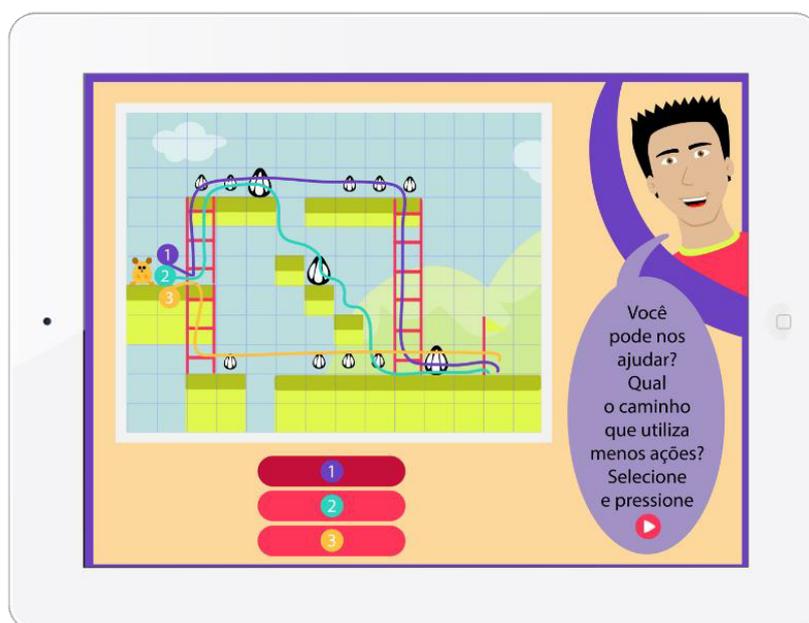
A respeito das regras, os estudos de Gelman (2014) apontam que crianças de 7 anos adoram regras, isso as deixa confortáveis (GELMAN, 2014, p. 98 e 99) e, certamente, elas irão segui-las ao pé da letra (GELMAN, 2014, p. 100). Para a autora, enquanto designers, devemos criar regras “(...) flexíveis o bastante para serem seguidas de perto, mas também que permitam um certo nível de interpretação” (GELMAN, 2014, p. 100, tradução livre). Ou seja, regras muito rígidas não permitem que as crianças usem sua criatividade. O Progster, apesar de ser um jogo diferente do comum com sua interface multimodal, possui regras simples e flexíveis, uma vez que a criança pode realizar a fase da maneira que preferir (desde que cumpra o objetivo de fazer o Pluft chegar à bandeira). Ela pode optar por diferentes possibilidades de peças (Ações, Repetição e/ou Função). Portanto, não há uma só forma de ganhar, permitindo e estimulando a criatividade da criança.

Sabendo que a interface multimodal do Progster é um ponto forte, como já mencionado, foi decidido que esta versão alternativa conservaria essa característica, ainda que adaptada. Gelman (2014) afirma que “crianças de 6 a 8 anos adoram ter recordações físicas daquilo que elas fazem no mundo virtual” (GELMAN, 2014, p. 94). Webkinz é um ótimo exemplo citado por Gelman (2014). Trata-se de uma plataforma virtual que pode ser acessada por meio de um código que vem incorporado a um bicho de pelúcia real. Esse bicho de pelúcia torna-se um personagem no jogo, o que, segundo a autora, reforça a ideia de permanência e continuidade (GELMAN, 2014, p. 94), uma vez que “ter uma conexão física com uma entidade virtual é incrivelmente atraente para crianças de 6 a 8 anos” (GELMAN, 2014, p. 94, tradução

livre). No jogo, é possível vestir o personagem, o que nos lembra que, no Progster, há uma loja de roupas e acessórios acessada pela Tela Inicial. Porém, inicialmente, não havia sido pensada uma tela em que fosse possível trocar a roupa do personagem dentre as disponíveis no acervo comprado. Portanto, essa demanda será considerada neste trabalho.

Reforçando o conceito de permanência e continuidade, a autora cita as atividades diárias do jogo Webkinz, que são desafios cumpridos uma única vez ao dia. (GELMAN, 2014, p. 94 e 95). Na concepção do Progster, pensou-se em desafios periódicos, tais como na figura abaixo (Figura 11). Neste caso, a criança deve observar os trajetos possíveis, conforme a cor, e selecionar a opção que utiliza menos peças no Caminho Principal.

Figura 11 – Tela de desafio do Progster Original



Fonte: LEMOS et al., 2017.

A respeito do nível de complexidade em aplicativos educativos, Gelman (2014) afirma que, como designers, quando criamos para crianças de 8 a 10 anos, “não devemos projetar jogos e aplicativos só para serem difíceis. (...) Mas sim uma combinação de destreza, habilidade, realização e a capacidade de melhorar ao longo do tempo (GELMAN, 2014, p. 121, tradução livre). Assim sendo, a autora garante que as crianças serão leais à aplicação.

Em suma, Gelman (2014) acredita que crianças menores de 8 anos adoram repetição e se sentem seguras quando observam as regras e preferem aplicá-las na prática. Já crianças maiores de 8 anos adoram novidades, gostam de explorar por conta própria e de continuar evoluindo conforme avançam (GELMAN, 2014, p. 122).

Outro ponto importante mencionado pela autora (2014) é que crianças de 6 a 8 anos são influenciadas por outras crianças, não por adultos (GELMAN, 2014, p. 88). Isso se reflete nos personagens Mila e Edu, que apresentam os tutoriais, e são (em concepção) crianças. Porém, após alguns *feedbacks* coletados ao longo de diversas apresentações, observou-se que os dois personagens não eram convidativos, não tinham traços infantis; portanto, a demanda do redesign da Mila e do Edu será considerada pela designer neste trabalho.

4.3 Visão Computacional

O termo “Visão Computacional” não é recente. Desde os anos 50, trabalhos vêm sendo publicados sobre máquinas reconhecendo imagens, termografia²⁵ - imagens que projetam temperaturas por meio da emissão de infravermelho - além de experimentos como veículos autônomos.

De acordo com Ballard e Brown (1982):

Visão Computacional é o conceito de automatizar e integrar uma grande variedade de processos e de representações usados para a percepção de visão. Isto inclui diversas técnicas que são úteis por si só, tais como processamento de imagens (transformação, codificação e transmissão de imagens) e classificação estatística de padrões (teoria de decisão estatística aplicada a padrões gerais, visuais, ou de outro tipo). Importante ressaltar que visão computacional também inclui técnicas para modelagem geométrica e processos cognitivos. (BALLARD; BROWN, 1982, p. 2, tradução livre).

Ou, ainda, segundo Barelli (2018), Visão Computacional é

(...) a ciência que estuda e desenvolve tecnologias que permitem que máquinas enxerguem e extraíam características do meio, através de imagens capturadas por diferentes tipos de sensores e dispositivos. Essas informações extraídas permitem reconhecer, manipular e processar dados sobre os objetos que compõem a imagem capturada (BARELLI, 2018, p. 1).

Visão Computacional vai além do reconhecimento de imagens; envolve, também, análise semântica e grandes volumes de dados. Segundo Barelli (2018), com ela, é possível automatizar tarefas do nosso dia-a-dia, juntamente com técnicas de aprendizado de máquina, permitindo que o computador aprenda e aperfeiçoe a tarefa à qual foi designado a realizar. Um exemplo disso são os carros autônomos, que estão sendo ensinados e treinados para reconhecer obstáculos durante o percurso, como pessoas, carros. O autor afirma que existem campos de estudos interligados à Visão Computacional, tais como Processamento de Imagens

²⁵ Disponível em: <https://www.sigmatelecom.com.br/o-que-e-termografia/>. Acesso em: 13 fev. 2022.

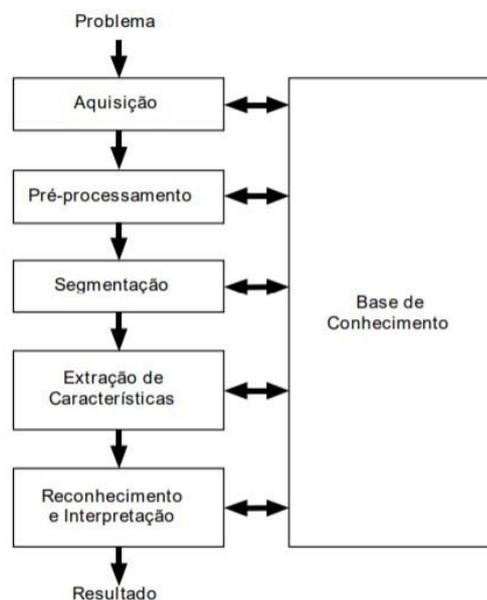
(manipulação de informações na imagem), Reconhecimento de Padrões (identificação e classificação de objetos) e Inteligência Artificial.

A Visão Computacional é a simulação da visão humana em máquinas, pois, de forma geral, trabalha com o reconhecimento de padrões de imagens e suas classificações (BARELLI, 2018). Quando observamos uma paisagem com prédios de diferentes tamanhos, por exemplo, somos capazes de identificar as janelas, pois identificamos o padrão de sua forma quadrilátera, bem como a simetria de sua organização por andares num determinado edifício. Sabemos que a varanda do prédio é diferente da janela, ainda que possa, também, ter a forma de um quadrilátero, mas ambas possuem suas características particulares. Portanto, conseguimos diferenciar janelas de varandas, ou seja, somos capazes de distinguir e segmentar dois objetos que atendem a padrões diferentes entre si.

Nos sistemas baseados em Visão Computacional, as técnicas de reconhecimento de padrões são essenciais, pois possibilitam a classificação automática de um objeto de interesse. Em outras palavras, as técnicas permitem que computadores enxerguem o mundo à nossa volta, reconhecendo placas, peças, caracteres, faces humanas e outros objetos (BARELLI, 2018, p. 209).

Marques Filho e Vieira Neto (1999) definem como Sistema de Visão Artificial (SVA) “um sistema computadorizado capaz de adquirir, processar e interpretar imagens correspondentes a cenas reais” (MARQUES FILHO; VIEIRA NETO, 1999, p. 9). Os autores definiram, de forma geral, o fluxo de um SVA (Figura 12), o qual, segundo Barelli (2018), se aplica à Visão Computacional.

Figura 12 – Sistema de Visão Artificial (SVA).



Fonte: MARQUES FILHO; VIEIRA NETO (1999).

A primeira etapa, Aquisição, refere-se à aquisição da imagem digital, que pode ser bidimensional, tridimensional, ou um vídeo (sequência de frames de imagens). Barelli (2018) acrescenta que

[...] uma imagem digital pode ser definida como um conjunto numérico, bidimensional, que representa uma cena ou objeto. Esses sensores [de câmeras de dispositivos] atuam convertendo a luminosidade de uma cena real em valores numéricos, que, quando representados em cor e organizados espacialmente em linhas e colunas, nos permitem perceber uma paisagem, objeto, pessoa etc. (BARELLI, 2018, p. 27).

Já que esta imagem adquirida é digital, ela possui 3 canais de cores (*red, green, blue*), sendo, portanto, do tipo RGB. O autor explica que cada uma dessas cores gera um valor relacionado à luminosidade, resultando numa matriz tridimensional de informações, que representa linhas, colunas e mais três valores de luminosidade para cada pixel - sendo 8 bits necessários cada, totalizando 24 bits.

A segunda etapa, Pré-processamento, consiste num melhoramento da imagem original e introduz-se o conceito de região ou objeto de interesse, que consiste nas áreas ou elementos que pretendemos que sejam identificados. Aqui também são coletadas informações a partir das formas geométricas do objeto, que é destacado da cena da imagem, o que facilita o avanço para a próxima etapa.

Na terceira etapa, Segmentação, as áreas de interesse dentro da imagem são destacadas e segmentadas.

Na quarta etapa, Extração de Características, descritores são definidos como critérios para a identificação de objetos. Logo, características comuns são atribuídas a objetos, diferenciando-os entre si.

Na quinta e última etapa, Reconhecimento e Interpretação, há um processamento de alto nível, capaz de identificar e reconhecer padrões do objeto. Nesta etapa, o objeto é atribuído a uma classe, de acordo com suas características. Segundo Barelli (2018), “esta é a etapa responsável por validar os resultados e definir se eles são satisfatórios ou não” (BARELLI, 2018, p. 9).

A Visão Computacional não atua sozinha no reconhecimento e na classificação de imagens. “Hoje, o reconhecimento de imagens por máquinas treinadas por meio de *deep learning*, em alguns cenários, é melhor que humanos, e isso varia de gatos até identificar indicadores de câncer no sangue e tumores em exames de ressonância magnética” (COPELAND, 2016, tradução livre).

O termo Inteligência Artificial (Artificial Intelligence – AI) foi mencionado pela primeira vez nos anos 1950 (CHOLLET, 2018) e engloba os conceitos de *machine learning* e de *deep learning*. Chollet (2018) define Inteligência Artificial (IA) como “o esforço para automatizar tarefas intelectuais normalmente executadas por humanos” (CHOLLET, 2018, p. 4, tradução livre). De acordo com os princípios da IA, programar um computador para jogar uma partida de xadrez, por exemplo, é definir e programar manualmente todas as possíveis jogadas. Dessa forma, ele consegue analisar as condições e executar saídas pré-programadas para cada ocasião. *Machine learning* (aprendizado de máquina) é, basicamente,

a prática de usar algoritmos para coletar dados, aprender com eles e depois fazer uma determinação ou previsão sobre algo no mundo. Portanto, ao invés de implementar as rotinas de software manualmente, com um conjunto específico de instruções para realizar uma tarefa em particular, a máquina é “treinada” usando grandes quantidades de dados e algoritmos que lhe permitem aprender a executar a tarefa” (COPELAND, 2016, tradução livre).

Ou seja, seguindo o exemplo do jogo de xadrez, com o uso de *machine learning*, o programador não desenvolverá mais todas as possíveis condições e respostas manualmente. Agora ele desenvolverá um programa, que será alimentado com dados de partidas e o resultado de cada uma, para que o sistema possa aprender com esses dados, baseado em estatísticas de acertos.

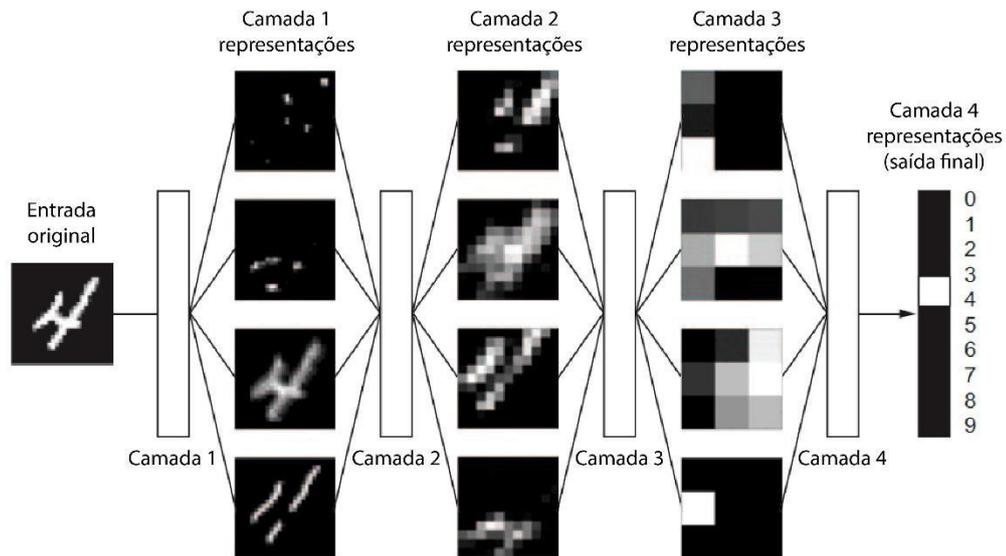
Um sistema de aprendizado de máquina é treinado em vez de programado explicitamente. É apresentado com muitos exemplos relevantes para uma tarefa, e encontra estrutura estatística nestes exemplos que eventualmente permite que o sistema crie regras para automatizar a tarefa. [...] O aprendizado de máquina descobre regras para executar uma tarefa de processamento de dados, com exemplos do que é esperado (CHOLLET, 2018, p. 5, tradução livre).

Segundo Chollet (2018), para se desenvolver uma aplicação com *machine learning* são necessários, basicamente, três pontos: a entrada dos dados (como imagens, trecho de música), a saída esperada (como o reconhecimento de um objeto na imagem, a música ao qual aquele trecho pertence) e uma maneira de avaliar a saída do algoritmo, ou seja, um controle para detectar se a resposta do algoritmo para uma certa entrada é próxima à saída esperada.

Para implementar *machine learning*, dentre outras técnicas, pode-se aplicar a técnica de *deep learning* (DL). Utilizando-se redes neurais (Figura 13), o treinamento em DL, como o próprio nome sugere, é mais profundo, isto é, há mais camadas que tratam os dados. De acordo com Copeland (2016), isto significa que é possível receber como entrada uma imagem, e, a partir de algumas de suas características, classificá-la de acordo com a tarefa em questão. Chollet (2018), explica que informações sobre a imagem original são propagadas entre as camadas da rede, da menos para a mais profunda, e, a partir dessa propagação, as

características da imagem são “filtradas”, de modo que, à medida que se aprofunda na rede, as informações de cada camada tornam-se cada vez mais úteis para a tarefa em questão (CHOLLET, 2018, p. 9). Para a propagação dessas informações na rede, utilizam-se “neurônios”, que analisam dados da camada anterior e extraem características.

Figura 13 – Redes Neurais



Fonte: Adaptada de CHOLLET (2018)

“Cada neurônio atribui um peso para os dados de entrada - o quão correto ou incorreto ele é relativo à tarefa que está sendo executada. A saída final é então determinada pelo total desses pesos” (COPELAND, 2016, tradução livre). Simplificando, “aprendizagem profunda é tecnicamente: uma maneira em vários estágios de aprender representações de dados” (CHOLLET, 2018, p. 9, tradução livre).

A Visão Computacional e o uso de *deep learning* são soluções capazes de baratear o Proqster, por permitirem fazer a leitura de peças por meio de um dispositivo com câmera, dispensando o uso de componentes eletrônicos no tabuleiro e nas peças, como fora originalmente projetado, além de proporcionarem um produto mais portátil e que pode ser facilmente montado pelo usuário. Outro ponto importante, especialmente para este projeto, é que a aprendizagem profunda de máquina proporciona uma maior liberdade ao designer, uma vez que não há a exigência de atribuir um marcador (como um QR Code²⁶ ou um código de barras) ao design das peças.

²⁶ Disponível em: <https://br.qr-code-generator.com/>. Acesso em: 24 jun. 2019.

4.4 Design de produto e de baixo custo

Bernd Löbach, em sua obra “Design Industrial”, apresenta diversos conceitos a respeito de design de produto e, mesmo provenientes da década de 1970, ainda são válidos para os tempos atuais e são importantes para a concepção e o desenvolvimento do redesign do tabuleiro e das peças do Progster.

A preocupação com os valores de um produto e sua relação com o usuário sempre esteve presente desde que se passou a produzir produtos em larga escala. Como afirma Löbach (2001), “o projeto de produtos industriais significa sempre projetar as formas de conduta do usuário” (LÖBACH, 2001, p. 41).

O autor propõe quatro categorias a respeito do tipo de relação entre usuário e produto, são elas: Produtos de Consumo, Produtos de Uso 1 – Individual, Produtos de Uso 2 – Grupos, e Produtos de Uso 3 – Indireto. Segundo ele, Produtos de Consumo são aqueles de que necessitamos e que têm um fim; por exemplo, alimentos e produtos de higiene pessoal. Já Produtos de Uso são aqueles que, apesar de também terem validade, seu tempo de uso é suficiente para gerar alguma relação com o usuário.

Os Produtos de Uso 1 – Individual são aqueles consumidos exclusivamente por um usuário; portanto, ambos, usuário e produto, têm uma relação muito próxima, a ponto de o usuário se identificar com o produto e adaptar-se a ele (LÖBACH, 2001). Um exemplo de Produto de Uso 1 é o caso do apresentador brasileiro Silvio Santos, que, durante muitos anos, costumava apresentar-se em seus programas de televisão usando um microfone acoplado à vestimenta, abaixo do queixo, ou seja, quando via-se a figura deste apresentador, logo associavam-no ao seu microfone icônico.

Os Produtos de Uso 2 – Grupos consiste em produtos que são utilizados por um determinado grupo de pessoas que têm relação umas com as outras (LÖBACH, 2001). Por exemplo, pessoas numa mesma casa, que utilizam a mesma geladeira, o mesmo fogão; pessoas numa empresa, que compartilham mobiliários. Segundo o autor, as pessoas têm uma relação com esses produtos de uso comum, porém, não é tão próxima quanto sua relação com produtos de uso individual; elas também têm consciência da responsabilidade para com aqueles produtos (LÖBACH, 2001, p. 51).

Os Produtos de Uso 3 – Indireto são aqueles que não se relacionam diretamente com os usuários (LÖBACH, 2001). Segundo o autor, muitas vezes, são componentes que fazem parte de um outro produto maior, por exemplo, as hélices do aerogerador de energia eólica.

Neste caso, “a configuração cuidadosa tendo em vista a relação com o usuário se torna dispensável já que esta relação é apenas indireta” (LÖBACH, 2001, p. 52), ou seja, ao projetar este produto ou peça considera-se sua função para a qual ele deve ser desenvolvido, e não sua relação com o usuário.

Fundamentado em Löbach (2001), julga-se que o Progster é considerado um produto de uso individual, pois, assim como foi concebido em sua versão original, trata-se de um jogo para um jogador. Nesta versão, especialmente, o ato de imprimir e recortar as peças para a montagem pode fortalecer a relação do usuário com o produto, uma vez que ele irá confeccionar seus próprios componentes do jogo; isto é, as peças, certamente, não resultarão em formatos circulares perfeitos, mas sim em círculos singulares, com o toque do usuário.

Para a concepção e o desenvolvimento de um produto, estimam-se etapas que vão desde a criação da ideia até sua versão final para o mercado. Para o redesign não é diferente, pois, mesmo sendo inspirado em algo que já existe, é uma atividade que exige processos lineares, partindo de uma ideia inicial. Munari (2015) propõe uma metodologia de projeto composta pelas seguintes etapas: Problema, Definição do Problema, Definição do Tipo de Solução, Divisão do Problema, Coleta e Análise de Dados, Criatividade, Estudo de Materiais e Tecnologias, Experimentação, Modelo de Solução, Verificação, Desenho de Construção e Solução.

De acordo com o autor, a etapa do Problema e da Definição do Problema são bem próximas e resumem-se à identificação de uma necessidade. Isto também implica na busca de elementos para a solução e de toda a sua complexidade.

A etapa de Definição do Tipo de Solução consiste na reflexão e definição a respeito da validade e do caráter da solução, podendo ser provisória, definitiva, comercial, atemporal, sofisticada ou simples, cara ou barata (MUNARI, 2015, p. 34).

A etapa seguinte, Divisão do Problema, caracteriza-se pela segmentação do problema em subproblemas, desta forma, sugere o autor, se chegará à solução completa de forma coerente e criativa.

Adiante, na etapa de Coleta e Análise de Dados, o autor sugere que se dispense a estética e se direcione o foco para os valores técnicos do produto, ou seja, suas funcionalidades, características e as linguagens de categoria, que consiste no estudo dos concorrentes.

Durante a etapa de Criatividade, o designer tem a possibilidade de pensar soluções de acordo com a análise dos dados. Segundo o autor, a ideia difere-se da criatividade pois esta é realista, embasada na pesquisa realizada e nos subproblemas definidos (MUNARI, 2015, p. 44). Portanto, a ideia da solução deve ser adiada, sem que haja soluções prontas e imediatas.

Na etapa Estudos de Materiais e Tecnologias, como o próprio nome sugere, são analisadas as tecnologias disponíveis, bem como os materiais de produção.

Quanto à etapa seguinte, a de Experimentação, o autor recomenda que sejam experimentados materiais, técnicas e instrumentos.

Na etapa de Modelo de Solução, o autor sugere que as experimentações realizadas podem ser amostras de uma possível solução, logo, devem ser consideradas como modelos.

Na etapa de Verificação, Munari (2015) sugere a realização de testes e de avaliações.

A etapa de Desenho de Construção consiste na prototipação, que pode ser esboçada em desenhos, ou mesmo em protótipos de alta fidelidade.

E, finalmente, chega-se à etapa de Solução, em que o design do produto é definido.

Vale destacar que esse passo a passo de metodologia de projeto “[...] não é fixo, não é completo, não é único nem definitivo; é aquilo que a experiência ensinou até agora.” (MUNARI, 2015, p. 54). Portanto, ele pode variar de acordo com a realidade e as necessidades do designer e de seu projeto.

As escolhas e decisões por parte do designer no momento de projetar um produto devem ser baseadas em seus estudos a respeito do usuário final, bem como sua relação com o produto.

Sendo possível a identificação do usuário com o produto industrial, o designer deve possibilitar e facilitar esta identificação por meio de uma configuração adequada. As características a serem incluídas no produto devem ser escolhidas a partir do estudo do comportamento do usuário e da percepção humana. Estes aspectos variam pouco para a maioria dos usuários (LÖBACH, 2001, p. 48).

Isto não se difere quanto ao desenvolvimento do redesign de um produto. Neste trabalho, diversos *feedbacks* adquiridos ao longo das apresentações do Progster serão levados em consideração na etapa de redesign do tabuleiro e das peças, de forma a proporcionar uma melhor experiência ao usuário.

Além da embalagem do produto, outro fator que pode atrair o consumidor no ato da compra são “elementos estéticos que apelam aos seus sentidos” (LÖBACH, 2001, p. 46). O Progster, tanto na versão original quanto nesta alternativa, tem como principal diferencial a interface física das peças, que proporciona a experiência do tato, destacando-se diante de outros *softwares* que se propõem a ensinar lógica de programação ou a estimular o pensamento computacional em crianças, como já mencionado.

Entretanto, não é apenas de estética visual que se constitui um produto. Além das quatro categorias mencionadas anteriormente, Löbach (2001) estabelece três funções para os

produtos industriais: Função Prática, Função Estética e Função Simbólica. Segundo o autor, essas funções devem ser consideradas durante a configuração do produto, ou seja, durante seu projeto.

As Funções Práticas consistem na supressão de “necessidades fisiológicas do usuário” (LÖBACH, 2001, p. 58). Por exemplo, uma poltrona tem como finalidade promover o relaxamento do usuário, de forma ergonômica, para que ele se sinta confortável. Neste trabalho, estima-se que as Funções Práticas do Progster sejam o estímulo do Pensamento Computacional de forma lúdica, o apelo à interface multimodal como um diferencial e a produção de baixo custo. Segundo Sharon Oviatt (2002),

sistemas multimodais processam dois ou mais modos de entrada do usuário combinados – tais como fala, caneta, toque, gestos manuais, olhar e movimentos da cabeça e do corpo – em uma maneira coordenada com sistemas multimídia de saída. Esta classe de sistemas representa uma nova direção para a computação (...) (OVIATT, 2002, p. 1, tradução livre).

Ou seja, interfaces multimodais são aquelas que oferecem interações com o usuário de múltiplas maneiras, não se restringindo apenas ao toque (como em dispositivos *touch screen*) ou ao clique do *mouse*, como em computadores de mesa). Essas maneiras podem estar presentes na entrada (*input*) e/ou na saída (*output*) (OVIATT, 2002).

A Função Estética refere-se às “condições perceptivas do homem” (LÖBACH, 2001, p. 60); condições estas, segundo o autor, multissensoriais. Isto significa que a Função Estética é responsável por despertar sentimentos e sensações no usuário por meio de diversos fatores que constituem o produto, como seu material, sua textura, suas cores e formas.

Ela está atrelada à configuração do objeto, à aparência do produto industrial. Visto que a aparência do produto atua positiva ou negativamente sobre o usuário ou sobre o observador, ela provoca um sentimento de aceitação ou rejeição do produto. (LÖBACH, 2001, p. 62).

Um fato interessante que o autor cita é o de que a Função Estética é, muitas vezes, o fator que decide a compra, ou seja, suas características é que fazem o usuário decidir pela compra, ou não, do produto (LÖBACH, 2001).

A Função Simbólica “é determinada por todos os aspectos espirituais, psíquicos e sociais do uso” (LÖBACH, 2001, p. 64). Ou seja, ela acontece quando o usuário é capaz de associar a simbologia representada no produto com suas experiências anteriores. Por se tratar da percepção, está diretamente relacionada à Função Estética. De acordo com o autor, o usuário pode olhar para o símbolo de uma marca, porém ele só o percebe (assimila por completo) quando associa ao fabricante e às experiências anteriores com produtos deste mesmo fabricante.

Isso também está relacionado ao *status* que um produto pode representar em um determinado grupo social (LÖBACH, 2001).

De acordo com o autor, cada produto, em geral, possui mais de uma das três funções apresentadas, sendo que uma destaca-se mais que as demais, gerando uma hierarquia de importância. “O designer industrial deve conhecer as múltiplas necessidades e aspirações dos usuários e grupos de usuários, de forma a poder dotar o produto com as funções adequadas a cada caso” (LÖBACH, 2001, p. 55).

A respeito da estética de um produto, não se trata apenas de ser bonito aos olhos, mas sim de falar por si. O autor afirma que o usuário assimila psiquicamente um objeto, ou seja, ao vê-lo, ele é capaz de fazer associações, que variam conforme suas referências. Assim sendo,

Löbach (2001) afirma que essas referências devem ser otimizadas, “de forma que o usuário de produtos industriais, ao se deparar com eles, possa assimilá-los psiquicamente” (LÖBACH, 2001, p. 59). Esta relação entre percepção e assimilação de um produto aproxima-se do conceito de *affordance*, que, segundo Norman (2013),

[...] refere-se à relação entre um objeto físico e uma pessoa (ou, nesse caso, qualquer agente que interaja, seja animal ou humano, ou mesmo máquinas e robôs). Uma *affordance* é a relação entre as propriedades de um objeto e as capacidades do agente que determina como o objeto pode ser usado (NORMAN, 2013, p. 11, tradução livre).

Em suma, um produto com uma boa *affordance* é aquele que o usuário sabe como utilizá-lo e para que funciona, só de olhar para ele, sem a necessidade de acessar um manual de instruções. Este conceito também deve ser considerado na concepção de um produto, inclusive no redesign.

No tocante aos materiais de um produto, Löbach (2001) afirma que “[...] a configuração de um produto não resulta apenas das propostas estéticas do designer industrial, mas também – fortemente – do uso de materiais e de processos de fabricação econômicos” (LÖBACH, 2001, p. 162). O autor quer dizer que, além da estética visual, o produto, em sua concepção, deve atender às considerações econômicas, na tentativa de baratear o máximo possível seus custos de fabricação. O design de baixo custo está diretamente relacionado a isto, pois, uma vez que há uma alternativa disponível de desenvolver um produto com materiais baratos e que atendem às necessidades para seu pleno funcionamento, a prioridade é o barateamento da produção. Desse modo, cabe ao designer a busca por materiais financeiramente mais viáveis para o projeto de um produto.

Neste projeto, o designer deve promover, além do baixo custo, o fácil acesso, para que o usuário possa imprimir o produto prontamente – assim sendo, é necessário que as

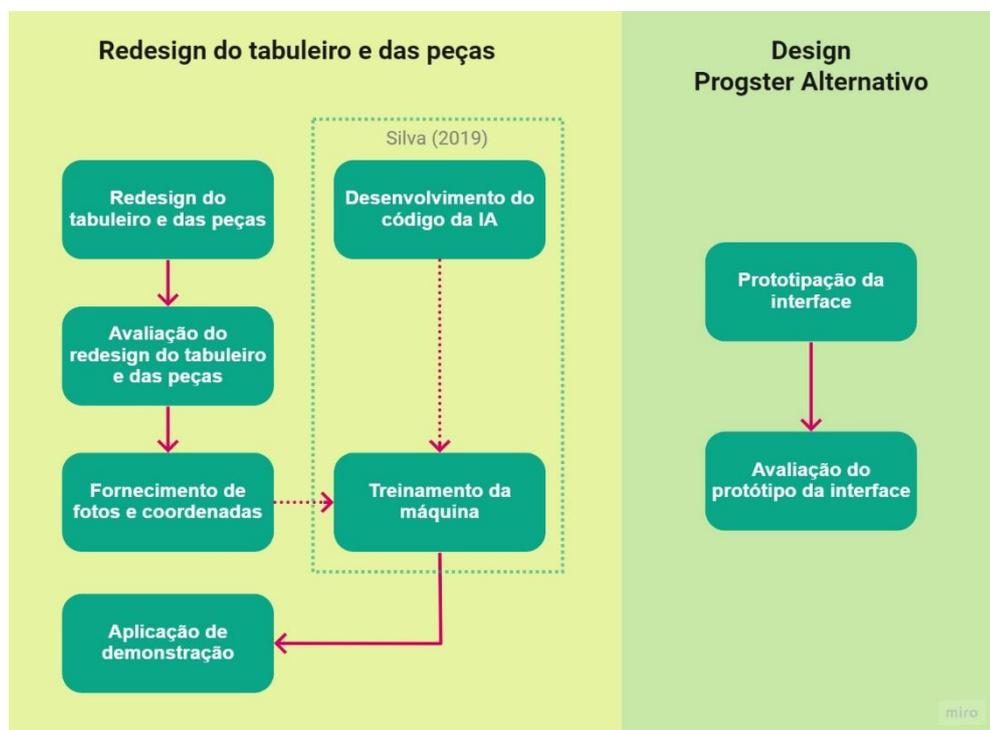
dimensões do produto (tabuleiro e peças) sejam consideradas. Outro papel importante desempenhado pelo designer, especialmente neste projeto, é o da responsabilidade social para com o meio ambiente. Portanto, a escolha de materiais de cartagem ou mesmo papel sulfite (comum em impressoras as quais os usuários têm mais acesso) será considerado nesta versão do Progster.

Por fim, o design de produto não consiste única e exclusivamente na beleza, mas na funcionalidade e na tentativa de conexão entre o usuário e o ambiente artificial que se pretende produzir, gerando sensações de bem-estar. Essas sensações também são promovidas por meio dos materiais que compõem o produto. Pode-se supor, no caso desta versão alternativa do Progster, a sensação de economia, ou de estar consumindo um produto produzido com materiais que não agridem tanto o meio ambiente.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, serão descritas as etapas para a preparação e prototipação desta versão alternativa do Progster (Figura 14). Neste trabalho, conto com a colaboração de Arthur Antunes Nogueira da Silva, estudante de Ciências da Computação para o desenvolvimento da Visão Computacional e do treinamento da máquina, demonstrando, assim, a viabilidade da proposta.

Figura 14 – Esquema visual da Metodologia



Fonte: Elaborada pela autora.

Inicialmente, para o processo de desenvolvimento deste produto, seguindo a metodologia de Munari (2015), as etapas de Problema e de Definição do Problema consistem na busca de soluções para o barateamento do brinquedo Progster.

A etapa de Definição do Tipo de Solução resultou no estudo da aplicação de Visão Computacional como uma alternativa, o que, portanto, caracterizou-a como provisória, a princípio; simples e econômica, diante da versão original com componentes eletrônicos.

Na etapa de Divisão do Problema, o problema foi dividido nos subproblemas de tecnologias disponíveis e de materiais de produção baratos, que, por sua vez, ramificam-se em outros problemas, como aplicação e funcionamento de Visão Computacional, *deep learning*.

Na etapa seguinte, Coleta e Análise de Dados, foram pesquisados produtos existentes no mercado com foco nas tecnologias utilizadas e se havia, ou não, a presença da interface multimodal.

Na etapa de Criatividade, foi priorizada a manutenção da interface física, por ser um grande diferencial diante de alguns concorrentes.

Na etapa de Estudos de Materiais e Tecnologias, baseado na versão original do Progster, foram pensados materiais, como cartonagem e MDF²⁷ (*Medium Density Fiberboard*). Entretanto, considerou-se a possibilidade de o usuário imprimir e confeccionar os componentes do seu jogo, com o intuito de proporcionar o fácil acesso ao produto.

Na etapa de Experimentação, foram considerados *feedbacks* recebidos anteriormente para o desenvolvimento do tabuleiro e da simbologia das peças. Importante ressaltar que, até a etapa seguinte, a de Modelo de Solução, o autor comenta que ainda não há desenhos ou esboços da solução. Entretanto, por se tratar de um redesign, considera-se possível prever características do design de elementos da solução final. Outro fator decisivo para esta antecipação quanto aos esboços e ao desenvolvimento dos elementos gráficos e do *layout* é o fato de o trabalho de aplicação de Visão Computacional e do desenvolvimento de *deep learning* dependerem do design do produto definitivo.

Na etapa de Modelo de Solução, o intuito foi baratear ao máximo o custo dos materiais, portanto, foram priorizados os materiais que apresentaram menores custos de produção. Com relação à interface, essa etapa consiste na construção do protótipo de alta fidelidade.

²⁷ Disponível em: <https://www.significados.com.br/mdf/>. Acesso em: 25 jun. 2019.

Na etapa de Avaliação, foram testados os experimentos com Visão Computacional e *deep learning* para o reconhecimento de peças, bem como uma avaliação com o usuário considerando o redesign das peças e do tabuleiro. A avaliação da interface com crianças de 7 a 9 anos também encaixa-se nesta etapa.

Para o redesign do tabuleiro e das peças, as etapas de Desenho de Construção e de Solução foram incluídas nas etapas de Experimentação e de Modelo de Solução.

A aplicação de Visão Computacional e *deep learning* foi necessária a captura de imagens do tabuleiro em diferentes ângulos e situações de *input* de peças. Em seguida, os *pixels* das extremidades do tabuleiro foram mapeados. Todas essas informações foram compartilhadas com Silva (2019), para que, dessa forma, ele pudesse realizar o treinamento da máquina.

Uma avaliação do redesign do tabuleiro e das peças foi realizada, com crianças entre sete e nove anos de idade, seguindo o roteiro no Apêndice A. O objetivo foi verificar se as escolhas feitas para o redesign condiziam com a funcionalidade correspondente à área do tabuleiro e à peça.

Para fins de demonstração da viabilidade dessa proposta, foi projetada uma aplicação web simples para o funcionamento do jogo, fazendo uso de Visão Computacional e de *deep learning*, utilizando para tanto a Inteligência Artificial desenvolvida por Silva (2019).

A respeito da interface do jogo, um protótipo de alta fidelidade foi projetado no software Figma²⁸, considerando princípios de design para crianças, segundo Debra Levin Gelman. Foi desafiador tentar atender às demandas das três diferentes faixas etárias atendidas pelo Progster (de 7 a 9 anos), já que a autora as divide em dois grupos: de 6 a 8 e de 8 a 10 anos.

5.1 Redesign do tabuleiro e das peças

Para o redesign das peças e do tabuleiro, foi utilizado o *software* Adobe Illustrator²⁹, que permite a criação de formas e elementos gráficos em vetor.

O tabuleiro foi reduzido a um tamanho que fosse acessível ao usuário imprimir e foi adaptado aos requisitos de reconhecimento de imagens da Visão Computacional, por exemplo, a demarcação das regiões de interesse para facilitar a leitura da imagem, bem como a demarcação das extremidades do tabuleiro.

²⁸ Disponível em: <https://www.figma.com/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

²⁹ <https://www.adobe.com/br/products/illustrator.html>. Acesso em: 24 abr. 2019.

Nesta versão alternativa do Progster, semelhante à sua versão original, foi necessária a permanência dos espaços de *inputs* do tabuleiro para o encaixe das peças, porém adaptados à tecnologia utilizada. Após imprimir tabuleiro e peças, estas foram recortadas, uma a uma, no formato da peça.

5.2 Avaliação do redesign do tabuleiro e das peças

Realizou-se uma avaliação com cinco crianças com idade entre 7 e 9 anos, de acordo com a faixa etária ideal definida para se jogar o Progster. Esta avaliação aconteceu por meio da técnica de prototipação em papel, com o objetivo de averiguar se o design do tabuleiro é compreendido, suas áreas e funcionalidades. E, também, se as escolhas dos elementos gráficos das peças são satisfatórias para a compreensão da finalidade da peça no jogo.

5.3 Aplicabilidade da Visão Computacional

De acordo com Marques Filho e Vieira Neto (1999), para a etapa de Aquisição, foram fotografados tabuleiro e peças com um smartphone. A imagem digital foi adquirida por meio do acesso à câmera do dispositivo, resultando numa imagem bidimensional e estática.

Para a etapa de Pré-processamento, foi necessária a demarcação dos pixels das extremidades do tabuleiro, gerando uma matriz de informações. Essa matriz aloca, para cada um dos quatro cantos, a localização nos eixos X e Y de cada pixel. Dessa forma, a imagem considerada para reconhecimento era apenas a do tabuleiro, eliminando a cena. Ainda nesta etapa, o estudante Arthur Antunes iniciou sua participação neste projeto, programando o ajuste da projeção perspectiva do tabuleiro, que equivale ao ajuste de ângulo e de perspectiva da imagem. Ele utilizou o ambiente Jupyter Notebook³⁰, programando na linguagem Python 3³¹, com o auxílio da biblioteca OpenCV³² (SILVA, 2019).

Em seguida, na etapa de Segmentação, Silva (2019) demarcou as áreas de interesse do tabuleiro, que são os espaços que recebem as peças (*inputs*) e os marcadores que representam o contador da repetição.

Na etapa de Extração de Características, o programa desenvolvido por Silva (2019) foi capaz de identificar as características das peças, tais como cor e caracteres (se existirem)

³⁰ Disponível em: <https://jupyter.org/>. Acesso em: 24 abr. 2019.

³¹ Disponível em: <https://www.python.org/>. Acesso em: 24 abr. 2019.

³² Disponível em: <https://opencv.org/>. Acesso em: 24 abr. 2019.

nas regiões de interesse. Importante ressaltar que, neste momento, também é identificado se há ou não uma peça no *input*.

Para finalizar, na etapa de Reconhecimento e Interpretação, que faz parte do trabalho de Silva (2019), foram criadas as classes de cada peça de ação, que armazenam o acervo de imagens das peças com tais características determinadas e serão passadas para a rede de aprendizagem profunda.

Mais adiante, para testar os experimentos de *deep learning*, Silva (2019) utilizou a biblioteca Keras³³. Iniciou-se, então, o processo de aprendizagem de máquina e de criação de redes neurais desenvolvidas por ele. Neste momento, compartilhou-se o maior número possível de dados para que a máquina pudesse adquirir mais robustez e, conseqüentemente, reconhecer peças em diversas situações. Ao final, foi gerado um objeto JSON³⁴, que pôde ser lido por uma aplicação de demonstração e a interação deste trabalho com o Arthur encerrou-se aqui.

5.4 Aplicação de demonstração

Com o intuito de demonstrar a viabilidade dessa proposta, uma prova de conceito foi desenvolvida. Trata-se de uma aplicação web simples, que compila o código de Silva (2019) e imprime na tela os nomes das peças.

5.5 Protótipo da interface

Um protótipo navegável de alta fidelidade foi projetado no software Figma, com o objetivo de trazer elementos da versão original do Progster, porém adaptando à nova navegabilidade, já que não há mais o *e-board* e seus botões. Portanto, um dos pontos principais aqui é esclarecer para a criança que, apesar da interface apresentar botões, os movimentos do Pluft devem ser acionados por meio das peças e do tabuleiro em papel.

5.6 Avaliação do protótipo da interface

Nesta etapa, foi realizada a avaliação do protótipo da interface com cinco crianças de 7 e 8 anos (mais uma de 8 anos para o teste piloto). O objetivo foi observar a compreensão

³³ Disponível em: <https://keras.io/>. Acesso em: 24 abr. 2019.

³⁴ Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4627>. Acesso em: 13 fev. 2022.

da criança a respeito do funcionamento e da interação proposta para o Progster Alternativo. Para isso, um protótipo de alta fidelidade foi projetado no Figma, de forma que fosse possível simular o acesso à câmera do dispositivo, as marcações para enquadramento do tabuleiro, o *feedback* de reconhecimento deste e a execução das ações pelo Pluft.

6 RESULTADOS

Nesta seção, é descrito o percurso adotado desde o redesign das peças e a concepção do novo tabuleiro, até a proposta de interface e as respectivas avaliações com crianças. Importante ressaltar que, por ter participado de diversas competições e ter ficado conhecido, a equipe desenvolvedora de sua versão original colheu *feedbacks* por onde esteve, e, alguns deles, inclusive, foram considerados nesta versão, especialmente referentes ao design.

6.1 Redesign do tabuleiro

Nesta versão alternativa do Progster, o principal quesito a ser considerado é o de adaptar o brinquedo para uma solução de baixo custo. Para tal, considerou-se procedimentos e materiais baratos, como a impressão em papel. A intenção é que o usuário possa imprimir o Progster em casa e confeccionar seu jogo.

Antes de começar a projetar o redesign, foi preciso compreender os requisitos necessários para o funcionamento da tecnologia de Visão Computacional. Para isso, a partir de uma demanda de Silva (2019), foram solicitados a delimitação das bordas do objeto (tabuleiro), o destaque e a demarcação das regiões de interesse, além do desenvolvimento de uma solução alternativa para o contador da Repetição, que em sua versão original, utilizaria uma chave giratória indicando o valor escolhido.

Foram projetadas, inicialmente, duas versões para o tabuleiro: uma com textura de madeira no fundo (semelhante à sua versão original) e outra sem a textura (somente com o contorno de demarcação da extremidade). Considerando que o usuário tem acesso mais facilmente a uma impressora jato de tinta, foi definido que o tamanho do tabuleiro seria referente ao de uma folha A4 (210mm x 297mm) - enquanto o tabuleiro original tinha a largura correspondente ao tamanho de uma folha A3 (297mm x 420mm) - e foi removida a textura de madeira do tabuleiro original, na intenção de reduzir o consumo de tinta na impressão.

A delimitação do tabuleiro foi definida com o desenho de uma borda de espessura visível e maior que a dos demais campos. Dessa forma, a identificação do tabuleiro na imagem

fotografada ficaria mais clara, facilitando sua identificação em meio ao cenário. Parar facilitar o trabalho de mapeamento dos pixels do limite do tabuleiro, suas extremidades foram projetadas sem arredondamento.

No momento de diagramação, foram definidos o tamanho das peças - correspondendo a um centímetro e meio de altura e de largura cada - e a quantidade de repetições e de funções que o design do tabuleiro poderia comportar, sendo até três repetições e até três funções – enquanto que em sua versão original comportava até cinco repetições. Assim como no tabuleiro em sua versão original, as áreas do Caminho Principal, das repetições e das funções foram delimitadas. Porém, desta vez, com destaque maior para a área do Caminho Principal, que reduziu seu número de quinze para doze espaços de *input*, devido ao tamanho do tabuleiro e à harmonia visual do design.

Nesta versão, não há encaixe de peças em orifícios, mas apenas posicionamento delas sobre o tabuleiro. Portanto, foi necessário demarcar o espaço de *input* das peças no tabuleiro. A solução encontrada foi um quadrado preto de pontas arredondadas. O fato de a peça ser redonda e seu espaço de encaixe ser quadrado, facilita o usuário a posicioná-la, pois ele consegue ver as pontas do quadrado para melhor se orientar. Uma sugestão de montagem do tabuleiro é o uso de velcro preto nos quadrados de *input* e embaixo das peças, para que fiquem firmes, evitando que as peças saiam do lugar acidentalmente com algum movimento da criança durante o manuseio.

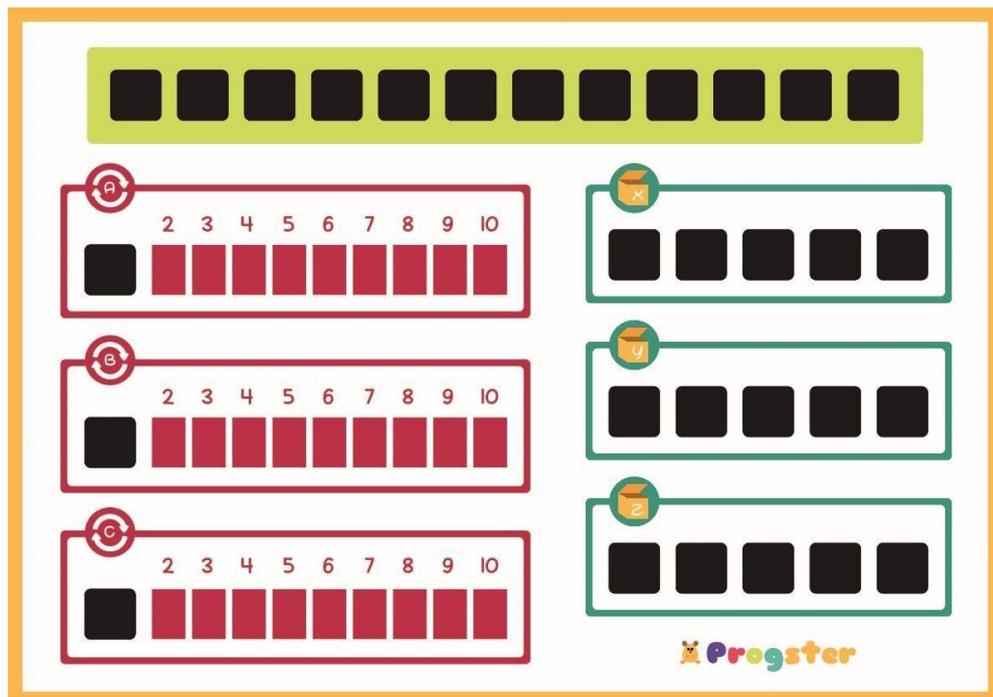
Na versão original do Progster, a repetição é representada por um contador em forma de botão giratório que aponta para o número descrito no tabuleiro. A contagem de repetições, originalmente, começava do número um e ia até o número nove. Algumas pessoas que foram apresentadas ao brinquedo apontaram que o número um não fazia sentido, pois indica que a ação aconteceria apenas uma vez, o que não caracteriza uma repetição. O relato foi levado em consideração e, agora, o contador da repetição inicia no número dois e finaliza no número dez. Um dos grandes desafios do redesign foi buscar uma solução para o contador da repetição que fosse intuitivo e perceptível para que fosse reconhecido na imagem. A solução encontrada foi baseada em uma régua, com os números dispostos na horizontal e de forma crescente. Cada número possui uma demarcação logo abaixo, a qual receberá uma peça em forma de seta que apontará o número correspondente à repetição da ação desejada.

O espaço demarcado para uma determinada repetição possui o desenho da peça da repetição correspondente. Pois, já que, nesta versão, as peças são soltas, percebeu-se a necessidade de diferenciar a ordem dos espaços de repetição. Isto também se aplica às funções.

Nesta versão do Progster, a respeito da característica de *affordance* (NORMAN, 2013, p. 11), o tabuleiro não possui uma área para que as peças fiquem dispostas e organizadas de acordo com a ação ou funcionalidade. Para as peças de repetição e de função, as soluções encontradas foram permanecer com a demarcação da área correspondente àquela funcionalidade (semelhante à versão original) e representar graficamente, nestas áreas, a peça a qual a área equivale.

Para finalizar, o tabuleiro ficou mais minimalista, eliminando palavras de ações e das peças correspondentes. Também foram retirados o nome “e-board”, os leds e todos os botões - afinal, o tabuleiro não é mais eletrônico - e os personagens na lateral, uma vez que, agora, não há a necessidade de um espaço de apoio para que possa ser segurado, pois o tabuleiro não pesa como o original. Como mencionado, as peças de ações que, originalmente, estavam posicionadas no tabuleiro apenas por uma questão de organização e de disposição, bem como as de repetição e de função, também não estão mais presentes, liberando, assim, mais espaço para comportar as funcionalidades do tabuleiro. A logotipia não apresenta mais a sombra de antes, aparentando estar mais limpa, como mostra a Figura 15.

Figura 15 – Redesign do tabuleiro



Fonte: Elaborada pela autora.

Importante ressaltar que, agora que o tabuleiro não possui mais botões, toda a navegação é feita no aplicativo, diferentemente da sua versão original.

6.2 Redesign das peças

O design das peças de ações “andar” e “pular” foi mantido como no original. As peças de “subir” e de “descer” ganharam uma linha inferior, que representa o chão, sendo mais um ponto para diferenciá-las entre si. Esta alteração foi considerada devido a dois motivos: sugestões de usuários e adaptação à nova versão, pois, na versão original, o formato oval de encaixe da peça induzia o usuário a encaixá-la apenas de uma forma; já nesta versão, em que as peças ficam apenas posicionadas sobre o tabuleiro, o usuário é livre para rotacioná-las.

As peças de repetição que, originalmente eram cinco e eram chamadas de “r1”, “r2”, “r3”, “r4” e “r5”, nesta versão, resumem-se a três e ganharam as identificações de “A”, “B” e “C”. A quantidade de peças foi reduzida devido ao espaço disposto no tabuleiro, enquanto que a nomenclatura mudou, levando em consideração sugestões de terceiros, alegando que a criança poderia confundir o número do nome da peça de repetição com o número de iterações da ação (por exemplo, “r3” poderia gerar a interpretação “repetir 3 vezes”). Além disso, foi adicionada à peça o símbolo gráfico de duas setas circulares, na intenção de remeter ao *loop*.

As peças de função permaneceram em três. Entretanto, a nomenclatura que, originalmente, era “f1”, “f2” e “f3”, mudou para “X”, “Y” e “Z”. Ao fazer as mudanças nas peças de repetição, sentiu-se a necessidade de alterar, também, as peças de função. A escolha da nova nomenclatura foi baseada em nomes de variáveis generalizadas. Procurou-se por não envolver números, nem letras que fossem sequentes a “A”, “B” e “C”, como “D”, “E” e “F”, para que a criança não confundisse com a repetição. Quanto à simbologia das peças, a solução foi a reprodução gráfica de caixas, uma vez que a função no Progster não retorna resultados, ou seja, ela funciona apenas para armazenar informações.

Figura 16 – Redesign das peças e contadores de Repetição



Fonte: Elaborada pela autora.

Com exceção dos marcadores de repetição (as setas, no canto direito da Figura 16), todas as demais peças são circulares e com representações gráficas alusivas à funcionalidade. Logo, a escolha de desenvolver o marcador de repetição em formato de uma seta indica a característica de *affordance* (NORMAN, 2013) de apontar o número em que a ação deverá se repetir.

Neste projeto, pode-se considerar que a Função Estética do Procter, de acordo com Löbach (2001), aparece nas formas das peças e das áreas demarcadas no tabuleiro; bem como nas cores vivas e no papel no qual será impresso. A Função Simbólica (LÖBACH, 2001) está presente, principalmente, na simbologia das representações gráficas das peças. Por exemplo, a peça de Andar é representada por pegadas, que remetem a passos; a escada, que pode representar a ação de subir ou de descer; as setas circulares contínuas, que podem remeter à ideia de ciclo, repetição, continuidade; a peça de Função, que tem como finalidade armazenar informações, representada por uma caixa, capaz de guardar o que se colocar dentro.

6.3 Coleta de dados

Definido o tabuleiro e as peças, foi impresso em uma gráfica, em papel couché 80kg, fosco, de tamanho A4, com gramatura de 80kg, o tabuleiro e as peças. As peças foram recortadas, uma por uma, sendo a grande maioria tendo como referência o limite do desenho; e algumas adentrando um pouco na imagem ou mesmo deixando uma borda branca ao redor, na tentativa de simular diferentes situações de peças produzidas pelos usuários. Estas mesmas condições se aplicam às peças de setas dos contadores.

Para a execução do aprendizado de máquina, era necessária a construção de um acervo de imagens. Portanto, a designer foi orientada a fotografar diferentes situações: o máximo possível de peças de cada ação ocupando todas as possibilidades de *input*; cinco ângulos diferentes de cada peça de ação (contra-plongée³⁵, centralizado, inferior, superior e laterais); o máximo de possibilidades dos contadores; além de peças rotacionadas em diferentes ângulos e posicionadas simétrica e assimetricamente em relação ao quadrado do *input*. Tudo isso, totalizou, aproximadamente, oitenta fotos.

O próximo passo foi fazer o mapeamento de pixels das extremidades do tabuleiro, que consiste em registrar a localização de pixels mais externos dos quatro cantos do tabuleiro,

³⁵ Disponível em: <http://www.primeirofilme.com.br/site/o-livro/enquadramentos-planos-e-angulos/>. Acesso em: 27 jun. 2019.

dos planos X e Y, gerando uma matriz de informações. Devido ao pouco tempo e à dependência de Silva (2019) para com essas informações para dar continuidade ao seu trabalho de treinamento da máquina, foram mapeadas, aproximadamente, quarenta imagens dentre as oitenta que haviam sido fotografadas, o que foi suficiente para Silva (2019) realizar seu trabalho que, inclusive, resultou no produto do seu TCC. Para a visualização da localização dos pixels, foi utilizado o *software* Adobe Photoshop CC³⁶.

6.4 Avaliação do redesign do tabuleiro e das peças

Foi realizada uma avaliação com cinco crianças, sendo uma de sete anos, três de oito e uma de nove anos, nas cidades de Quixadá e de Fortaleza, no Ceará. A avaliação aconteceu individualmente, mediante autorização dos responsáveis, por meio da assinatura do Termo de Consentimento (Apêndice C).

Seguindo o roteiro (Apêndice A), utilizando materiais impressos em papel (Figura 17), inicialmente, foram apresentadas as peças e as funcionalidades possíveis. De maneira geral, verificou-se que todas as crianças associaram as peças de ações (Andar, Pular, Subir e Descer) às suas respectivas funcionalidades apenas por meio do julgamento da simbologia das peças. Entretanto, uma criança apresentou incertezas no momento da resolução de uma fase a respeito da diferença entre as peças de Subir e de Descer, mesmo associando de imediato quando foi apresentada às peças. Quanto às peças de Repetição e de Função, notou-se que as crianças associaram imediatamente as de Repetição, já as de Função pareceram ter sido associadas por eliminação - certamente, o termo “função” não faz parte do vocabulário das crianças no sentido de raciocínio lógico.

³⁶ Disponível em: <https://www.adobe.com/br/products/photoshop.html>. Acesso em: 24 abr. 2019.

Figura 17 – Material utilizado na avaliação com as crianças



Fonte: Elaborada pela autora.

Um tutorial da primeira fase foi apresentado, o qual foram demonstradas as resoluções apenas com as peças de ações, utilizando uma repetição e uma função. Para um melhor entendimento, a Função foi explicada como sendo “uma caixinha que podia guardar coisas”, sendo, muitas vezes, mencionada pelas crianças como “Caixinha”. Todas as crianças demonstraram entendimento do tutorial e das áreas do tabuleiro.

Durante a resolução das duas fases seguintes ao tutorial, a respeito dos movimentos do personagem de acordo com a ação, apenas uma criança (de 8 anos) confundiu-se durante a abstração das ações do hamster, colocando uma peça de Andar a mais, fazendo com que o hamster caísse no abismo. Porém, ao demonstrar o erro, a criança logo percebeu e corrigiu.

Uma criança de sete e outra de oito anos apresentaram dificuldade em abstrair os movimentos do hamster, pois, a toda peça colocada no tabuleiro, elas controlavam o hamster para realizar a instrução, ou seja, moviam o hamster de papel sobre o percurso da fase. Entretanto, mais ao final da avaliação, conseguiram abstrair e não mexeram mais no hamster, deixando que a avaliadora controlasse o personagem, simulando o computador (conforme é previsto na técnica de prototipação em papel), executando os comandos somente após a conclusão da montagem das peças no tabuleiro.

Quando perguntadas sobre o que acharam mais difícil no jogo, de forma geral, as crianças afirmaram ser a Função. Uma delas também relatou ser sua maior dificuldade a

abstração de ter que imaginar a posição do hamster sem poder movimentá-lo fisicamente. Uma das crianças frequenta aulas de robótica e, mesmo tendo oito anos, obteve um desempenho similar à criança de nove anos, portanto, percebeu-se uma alta capacidade de abstração e uma boa noção de algoritmos, o que mostra a relação direta do Progster com o estímulo do Pensamento Computacional e do raciocínio lógico.

Ao final, todas as crianças afirmaram ter gostado do jogo e, algumas, quando questionadas a respeito do nível de dificuldade do jogo, responderam ser um jogo fácil. Foram recebidas algumas sugestões a respeito de elementos no cenário e de *life points* na fase, além de um pedido de acréscimo de mais uma repetição e de mais uma função no tabuleiro. Quatro das cinco crianças demonstraram empolgação e ansiedade para jogar quando estiver implementado.

6.5 Aplicação de demonstração

Para demonstração de viabilidade, foi projetada uma aplicação web simples a qual utiliza a IA de Silva (2019). Essa aplicação foi desenvolvida em Python, utilizando o framework Flask³⁷ no *back-end*, e o *front-end* foi desenvolvido com HTML5, CSS3, JavaScript e jQuery³⁸.

A princípio, a aplicação consiste em receber a imagem do tabuleiro (fotografia) e as respectivas coordenadas X e Y de cada extremidade. Em seguida, por meio do código desenvolvido por Silva (2019), é feita a projeção perspectiva do tabuleiro e, com o uso de deep learning, as classes das regiões de interesse são reconhecidas, gerando um objeto JSON. Esse objeto, então, é interpretado e por meio desta interface as ações das regiões de interesse são impressas na interface, bem como a ordem correta da realização das ações (Figura 18).

³⁷ Disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/en/2.0.x/>. Acesso em: 30 jan. 2022.

³⁸ Disponível em: <https://jquery.com/>. Acesso em: 20 jun. 2019

Figura 18 – Reconhecimento de peças na aplicação de demonstração

Tela 1 - Formulário de envio da imagem e input de coordenadas

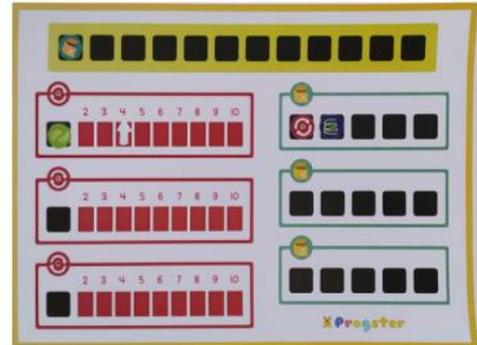
Enviar foto

Escolher arquivo	foto3-tabuleiro.jpg
960	536
2682	1105
726	2471
2621	2350
Upload	



Tela 2 - Impressão das peças

Perspectiva:



Peças identificadas:

Principal:

EX

Repetições:

Repetição A: andar 4

Repetição B:

Repetição C:

Funções:

Função X: repet_b pular

Função Y:

Função Z:

Sequência de passos gerada:

andar andar andar andar pular

Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 18 apresenta um exemplo de aplicação prática do código desenvolvido por Silva (2019). Na Tela 1, uma imagem é enviada via *upload* e suas coordenadas são inseridas manualmente no formulário, ainda sem aplicação do envio diretamente pela câmera. Em seguida, na Tela 2, é gerada a projeção perspectiva a partir da imagem enviada. Após a projeção, a sequência de passos é gerada a partir das peças identificadas nas regiões de interesse, iniciando-se no Caminho Principal e percorrendo funções e repetições, conforme ordenado nas peças.

6.6 Proposta de design do Progster Alternativo

Foi desenvolvido um protótipo interativo no Figma, de forma que fosse possível simular o acesso à câmera, o enquadramento e reconhecimento do tabuleiro, além dos *feedbacks*

do sistema. O protótipo pode ser acessado pelo QR Code abaixo, com *hiperlink* (Figura 19). O protótipo também está disponível no link .

Figura 19 – QR Code de acesso ao protótipo navegável



Fonte: <https://br.qr-code-generator.com/>

A tela inicial, mostrada na Figura 20, não possui mais os personagens Mila e Edu, mantendo o foco nos botões. Espera-se que crianças a partir dos 7 anos já sejam alfabetizadas; mesmo assim, para reforçar a compreensão, optou-se por colocar ícone e texto nos botões de ação fora das fases.

Figura 20 - Tela Inicial



Fonte: Elaborada pela autora.

Ao clicar em jogar, o usuário é levado para a tela de seleção dos mundos, como mostra a Figura 21, onde é possível visualizar todos por meio da rolagem vertical, são eles:

Praia, Gelo, Campo, Espaço e Cidade. Há um botão minimalista com o ícone de voltar (A). Parte do conteúdo abaixo do primeiro mundo é mostrado no intuito de convidar o usuário a explorar a listagem com o rolamento vertical (*scroll*).

Figura 21 – Seleção de Mundos

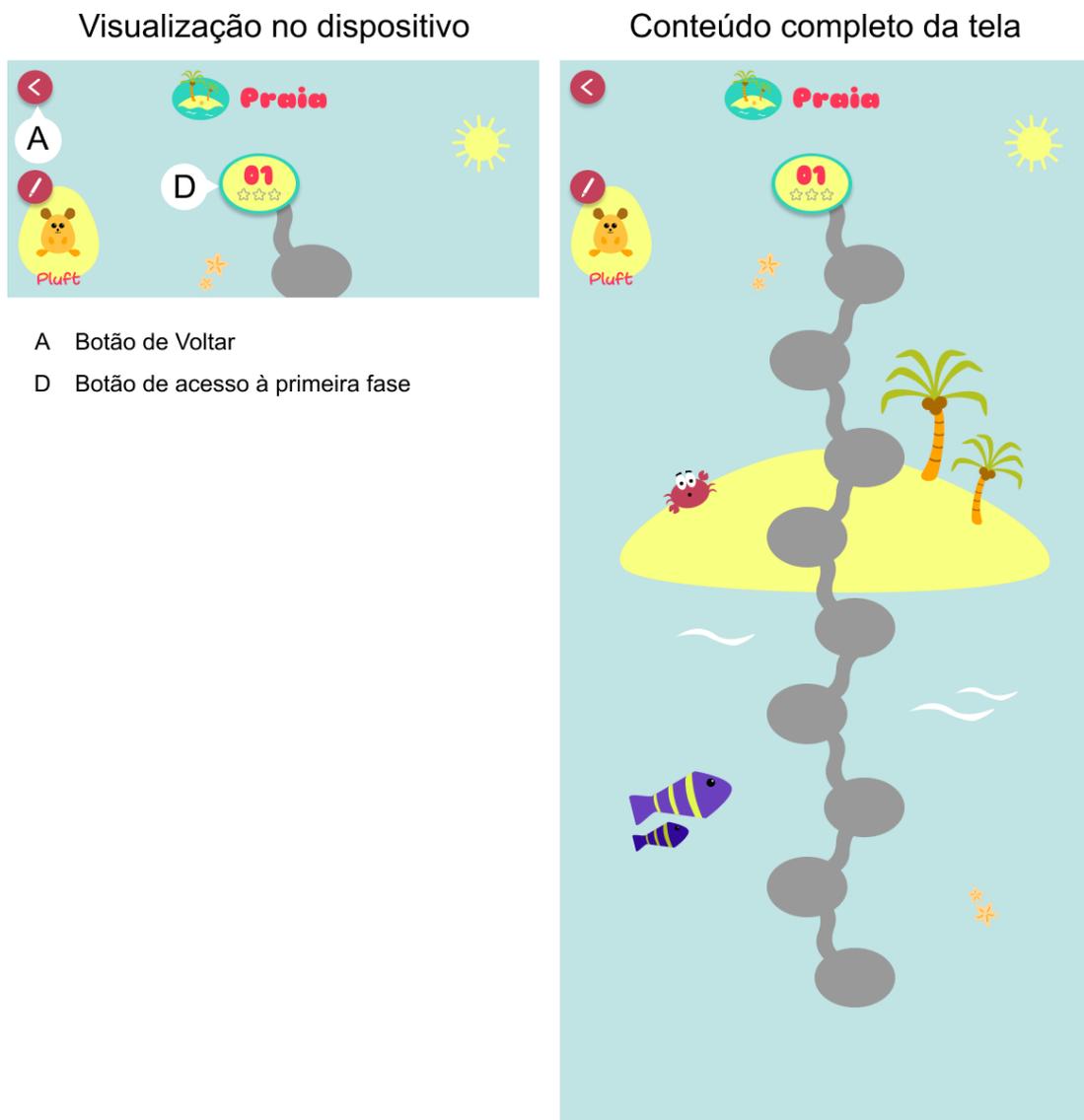


Fonte: Elaborada pela autora.

Após selecionar o mundo, o usuário é direcionado para a seleção de fases com a temática correspondente. Logo no topo da tela, como mostra a Figura 22, é possível ver uma miniatura do mundo selecionado e seu nome, o que pode ser classificado como de acordo com a primeira heurística de Nielsen: “visibilidade do estado do sistema” (NIELSEN, 1994 *apud*

BARBOSA et al., 2021, p. 267). As fases são desbloqueadas quando o usuário coleta as 3 estrelas contidas em cada fase, portanto, a princípio, somente a primeira fase está desbloqueada (D). É possível ver o mapa com todas as fases, porém a maioria está em cinza, indisponível. Aqui, a marcação de onde fica a segunda fase não é completamente visível, para que, mais uma vez, o usuário role a tela para baixo para conferir todo o mapa e a temática ao fundo. Will Grant (2019) sugere que um botão deve parecer um botão, “botões que exibem *affordances* visuais como textura e sombras pseudo-3D (...) têm um desempenho consistentemente melhor em teste de usuário do que os que não as têm” (GRANT, 2019, p. 25). Assim sendo, todos os botões e elementos clicáveis no jogo possuem uma sombra projetada para baixo, simulando relevo, convidando o usuário a clicar.

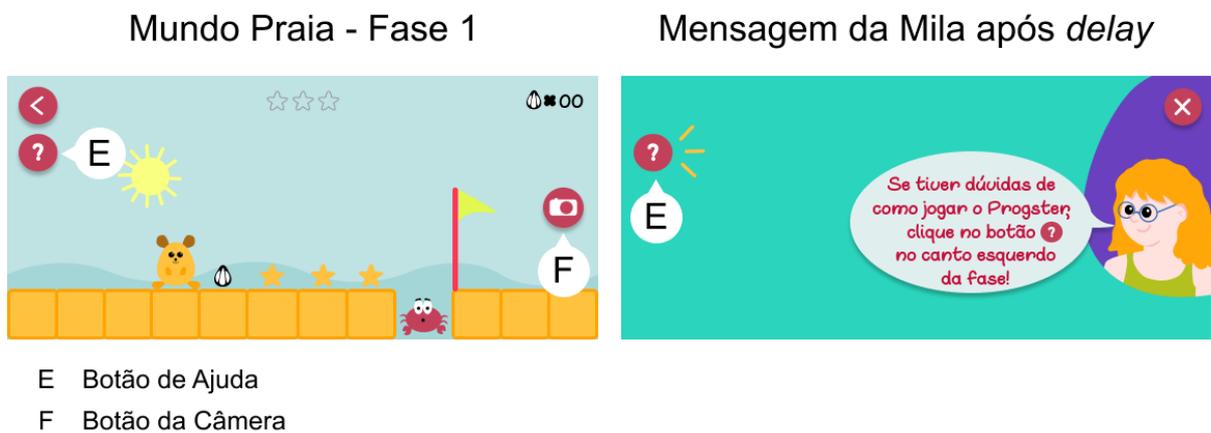
Figura 22 – Mundo da Praia



Fonte: Elaborada pela autora.

Entrando na primeira fase, de acordo com a Figura 23, logo após um *delay*, a personagem Mila surge na tela, indicando que é possível pedir ajuda por meio do botão de Ajuda (E), que tem como ícone um ponto de interrogação e fica no canto esquerdo da tela, sempre visível durante a fase. Acima dele está o botão de voltar, mantendo a consistência do sistema, de acordo com a quarta heurística de Nielsen: “consistência e padronização” (NIELSEN, 1994 *apud* BARBOSA et al., 2021, p. 267). Já no canto direito está o botão de Câmera (F), a intenção era a de que, de acordo com a leitura ocidental, o usuário primeiramente observasse a fase, posicionasse as peças e somente depois acessar a câmera.

Figura 23 – Primeira fase do mundo da Praia



Fonte: Elaborada pela autora.

Quando a Mila aparece informando que a criança pode pedir ajuda, se desejar, há um destaque no botão de Ajuda, que já pode ser clicado ali mesmo no modal. Caso a criança não deseje ajuda, ela pode clicar no “X” para fechar e retornar à observação da fase. Inicialmente, a proposta era a de que o botão Ajuda ficasse dentro de um menu hamburguer, porém, como será mencionado na avaliação do teste piloto, a escolha de deixar o botão de Ajuda sempre visível na fase pode ser justificada em Grant (2019), quando alerta que “o menu hamburguer oculta itens dos usuários e os torna mais difíceis de descobrir” (GRANT, 2019, p. 52). Além disso, oferecer ajuda de forma fácil e concisa caracteriza a heurística “ajuda e documentação”, de Nielsen (NIELSEN, 1994 *apud* BARBOSA et al., 2021, p. 267).

Na tela de Ajuda, há quatro opções: Tutorial Inicial, Peças de Ações, Repetição e Função, como mostra a Figura 24.

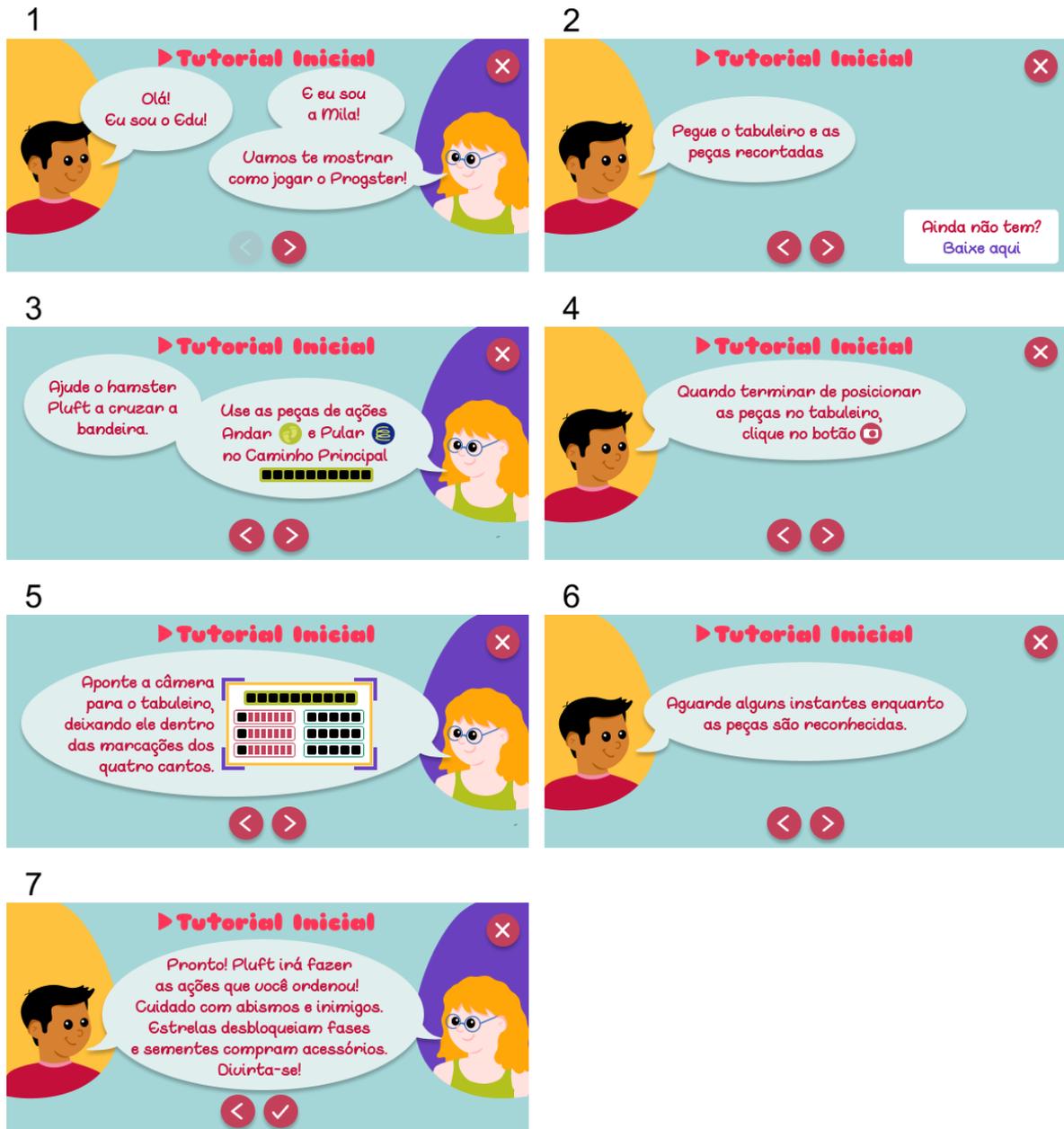
Figura 24 – Opções de Ajuda



Fonte: Elaborada pela autora.

A ideia é que as mensagens sejam simples e diretas, como sugere Gelman (2014) e, também, mais visuais. Durante o Tutorial Inicial, a criança pode avançar, voltar ou fechar a qualquer momento, o que pode ser conferido na sequência de telas da Figura 25.

Figura 25 – Sequência de telas do Tutorial Inicial



Fonte: Elaborada pela autora.

De volta à fase, uma das mudanças mais visíveis foi a remoção do *grid* do fundo. Após pesquisar referências de interfaces de jogos digitais com estilo bidimensional, percebeu-se que era possível demarcar o espaço com quadrados. Além disso, inicialmente, considerou-se a possibilidade de fazer o protótipo programado em HTML, CSS e JavaScript. Para isso, reproduzir a grade no fundo seria muito complexo e uma solução seria montar o cenário com a propriedade Canvas do HTML, que funciona basicamente com formas geométricas básicas posicionadas em eixos X e Y. Entretanto, essa ideia foi descartada devido à complexidade e dificuldade com programação para executar os movimentos do Pluft. Mas a ideia dos

quadrinhos seria (e foi) uma boa solução para demarcar cada espaço e, portanto, aderida ao protótipo no Figma. Inclusive, Alves (2020) também removeu a grade do fundo em sua versão do Progster.

Um dos grandes desafios foi simular o acesso à câmera, enquadramento e reconhecimento do tabuleiro. Para isso, para cada opção de resposta, foi necessário gravar um vídeo em contra-plongée, simulando o enquadramento do tabuleiro com as repostas. Com o *software* Wondershare Filmora X³⁹, o vídeo foi exportado no formato gif e a imagem do último frame também foi salva, em formato jpeg. Os dois arquivos (gif e jpeg) foram levados para o Figma e colocados no protótipo, em duas telas separadas. Por cima do gif, foi desenhada a marcação do enquadramento, sendo mais próximas às bordas, na cor azul, na primeira tela (a do gif) e demarcando o canto do tabuleiro, na cor verde, na segunda tela (a do jpeg), e aplicou-se uma transição suave entre essas marcações, simulando o reconhecimento do tabuleiro. Assim que o tabuleiro é reconhecido, uma mensagem de *feedback* positivo (fundo verde) é mostrada na tela e, em seguida, Pluft executa as ações. Essa sequência pode ser conferida logo abaixo, na Figura 26.

Figura 26 – Sequência do reconhecimento do tabuleiro.



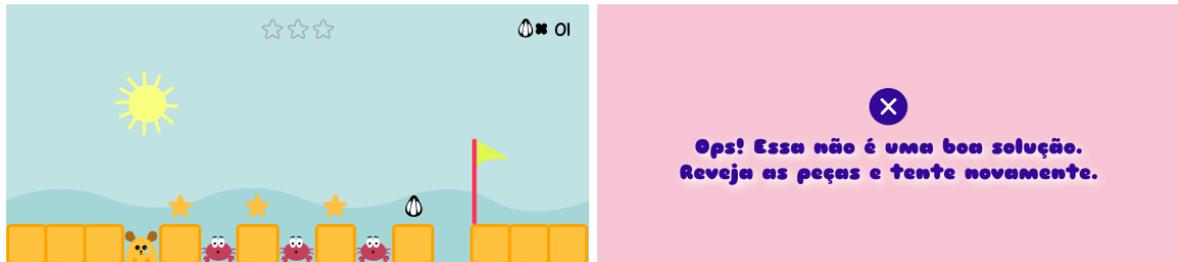
Fonte: Elaborada pela autora

Para fazer a animação do Pluft, foram replicadas 7 telas, sendo cada uma com o hamster numa posição diferente (4 telas para a ação de Andar e mais 3 para a de Pular), também foi aplicada uma transição no modo *prototype* do Figma, suavizando, assim, os movimentos do Pluft.

Foi prototipada a situação de uma resposta que levava o Pluft a cair no buraco. Neste caso, a designer decidiu que o sistema iria fazer a leitura das peças normalmente e o hamster iria executar a ação ordenada. Quando ele caísse no buraco, a expressão facial do Pluft mudaria para triste e o sistema mostraria um *feedback* (agora com fundo vermelho) indicando que aquela não era uma boa solução, permitindo ao usuário tentar novamente (Figura 27).

³⁹ Disponível em: <https://filmora.wondershare.net/>. Acesso em: 29 jan. 2022.

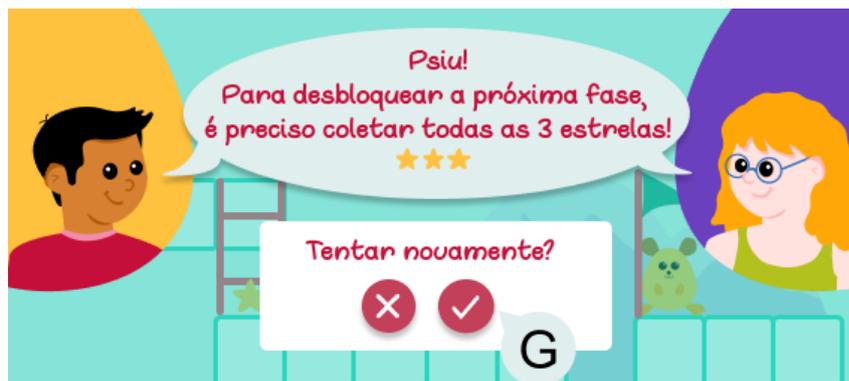
Figura 27 – Feedback de resposta errada



Fonte: Elaborada pela autora.

Outra situação não convencional foi a de quando o usuário não coleta todas as estrelas e, conseqüentemente, não consegue desbloquear a fase seguinte. Aqui, tudo foi executado normalmente, porém, ao final, Mila e Edu avisam que é necessário coletar todas as estrelas, como pode ser conferido na Figura 28. O usuário pode escolher entre tentar novamente (ícone afirmativo, de *check*) e voltar à visualização da fase, ou cancelar (ícone de “X”) e retornar à tela de escolha de fases (G).

Figura 28 - Alerta para refazer a fase, pegando todas as estrelas.

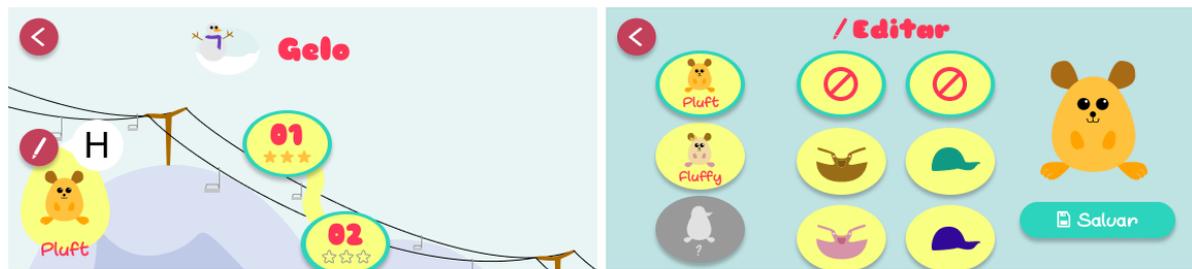


G Botão de OK para tentar novamente

Fonte: Elaborada pela autora.

A tela de Edição é acessada pelo botão com ícone de lápis (H), localizado na tela de escolha das fases, como mostra a Figura 29. Lá, é possível selecionar o personagem desejado (Pluft, Fluffy ou Fox – inicialmente indisponível) e vestir roupas e acessórios previamente comprados com sementes, que são as moedas de jogo. Após selecionar a roupa, é preciso clicar no botão Salvar, porém ele não estava funcional no protótipo, mas a ideia é que, caso o usuário clique em Voltar sem salvar, haverá uma mensagem de confirmação da ação, que estaria em acordo com a oitava heurística de Nielsen: “prevenção de erros” (NIELSEN, 1994 *apud* BARBOSA et al., 2021, p. 267).

Figura 29 - Botão de Editar e tela de edição

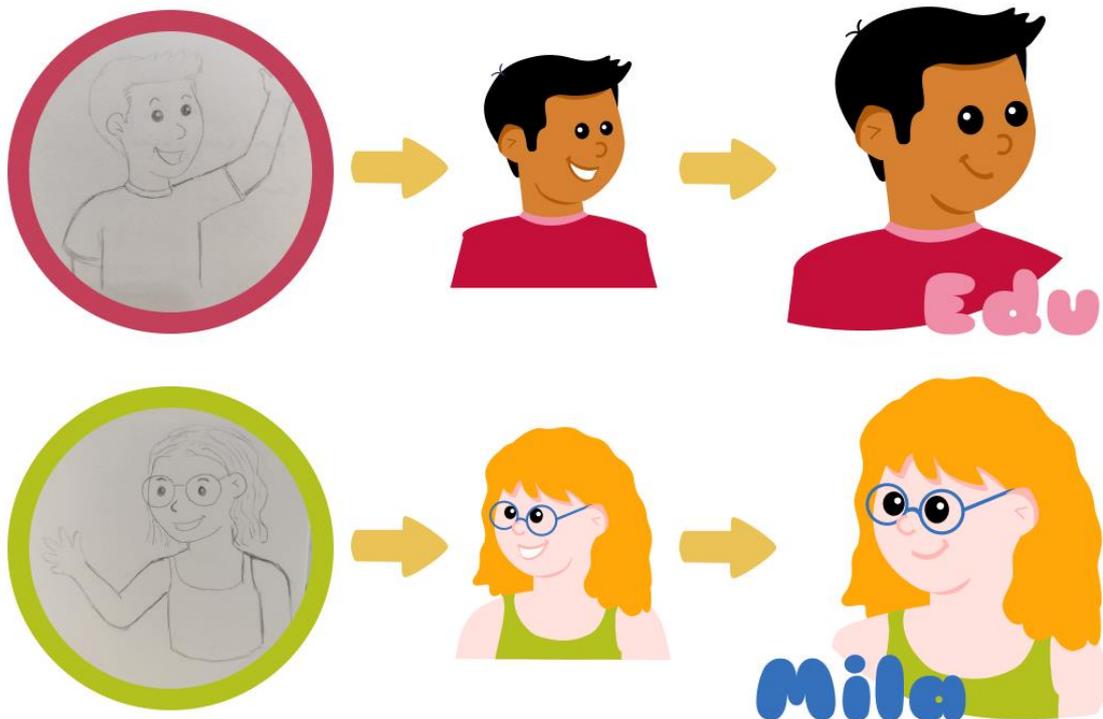


H Botão de Editar

Fonte: Elaborada pela autora.

Outra grande mudança proposta foi a aparência dos personagens Mila e Edu. Como já mencionado, após alguns *feedbacks*, decidiu-se fazer um redesign com o intuito de deixá-los com aparência mais infantil. Para isso, um esboço foi desenhado à mão, no papel, considerando as seguintes características: rostos arredondados, para aparentar bochechas maiores; olhos maiores e redondos, semelhantes aos do hamster; nariz arredondado e menor; pescoço e ombros menores. A proposta foi fotografada e passada para o Figma, onde foi transformada em vetor e refinada (Figura 30).

Figura 30 - Processo de redesign dos personagens Mila e Edu



Fonte: Elaborada pela autora

6.7 Avaliação do protótipo da interface

Foi realizada uma observação de uso com seis crianças, sendo três de 7 anos e três de 8 anos, em Fortaleza, no estado do Ceará. A avaliação aconteceu individualmente, mediante autorização dos responsáveis, por meio da assinatura do Termo de Consentimento (Apêndice D).

Seguindo o roteiro (Apêndice B), utilizando um celular com o protótipo navegável, o tabuleiro impresso em papel e as peças de ações recortadas, inicialmente, a condução da avaliação foi semelhante a uma entrevista, em que foram perguntadas a idade, a série que cursava e perguntas a respeito do gosto por jogos digitais e de tabuleiro. Em seguida, foram apresentadas as quatro peças de ações (Andar, Pular, Subir e Descer) e o Caminho Principal do tabuleiro. Aqui, não sentiu-se a necessidade de apresentar as demais funcionalidades de Repetição e Função - a menos que a criança desejasse conhecer, ao final do experimento – pois o objetivo principal era observar se a criança compreendia o processo de entrar no jogo, selecionar uma fase, abrir a câmera, enquadrar o tabuleiro e observar o *feedback* visual do jogo. Importante lembrar que a avaliação da compreensão do significado das peças e do funcionamento de todas as áreas do tabuleiro já havia sido feita anteriormente, no primeiro estudo. Assim sendo, a pesquisadora entregou o celular com o protótipo nas mãos da criança e explicou que o jogo não estava completo, ou seja, alguns botões funcionavam e outros não, e que nem todas as telas estavam feitas. Nestes casos, foi prototipada uma tela que avisava que a tela acessada não estava pronta, como mostra a Figura 30 abaixo.

Figura 31 - Feedback de tela em construção



Fonte: Elaborada pela autora

Durante a condução da avaliação, as respostas das fases, ou seja, a escolha de peças de ações e posicionamento no Caminho Principal, foi realizada pela pesquisadora. Dessa forma,

o protótipo estava pré-programado para mostrar *feedbacks* positivos e negativos, simulando diferentes situações, de acordo com o roteiro.

Durante o teste piloto, feito com uma criança de 8 anos, percebeu-se alguns fatores que deveriam ser consertados, são eles: 1) Tutorial e 2) Botão de Ajuda. Em 1), logo na primeira fase, o tutorial inicial abria após um rápido *delay*. Porém todo o tutorial era exibido antes mesmo da criança visualizar a fase. A respeito de 2), o botão de Ajuda que, no Progster Original era um botão do tabuleiro, visível a todo momento, com o ícone de um ponto de interrogação, passou a ficar dentro de um botão de menu hamburguer que se repetia em todas as telas. Esse botão de menu também dava acesso às configurações, como ativar ou desativar o som do jogo.

Portanto, para fins de melhorar a experiência do usuário, foram feitas as seguintes alterações: 1) O tutorial inicial não mais é exibido por completo assim que se entra na primeira fase. Agora, a Mila avisa que é possível pedir ajuda e aponta para o botão de Ajuda, que já pode ser clicado, se a criança desejar acessar naquele momento. O poder de escolha de acessar, ou não, um tutorial é sugerido por Gelman (2017). 2) O botão de menu foi eliminado de toda a interface e, nas telas das fases, ele foi substituído pelo botão de Ajuda, sempre visível, conforme a ideia inicial do Progster. Além disso, percebeu-se que não havia necessidade desse botão, pois na tela inicial, há o botão Opções, que, apesar de não ter sido prototipada, essa tela pretendia ser justamente uma tela de configurações do jogo, com opção de ligar ou desligar o som, por exemplo. Além desses dois pontos, o protótipo havia sido feito numa resolução diferente, pois seria apresentado em um modelo de celular, entretanto, na prática, foi utilizado outro aparelho de celular, o que acabou cortando alguns *pixels* e gerando *scroll* vertical onde não deveria, como nas telas das fases. O protótipo então foi atualizado com todas essas alterações e então deu-se continuidade à avaliação com as demais crianças.

Deu-se, então, início à avaliação, segundo o roteiro. A maioria das crianças afirmou que Matemática era a disciplina favorita na escola, porém apenas uma delas, um garoto de 8 anos muito esperto, relatou já ter tido contato com programação e robótica. Ao serem perguntadas sobre jogos que costumavam jogar, todas as crianças citaram jogos digitais, mas afirmaram que também gostavam de jogos de tabuleiro. Ademais, todas as crianças afirmaram saber tirar foto no celular.

Todas as crianças conseguiram com facilidade entrar na primeira fase do mundo da Praia, sendo alguns mais rápidos e outros mais cautelosos. A princípio, quase nenhuma criança rolou para baixo a tela de seleção de mundos e a tela de seleção de fases por motivos de curiosidade, a não ser quando sugerido que explorassem. Quando a Mila apareceu e apontou o botão de Ajuda, a maioria das crianças já clicou diretamente nele para acessarem o tutorial. Na

escolha da ajuda, duas crianças sugeriram clicar em “Funções”, mas quando a pesquisadora sugeriu clicar em “Tutorial Inicial, logo concordaram que era a melhor opção para iniciar. Após acompanharem o tutorial, as crianças retornavam para a fase, portanto a dica sobre o movimento da ação de Pular não foi acessada por nenhuma criança.

Após a montagem da resposta no tabuleiro, foi perguntado à criança qual o próximo passo e todas responderam que seria clicar no botão da câmera. A pesquisadora demonstrou a primeira vez, segurando o celular um pouco acima do tabuleiro, simulando o enquadramento. A maioria das crianças sentiu-se confortável para realizar essa ação nas fases seguintes. A mensagem de *feedback* positivo do tabuleiro reconhecido não foi lida em voz alta por nenhuma das crianças. Ao ver o Pluft executando as ações, todas as crianças esboçaram satisfação e felicidade.

Na segunda fase, todas as crianças demonstraram compreensão e já queriam posicionar as peças no tabuleiro por conta própria. Todavia, o protótipo havia sido preparado para simular uma resposta propositalmente errada. Nesse momento, a pesquisadora concordou com a sugestão de resposta da criança, mas interveio gentilmente, sugerindo uma resposta errada. As crianças mais desinibidas perceberam o erro e discordaram antes da execução, já as outras apenas acompanharam a montagem das peças e não se manifestaram. Dessa forma, para que as crianças mais desinibidas não se frustrassem, foi revelado que o protótipo estava programado para receber uma resposta errada. Percebeu-se que a mensagem do *feedback* negativo não foi lida em voz alta por nenhuma das crianças, e, quando solicitado que lessem, não deu tempo ler tudo. Algumas crianças clicaram no ícone de “X” que ilustrava o *feedback* negativo, certamente com o intuito de fechar a mensagem. Depois, para responder corretamente o desafio, a maioria das crianças corrigiu as peças que estavam erradas e logo ligaram a câmera e enquadraram, demonstrando que já tinham entendido como funcionava o jogo; o que se confirma na fala de Gelman (2014), que diz que o erro é uma ótima oportunidade para ensinar a criança para, conseqüentemente, ela acertar.

Assim que o Pluft executou a segunda fase corretamente, a maioria das crianças já se apressou para tentar acessar a fase 3. Entretanto, ela não havia sido prototipada e levava a uma tela de aviso que dizia “Estamos trabalhando nisso”, conforme já mencionado na Figura 30, o que foi compreendido pelas crianças.

Dando continuidade à avaliação, foi solicitado que a criança acessasse a primeira fase do mundo do Gelo. Uma criança de 7 anos percebeu que a porcentagem de conclusão do primeiro mundo havia aumentado, expressando surpresa e felicidade. Nesse momento, as crianças que não haviam explorado ainda a seleção de mundos foram guiadas e logo

conseguiram acessar. Ao visualizar a fase, todas as crianças perceberam que teriam que usar a peça de Descer, o que pode indicar, novamente, que a solução do redesign da peça foi compreendida pelas crianças. Para resolver a fase, a pesquisadora apressou-se em montar uma resposta propositalmente incompleta, em que Pluft percorria o caminho sem pegar todas as estrelas, ou seja, sem usar a peça de Descer e usando a peça de Pular no lugar dela. As crianças mais espertas ficaram indagando a solução, principalmente ao verem a execução da animação do Pluft conseguindo cruzar a bandeira. Logo quando apareceu o *feedback*, as crianças ficaram atentas à mensagem de que deveriam pegar todas as estrelas, porém não leram em voz alta. Nesse momento, a pesquisadora ajudou na interpretação da mensagem e as crianças logo compreenderam. A maioria das crianças clicou no ícone afirmativo à direita, que simboliza um “OK”, “de acordo” (G), e logo propuseram a solução correta, utilizando a peça de Descer e coletando todas as estrelas da fase. Algumas crianças clicaram no ícone do “X” e foram levadas à escolha das fases, mas logo entraram novamente na fase e já solucionaram corretamente. A resposta contida no protótipo usava ações de Pular ao invés de Andar (como a maioria das crianças havia sugerido). Algumas crianças não perceberam isso, outras sim e questionaram; então foi explicado a elas que a resposta delas também estava certa, e que o Progster permite solucionar as fases de diferentes maneiras. Após a resolução, as crianças mais empolgadas já clicaram na segunda fase e já começaram a querer resolvê-la, entretanto foi explicado que aquela fase ainda não estava pronta e o botão de abrir a câmera ainda não estava funcionando. Essa atitude das crianças mostrou que elas já estavam se sentindo confiantes para jogar mais.

Seguindo o roteiro, a próxima tarefa foi a de acessar a tela de Edição, sendo instruída como “colocar roupinha no Pluft”. Algumas crianças retornaram até a tela inicial e clicaram no botão de Loja. Nesses casos, a pesquisadora esclareceu que a loja era para comprar roupas e a tarefa agora seria usar as roupas que já haviam sido compradas. A maioria das crianças não encontrou imediatamente a opção de Editar e, quando encontraram, a primeira tentativa de clique foi no Pluft e não no ícone do lápis. Duas meninas de 7 anos esboçaram explicitamente preferência pela hamster Fluffy e queriam vesti-la, todavia a instrução era vestir o Pluft com o shortinho verde e o gorriinho de natal. A minoria das crianças alegou não estar vendo os acessórios mencionados, mas logo perceberam que dava para rolar para baixo o *scroll*. Para remover as roupas, algumas crianças foram direto no botão de voltar, ao invés de clicarem na opção com o ícone de vazio. Apesar do botão Salvar não estar funcional, quando perguntadas se elas compreendiam o que ele fazia, todas responderam que sim.

A respeito da ortografia, algumas crianças confundiram a letra maiúscula “V” com a letra “U” na palavra “Vamos”, dita pelos personagens no tutorial inicial. Trata-se da fonte Oh

Whale⁴⁰, definida no Progster original, mantida nesta versão e que, realmente, apresenta ilegibilidade nos caracteres mencionados. Apesar de não estar no roteiro, foi perguntado a algumas crianças sobre palavras específicas, como “tutorial”, “abismo” e “touchscreen”, porém algumas responderam não saber o significado, especialmente as de 7 anos. Quanto à solução de remover o *grid* do fundo da fase e tratar cada passo como um quadrado de chão, praticamente todas as crianças compreenderam, o que deixou o design do jogo mais *clean*. Apenas uma criança, a princípio, não tinha compreendido que a peça de Andar equivalia a um passo apenas, pois ela sugeriu que a resposta da primeira fase deveria ser apenas uma peça de Andar e uma peça de Pular, quando, na verdade, seria quatro peças de Andar e uma de Pular. A respeito do redesign dos personagens Mila e Edu, quando perguntadas se eles pareciam com crianças, elas concordaram, algumas, inclusive, afirmaram gostar deles.

Em suma, as crianças alegaram ser fácil o processo de jogar o Progster, pois estão habituadas a tirar fotos com o celular. De maneira geral, a avaliação foi bem-sucedida, sendo o protótipo elogiado pelas crianças, que disseram estar empolgadas para jogar de verdade quando, futuramente, o jogo estiver programado e pronto para baixar.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Progster sempre foi especial para mim. Mesmo enfrentando dificuldades na concepção de sua versão original, o reconhecimento da criatividade e do esforço em forma de premiação me fez querer fazer desse projeto um produto de verdade. Mas essa vontade parecia inalcançável quando eu me deparava com a falta de conhecimento em componentes eletrônicos e em programação de jogos. Quando o Progster foi selecionado para a 6ª edição da Campus Mobile⁴¹, do Instituto Claro, no ano de 2018, um membro da banca avaliadora (um possível investidor) me perguntou quanto custaria para produzir um exemplar. Naquele momento, eu me dei conta de que o sonho não era impossível, mas estava mais distante do que eu pensava.

A busca por uma alternativa de baratear o custo de produção do Progster resgatou esse desejo de fazer dele um produto de verdade, acessível, que pudesse até mesmo ser empregado em sala de aula. Entretanto, a multimodalidade deveria ser mantida, pois é sua principal característica. E assim foi pensado. O Progster Alternativo é barato, multimodal e

⁴⁰ Disponível em: <https://www.dafont.com/oh-whale.font>. Acesso em: 29 jan. 2022.

⁴¹ Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/campus-mobile/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

ainda convida as crianças a prepará-lo, recortando as peças, o que pode ser um estímulo à coordenação motora.

O redesign do tabuleiro foi um grande desafio, especialmente pelo curto prazo de tempo, uma vez que Silva (2019) dependia desse material para concluir seu TCC. Foi como transformar um objeto tridimensional em bidimensional, obedecendo a regra de manter as mesmas funcionalidades. De acordo com a avaliação do tabuleiro e das peças, o conceito de função abordado no Progster, por exemplo, ficou mais claro e autoexplicativo para a criança quando representado por uma caixinha. Outro ponto a se destacar é que a remoção das palavras “Função” e “Repetição” do tabuleiro deixou-o mais minimalista, reforçou seu apelo visual e pode ser uma boa alternativa para crianças que têm mais dificuldade com abstração, tornando-o mais lúdico. A respeito das peças, futuramente, pensa-se em rever o contraste das cores da simbologia, bem como a espessura da escada das peças Subir e Descer e das letras das peças de Função e de Repetição.

A avaliação da interface resultou em vários *insights* de melhorias, por exemplo propor uma tipografia mais legível, fazer uma revisão semântica dos textos, optando por palavras mais fáceis, por exemplo substituir a palavra “abismo” por “buraco”, “tutorial” por “explicação”, “*touchscreen*” por “toque na tela”.

Após demonstrar a viabilidade da tecnologia e a compreensão das crianças a respeito da nova jogabilidade, o próximo passo será implementar o Progster utilizando React Native⁴² (para sistemas Android e iOS), que é uma biblioteca JavaScript que permite, por exemplo, o acesso à câmera do celular. O jogo poderá ser desenvolvido utilizando HTML, CSS e JavaScript, integrando com a IA desenvolvida por Silva (2019).

Pensa-se também, é claro, em fazer o design das fases, podendo ser incorporados elementos de gamificação, para tornar o Progster Alternativo um jogo de verdade. É possível, inclusive, aproveitar partes do Game Design Document (GDD), proposto por Alves (2020), e incorporar nessa versão do Progster.

Apesar do Progster Alternativo apelar para o “faça você mesmo”, é possível pensar em uma versão em MDF, por exemplo, ou mesmo magnética, com ímãs nas peças e nos quadradinhos pretos, e vender, gerando receita. É possível, também, uma parceria com alguma produtora de jogos educativos de tabuleiro brasileira, com o tabuleiro e as peças produzidos em cartonagem de qualidade. Ou seja, o Progster ainda pode ser comercializável como um brinquedo. Um ponto interessante é que o Progster Alternativo poderia até ser jogado apenas

⁴² Disponível em: <https://reactnative.dev/>. Acesso em: 30 jan. 2022.

com interface física, todo impresso em papel, inclusive as fases, como foi demonstrado na primeira avaliação, a do tabuleiro e das peças com prototipação em papel. Essa alternativa seria interessante, por exemplo, para ser aplicada em sala de aula, sendo uma boa saída para escolas que não dispõem de recursos tecnológicos.

Em suma, acredito que este trabalho possa inspirar outras pessoas que pretendem fazer redesign de produtos. Aqui foi demonstrado que redesign não consiste apenas em melhorar a aparência visual de um produto. Antes mesmo de pensar na estética, é necessário estudar as funcionalidades, identificar necessidades dos usuários. A avaliação com usuários reais é fundamental e muito rica! Por mais que a solução não esteja implementada, um protótipo de alta fidelidade pode fazer “a mágica acontecer”. A solução encontrada para simular as marcações na câmera do dispositivo e o reconhecimento do tabuleiro foi bem-sucedida e pode ajudar àqueles que estejam à procura de alternativas para representar algo semelhante.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Maria Alquimara Braz. **PROGSTER** - um jogo digital infantil para o ensino de pensamento computacional. 2020. 114 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design Digital)-Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Quixadá, 2020. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/55629/1/2020_tcc_mabalves.pdf. Acesso em: 23 jan. 2022.
- BALLARD, Dana H.; BROWN, Christopher M. **Computer vision**. Nova Jersey: PrenticeHall, 1982. 523p. Disponível em: http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/BOOKS/BANDB/Ballard_D._and_Brown_C._M._1982_Computer_Vision.pdf. Acesso em: 27 abr. 2019.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. da; SILVEIRA, M. S.; GASPARINI, I.; DARIN, T.; BARBOSA, G. D. J. (2021). **Interação humano-computador e experiência do usuário**. Autopublicação. Disponível em: <https://leanpub.com/ihc-ux>. Acesso em: 30 jan. 2022.
- BARELLI, Felipe. **Introdução à visão computacional** – Uma abordagem prática com Python e OpenCV. São Paulo: Casa do Código, 2018. 256p.
- CHOLLET, François. **Deep learning with Python**. Shelter Island: Manning Publications Co, 2018. 361p. Disponível em: http://bioserver.cpgei.ct.utpr.edu.br/disciplinas/eeica/papers/Livros/%5BChollet%5DDeep_Learning_with_Python.pdf. Acesso em: 5 jun. 2019.
- COPELAND, Michael. What's the difference between artificial intelligence, machine learning and deep learning? **NVIDIA**, 29 jul. 2016. Disponível em: <https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-difference-artificial-intelligence-machinelearning-deep-learning-ai/>. Acesso em: 09 jun. 2019.
- Diretrizes para o ensino de computação na educação básica. **Sociedade Brasileira de Computação**, 1 abril. 2019. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/documentos-dasbc/send/131-curriculos-de-referencia/1177-diretrizes-para-ensino-de-computacao-naeducacao-basica>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- FREITAS, Samuel Sanches de. **Determinação do valor total de moedas em imagens digitais**. 2014. 53 f. TCC (graduação em Sistemas de Informação) – Universidade Federal do Ceará, Campus Quixadá, Quixadá, 2014. Disponível em: <http://www.repositoriobib.ufc.br/000012/0000127e.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.
- GELMAN, Debra Levin. **Design for kids** – digital products for playing and learning. New York: Rosenfeld Media, 2014. 232p.
- GRANT, Will. **UX design** – guia definitivo com as melhores práticas de UX. Tradução: Aldir Coelho Corrêa da Silva. São Paulo: Novatec, 2019. 203p.

LEMOS, Raíssa; ALVES, Alquimara; BARROSO, Gabriella; MONTEIRO, Ingrid. Progster: aprendendo lógica de programação com um tabuleiro eletrônico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 16., 2017, Joinville. **Anais** [...] Joinville: Sociedade Brasileira de Computação – SBC, 2017. p. 238241. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/bdbcomp/servlet/Trabalho?id=25926>. Acesso em: 25 abr. 2019.

LIUKAS, Linda. **Hello Ruby** – adventures in coding. New York: Feiwei and Friends, 2015. 112p. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/helloruby.com/HelloRuby_KickStarter_lores.pdf. Acesso em: 31 maio. 2019.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial** – bases para a configuração dos produtos industriais. Tradução Freddy Van Camp. São Paulo: Blucher, 2001. 206p.

MARQUES FILHO, Ogê; VIEIRA NETO, Hugo. **Processamento digital de imagens**. Rio de Janeiro: Brasport, 1999. 307p. Disponível em: <http://www.ogemarques.com/wpcontent/uploads/2014/11/pdi99.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2019.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. Tradução José Manuel de Vasconcelos. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015. 378p.

NASCIMENTO, Leonardo Brendo Gomes. **Uma proposta de metodologia de ensino de programação e raciocínio lógico computacional para a comunidade não acadêmica de computação**. 2016. TCC (Graduação em Engenharia de Software) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Quixadá, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/24891>. Acesso em 31 maio. 2019.

NORMAN, Don. **The design of everyday things**. New York: Basic Books, 2013. 347p. Disponível em: <http://www.nixdell.com/classes/HCI-and-Design-Spring-2017/The-Design-of-Everyday-Things-Revised-and-Expanded-Edition.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2019.

OVIATT, Sharon. **Multimodal interfaces**. Chapter to appear in Handbook of Human Computer Interaction, (ed. by J. Jacko & A. Sears), Lawrence Erlbaum: New Jersey, 2002. Disponível em: <https://www.cogsci.msu.edu/DSS/2004-2005/Oviatt/Multimodel%20Interfaces.pdf>. Acesso em: 30 maio. 2019.

PAIVA, Samuel. Banco Imobiliário vs. Monopoly! E agora? **Plantão Nerd**, 08 ago. 2011. Disponível em: <http://www.plantaonerd.com/blog/2011/08/08/banco-imobiliario-vsmonopoly-e-agora/>. Acesso em: 06 jun. 2019.

RAWORTH, Kate. Monopoly: como jogo inventado para denunciar os males do capitalismo teve efeito oposto. **BBC News Brasil**, 29 ago. 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-cap-41043786>. Acesso em: 01 maio. 2019.

SAKAMOTO, Marcos. As oportunidades no mercado de TI. **IT Mídia**, 19 jan. 2015. Disponível em: <https://itmidia.com/oportunidades-no-mercado-de-ti/>. Acesso em: 24 mar. 2018.

SCHIMIGUEL, Juliano; CERQUEIRA, Adriano; MAGOGA, Daiane L.; OLIVEIRA, Eduardo; SANTOS, Fábio Oliveira. Artigo: Lógica: uma ferramenta indispensável na programação de computadores. **DevMedia**. 2013. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/logica-uma-ferramenta-indispensavel-na-programacao-decomputadores/28386>. Acesso em: 28 abr. 2019.

SILVA, Arthur Antunes Nogueira da. **Reconhecimento de peças do jogo Progster utilizando aprendizado profundo**. 2019. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Quixadá, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/45031>. Acesso em: 24 jan. 2022.

STENGER, Marianne. Coding in education: why it's important & how it's been implemented. **InformED**, 26 nov. 2017. Disponível em: <https://www.opencolleges.edu.au/informed/features/coding-education-importantimplemented/>. Acesso em: 24 mar. 2019.

VIEIRA, Carlos Eduardo Costa; JUNIOR, José Augusto Teixeira de Lima; VIEIRA, Priscila de Paula. Dificuldades no processo de aprendizagem de algoritmos: uma análise dos resultados na disciplina de AL1 do curso de Sistemas de Informação da FAETERJ – Campus Paracambi. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 10, n. 27, p. 5-15. 2015. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/view/293/346>. Acesso em: 28 mar. 2018.

WING, Jeannette. Pensamento computacional - um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só os cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender a usar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4711>. Acesso em: 27 fev. 2019.

APÊNDICE A - Roteiro de Avaliação Progster Alternativo – Tabuleiro e peças

Avaliadora: Raíssa Barros de Oliveira Lemos

Duração total: _____

Idade da criança: _____

Materiais necessários

- Tabuleiro impresso
- Peças recortadas
- Cenário da fase impresso, sem os elementos
- Elementos da fase impressos (Pluft, sementes e estrelas)

Introdução

Me apresento. Apresento o tabuleiro e as peças. Mostro as 4 ações possíveis (palavras) e peço para que ela me diga qual seria a ação correspondente olhando para os elementos gráficos de cada peça.

Peço para a criança me apontar as áreas demarcadas de repetição e de função e dizer a quais peças pertencem. Explico as ações, mostrando o movimento correspondente do personagem.

Apresento a primeira fase como um tutorial, resolvendo juntamente com a criança, utilizando, primeiramente, somente peças as ações. Em seguida, apresento alternativas de resolução usando peças de repetição e de função.

Apresento a segunda e a terceira fase, deixando a criança ordenar as peças e executo os movimentos do hamster, simulando o compilador. Estimulo a criança a utilizar repetições e funções.

Avaliação

Design das peças

A criança relacionou a peça de **Andar** pela simbologia.

Satisfatório

Não satisfatório

A criança relacionou a peça de **Pular** pela simbologia.

Satisfatório Não satisfatório

A criança relacionou a peça de **Subir** pela simbologia.

Satisfatório Não satisfatório

A criança relacionou a peça de **Descer** pela simbologia.

Satisfatório Não satisfatório

Aprendizado

A criança realizou a fase somente com as **peças de ações**

Satisfatório Não satisfatório

Design das peças

A criança relacionou as peças de **Repetição** pela simbologia.

Satisfatório Não satisfatório

A criança relacionou as peças de **Função** pela simbologia.

Satisfatório Não satisfatório

Design do tabuleiro

A criança relacionou cada **repetição** à sua **área** correspondente.

Satisfatório Não satisfatório

A criança relacionou cada **função** à sua **área** correspondente.

Satisfatório Não satisfatório

Aprendizado

A criança realizou a fase utilizando a **repetição** .

Satisfatório

Não satisfatório

A criança realizou a fase utilizando a **função**.

Satisfatório

Não satisfatório

Perguntas

Você gostou do jogo?

Gosta do tema/cenário de hamster?

O que achou mais difícil?

O que achou mais fácil?

Alguma sugestão para melhorarmos o jogo?

APÊNDICE B - Roteiro de Avaliação Progster Alternativo – Protótipo da interface

Avaliadora: Raíssa Barros de Oliveira Lemos

Duração total: _____

Idade da criança: _____

Materiais necessários

- Tabuleiro impresso
- Peças recortadas
- Celular com acesso à internet para acessar o protótipo no aplicativo do Figma

Introdução

Me apresento. Inicio uma breve entrevista para conhecer um pouco mais sobre a criança e “quebrar o gelo”.

Perguntas

- Qual sua idade?
- Em qual série você está?
- Qual a matéria que você mais gosta na escola?
- Já ouviu falar em programação? (Se sim: Poderia explicar o que é programação?)
- Quais jogos você gosta mais de jogar?
- Você gosta mais de jogar no celular ou no videogame?
- Gosta de jogo de tabuleiro? (Se sim: Quais você costuma jogar?)
- O que você costuma fazer no celular? Sabe tirar fotos?

Em seguida, falo brevemente o contexto do Progster (que deve ser jogado usando o celular e o tabuleiro em papel), mostro o tabuleiro e as peças de ações, sem explicar ainda como funciona. Peço para que a criança fique com o celular e realize algumas instruções, enquanto eu monto as respostas no tabuleiro ao longo da avaliação.

Avaliação

Tela Inicial

- Qual botão você clicaria para entrar?

Tela de seleção de mundos

Deixo a criança explorar.

- Vamos para o mundo da Praia!

Mundo Praia – Seleção de fases

Deixo a criança explorar.

- Esse mundo tem quantas fases?

- Vamos começar?

Criança entra na primeira fase

Mundo Praia - Fase 1 – Resposta correta

Peço para a criança ler em voz alta a mensagem da Mila e convido ela a pedir ajuda.

- Qual desses botões (do menu Ajuda) você acha que seria a melhor opção?

Caso a criança não sugira o botão Tutorial Inicial, perguntar:

- Mas qual a opção pra começar? Afinal, é a primeira vez, não sabemos como jogar.

Acompanho o tutorial inicial com a criança.

Sequência no Caminho Principal: 4 peças de Andar e 1 de Pular.

Mundo Praia - Fase 2 – Resposta errada

Caso a criança sugerir a resposta certa, concordo e sugiro a minha com o argumento de “arriscar para ver se está correto”

Sequência no Caminho Principal: 1 peça de Andar e 1 de Pular (repetir essa combinação mais quatro vezes).

Mundo Praia - Fase 2 – Resposta errada

Observar se a criança sugere a resposta certa.

Sequência no Caminho Principal: 5 peças de Pular.

- Dá para entrar na Fase 3?

Explicar que essa fase ainda não está pronta.

- Vamos para o mundo do Gelo.

Mundo Gelo – Fase 1 – Resposta incompleta

Observar se a criança sugere a resposta certa.

Sequência no Caminho Principal: Andar, Pular, Andar, Andar, Pular.

Peço para a criança ler em voz alta a mensagem do *feedback* da Mila e do Edu e confiro se ela entendeu.

Mundo Gelo – Fase 1 – Resposta certa

Observar se a criança sugere a resposta certa e se ela discorda da sugestão de terminar a fase Pulando ao invés de Andar.

Sequência no Caminho Principal: 1 peça de Andar, 1 peça de Descer e 3 peças de Pular.

Comentar que o Progster permite realizar a fase de várias formas e conferir se a criança compreendeu.

Tela de Edição

- Vamos colocar roupinha no Pluft! Você lembra de ter visto essa opção em algum lugar?

Quando entrar na tela de Edição:

- Só tem o Pluft pra escolher?

- Quero que você selecione o Pluft mesmo e coloque o shortinho verde e o gorrinho de natal.

- Agora vamos tirar a roupinha, deixar o Pluft do jeito que estava antes.
- Você sabe o que o botão de Salvar faria? Por enquanto, ele não funciona.

Perguntas

- O que mais gostou?
- Foi fácil de resolver as fases abrindo a câmera e enquadrando o tabuleiro?
- O que você mudaria?
- O que você achou dos personagens Mila e Edu? Eles parecem crianças?
- Você jogaria esse jogo quando estiver disponível para baixar?

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) participante,

Sou estudante do curso de graduação de Design Digital da Universidade Federal do Ceará. Estou realizando uma pesquisa sob supervisão da professora Ingrid Teixeira Monteiro, cujo objetivo é observar o ensino de lógica de programação para crianças entre 7 e 9 anos.

Solicitamos a autorização de seu/sua filho(a) como participante da pesquisa. A participação de seu/sua filho(a) envolve uma atividade lúdica com um jogo em papel, que terá a duração aproximada de trinta minutos. A participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não autorizar a criança a participar ou caso ela queira desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo. Caso você autorize, este experimento será gravado em vídeo para análise posterior. As imagens não serão divulgadas ou publicadas.

Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade e a do seu/sua filho(a) serão mantidas no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-los(as), inclusive o vídeo.

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Portanto, eu _____
(pai/responsável), portador do RG _____, autorizo
_____ a participar deste estudo.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora Raíssa Barros de Oliveira Lemos, telefone (85) 988465567.

Consinto em autorizar meu filho(a) a participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.

Nome e assinatura do pai ou responsável

Local e data

Assinatura do(a) pesquisador(a)

APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) participante,

Sou estudante do curso de graduação de Design Digital da Universidade Federal do Ceará. Estou realizando uma pesquisa sob supervisão da professora Ingrid Teixeira Monteiro, cujo objetivo é observar a compreensão da criança a respeito do funcionamento do jogo Progster.

Solicitamos a autorização de seu/sua filho(a) como participante da pesquisa. A participação de seu/sua filho(a) envolve uma demonstração do jogo e entrevista de opinião, que terá a duração aproximada de trinta minutos. A imagem da criança será gravada apenas para fins de análise dos resultados. A participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não autorizar a criança a participar ou caso ela queira desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade e a do seu/sua filho(a) serão mantidas no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-los(as). Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Portanto, eu _____
(pai/responsável), portador do RG _____, autorizo
_____ a participar deste estudo.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pela pesquisadora Raíssa Barros de Oliveira Lemos, telefone (85) 988465567.

Consinto em autorizar meu filho(a) a participar deste estudo e declaro ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.

Nome e assinatura do pai ou responsável

Local e data

Assinatura do(a) pesquisador(a)