Jogo Sério para Auxílio no Desenvolvimento do Conceito Multiplicativo

Katiane K. G. Krause[1]* Renato H. Grimes[2] Débora F. Hümmelgen[1] Isabela Gasparini[1]
Marcelo da S. Hounsell[1]

[1]LAboratory for Research on Visual Applications (LARVA) – Departamento de Ciência da Computação
[2]Grupo de Automação de Sistemas e Robótica (GASR) – Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) – Joinville, SC – Brasil

RESUMO

O ensino da multiplicação está tradicionalmente associado à memorização da tabuada. No entanto, este método não garante a formação do conceito multiplicativo, necessário nos cálculos cotidianos de manipulação do dinheiro, conversão de unidades de medidas e resolução de problemas de proporcionalidade ou equivalência. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo de jogo sério para auxiliar no desenvolvimento do conceito multiplicativo em crianças, usando como lógica de jogo o princípio da proporcionalidade. A metodologia de desenvolvimento do protótipo baseou-se na técnica de *Cards* e a interface do jogo buscou respeitar os princípios de *design* de interação e de qualidade de uso. Conforme os resultados obtidos na avaliação do protótipo pelos usuários, atendeu-se os princípios de *design* em relação à visibilidade e *feedback*. O princípio de *affordance* não foi atingido como esperado. Considerando a experiência do usuário, as metas de diversão, engajamento, satisfação e desafio foram atingidas.

Palavras-Chave: ensino, multiplicação, *design*, jogo sério, usabilidade

1 INTRODUÇÃO

As habilidades e conceitos matemáticos vão além da relação com técnicas e cálculos avançados, permeiam nosso cotidiano nas relações monetárias, espaciais e temporais, na análise de equivalência e proporcionalidade como nas unidades de medidas, envolvendo assim formulação e resolução de problemas [17]. No entanto, segundo o levantamento feito por [10], 27% da população brasileira é considerada analfabeta funcional, aqueles que não conseguem realizar tarefas cotidianas como manuseio de dinheiro para o pagamento de pequenas quantias ou fazer medidas de comprimento, e segundo [5] menos da metade das crianças brasileiras (42,9%) tem aprendizado considerado adequado em matemática.

A multiplicação muitas vezes é resumida ao conceito de "tabuada", que consiste no cálculo e memorização de uma tabela de resultados ou ao "equivalente da operação de soma de parcelas iguais" [7, 8], ou seja, a operação em si. No entanto, de acordo com a Teoria dos Campos Conceituais de Gernard Verganud [11], o campo conceitual da multiplicação está além de simples cálculos; envolve apropriação de conceitos de proporcionalidade (relação de variáveis), combinação (análise de possibilidades), medição, repartição equitativa e organização retangular (malha quadriculada associada ao conceito de área).

As discussões acerca do ensino-aprendizagem da multiplicação ou conceito multiplicativo, sinalizam problema didático na estratégia: o ensino centrado no cálculo de parcelas iguais e memorização da tabuada não qualificam o aluno para o aprendizado do conceito multiplicativo [16]. A falha nesse aprendizado dificulta o entendimento de outros conceitos como: razão, proporção, conversões de medidas, porcentagem, regra de três, probabilidade, semelhança geométrica, escalas, função e números racionais [17].

Na área tecnológica, jogos sérios são desenvolvidos para um objetivo específico [2], utilizando o entretenimento, o lúdico e o engajamento numa certa atividade que muitas vezes pode ser entediante e cansativa [3]. Por serem capazes de criar realidades alternativas, motivam adultos e crianças a realizarem tais atividades.

Analisando os jogos digitais com foco na educação matemática, disponíveis em sites populares e em plataformas de *download* de aplicativos, que envolviam o ensino da multiplicação, observou-se a prevalência da memorização da tabuada como lógica de jogo. Além disso, segundo o mapeamento de jogos digitais realizado por [6], todos os jogos encontrados foram de operações matemáticas básicas (cálculo).

O objetivo deste trabalho é auxiliar crianças de 8 a 10 anos no conceito multiplicativo, utilizando a proporcionalidade como lógica de jogo. Para tal este trabalho visa desenvolver um jogo sério digital para *smartphones* ou *tablets*. Este artigo descreve o processo de *design* do protótipo baseado em *Cards*, seguido de sua avaliação pelos usuários e as discussões sobre os resultados.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento do protótipo baseou-se no modelo de processo de *design* de interação de Preece, Sharp e Rogers [15] que envolve quatro etapas: 1) identificação necessidades dos usuários e definição de requisitos, 2) desenvolvimento de designs alternativos, 3) construção de versões interativas dos designs e 4) avaliação do design.

Optou-se utilizar este método de *design* por ter um ciclo de vida simples, iterativo e apresentar etapa de avaliação do protótipo. Salienta-se que todo o processo foi acompanhado por um especialista da área de matemática, para suporte conceitual da área.

2.1 Coleta de dados

A coleta de dados centrou-se na busca de artigos e livros relacionados com o ensino-aprendizagem da multiplicação, além de conversas com o especialista da área; objetivando compreender como o tema "multiplicação" é abordado, quais técnicas e estratégias são utilizadas para seu ensino, bem como as dificuldades decorrentes de uma má aquisição desses conceitos. Estas informações permitiram definir a lógica do jogo e determinar o público-alvo.

Na sequência, ocorreu a elaboração e aplicação de questionários com 26 crianças (presencial, na escola) cursando o 3º e 5º ano escolar, correspondendo a faixa etária de 8 a 11 anos de idade, período escolar no qual a multiplicação é apresentada/ensinada; além de aplicação de questionário online com 45 adultos e entrevista semi-estruturada com os dois professores respectivos das turmas.

O objetivo do questionário com as crianças centrou-se: a) na identificação do perfil do usuário considerando: frequência e uso da internet, dispositivos e jogos digitais na vida diária e no estudo, preferências dos jogos digitais recreativos; b) percepção do ensino da matemática: relevância e aplicação no cotidiano dos conteúdos

*e-mail: kati.kazuza@gmail.com

aprendidos e; c) habilidade multiplicativa através da resolução de cálculo simples de multiplicação, problema direto e outro envolvendo conceito de proporcionalidade. Para o questionário com os adultos, excluiu-se as questões referente ao perfil do usuário.

2.2 Análise dos dados

As informações apontadas pelas 26 crianças participantes indicam que 61% possuem permissão para jogar na internet e 100% fazem uso de jogos digitais, sendo o computador e celular os dispositivos mais citados (Figura 1).

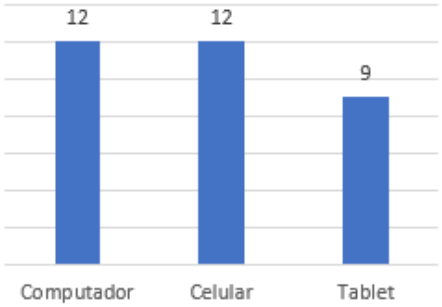

Figura 1: Dispositivos usados para jogos digitais (n = 26)

Estas características relacionam-se com o perfil de usuário "nativo digital", crianças que cresceram rodeada por computadores, videogames e outras ferramentas da era digital [14]. Em termos comportamentais e cognitivos apresentam agilidade na recepção de informações, tendem ao imagético em detrimento do textual, realizam atividades multitarefas e processos paralelos; além de possuir maior naturalidade na apropriação de novas mídias [14].

Em relação ao jogo digital de preferência, as respostas divergiram, com jogo "Minecraft"em maior destaque (23,07%). Na contramão, para 46,15% das crianças entrevistadas, nenhum dos jogos experimentados ajudou no aprendizado na escola.

Analisando frequência e uso dos jogos digitais pelas crianças entrevistadas, observamos a associação dos jogos digitais à brincadeira, passatempo e diversão, sugerindo que a estética da interface possui relevância na interação e as tarefas devem evitar a ação por tentativa-erro (agir sem analisar) ao mesmo tempo que mantém a motivação.

As informações da Tabela 1 apontam que, pouco mais da metade das crianças (61,5%) demonstraram identificação positiva com relação a matemática e, quase um terço (30,7%), mencionaram dificuldade na resolução de problemas quanto a diferenciação das operações de adição ou multiplicação. Em contraponto, 92,3% fazem o uso funcional da matemática ao contar dinheiro de papel e moeda. Estas informações sinalizam a necessidade da solução proposta ser mais informal em relação a linguagem matemática. O fato de 80,6% achar interessante estudar através de jogos na internet, sugere a aceitabilidade deste recurso para o ensino.

Tabela 1: Percepção das crianças sobre a matemática (n = 26)

Percepção da Matemática	Porcentagem
Gosto de fazer conta de cabeça	61.5%
Adoro fazer contas de vezes	61.5%
Preciso de ajuda para fazer as tarefas em casa	34.6%
Num problema, fico na dúvida se é conta de vezes ou de mais	30.7%
Sei contar dinheiro de papel e moeda	92.3%
Acharia legal estudar por jogos na internet	80.6%

Para verificar se o problema em discussão, em relação ao conhecimento do campo conceitual da multiplicação (diferença entre conhecer a operação e o conceito), foi proposto nos questionários a resolução de três questões diferentes em nível de complexidade, conforme orientação do especialista em matemática: cálculo, problema direto e problema de multiplicação com proporcionalidade, exemplificados a seguir.

Questões para crianças:

- *Q1: "Quanto é 3x4 ?"*
- *Q2: "Se você ganhou 5 notas de 2 reais, quantos reais no total você ganhou?"*
- *Q3: "Meu gato come 3 potes de ração todo dia. Eu comprei um pacote grande e na embalagem dizia que rendia 21 potes de ração. Se eu comprar esse pacote, meu gato terá ração para quantos dias?"*

Questões para adultos:

- *Q1: "Uma passagem de ônibus custa R$ 2,00. Se eu precisar comprar 5 passagens, quanto dinheiro terei que gastar?"*
- *Q2: "Por um fardinho de refrigerante com 12 latinhas, paguei R$ 6,00. Nesta embalagem, uma latinha custa?"*
- *Q3: "No mercado é oferecido dois tipos de embalagem de queijo, da mesma marca. O maior, de 300g, custa R$ 8,00. O outro com 200g custa R$ 5,00. Qual a embalagem mais vantajosa para a compra?"*

A Figura 2 apresenta o desempenho das crianças e dos adultos. Atenta-se ao fato de que no 3º ano o conceito da multiplicação é apresentado e, até o 5º ano, espera-se seu domínio.

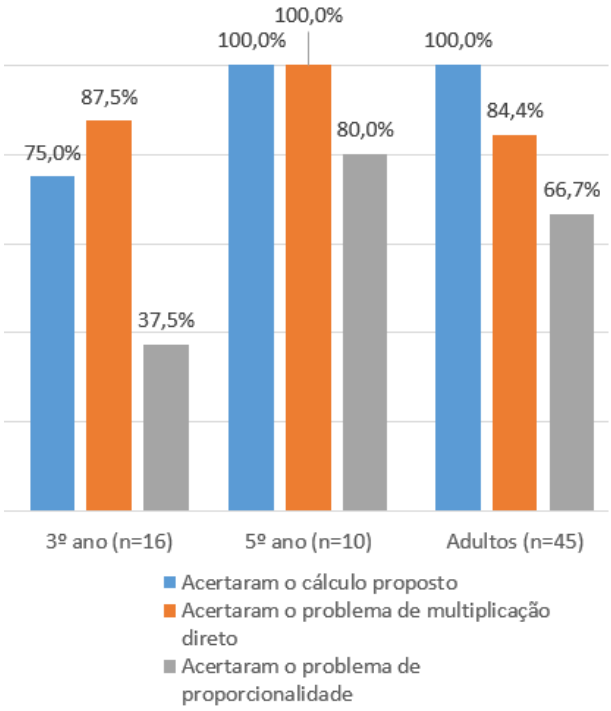

Figura 2: Desempenho das crianças e adultos

Refletindo sobre os dados, observa-se que o grau de assertividade decresce ao abordar-se o problema de multiplicação envolvendo o conceito de proporcionalidade, independentemente do grau de escolaridade.

Acrescenta-se que, em relação aos 45 adultos questionados, apesar da maioria ter nível superior completo ou incompleto (77,8%) e dizer gostar de fazer contas do dia dia de cabeça (77,8%), menos da metade (48,9%) percebem os conhecimentos da matemática aprendidos na escola como importantes para a vida cotidiana.

Pode-se assim observar que, conforme [11], saber executar a "conta de vezes ou tabuada"não garante a compreensão do conceito em sua totalidade. Sugerindo inclusive impacto direto nas atividades cotidianas, independentemente da idade. A Tabela 2 apresenta o comparativo da assertividade em cada tipo de problema conforme o grupo.

Tabela 2: Comparação entre adultos e crianças quanto assertividade nos problemas

Característica	Criança	Adulto
Problema de Multiplicação Direto	92%	100%
Problema de Proporcionalidade	54%	66.7%

Desta forma, os resultados da coleta de dados validaram o problema de que há dificuldade em compreender o conceito multiplicativo (proporcionalidade), apesar do conhecimento da operação de multiplicação e permitiram identificar as necessidades e perfil do usuário apontando os requisitos da solução de *design*. Dentre os principais requisitos citam-se:

- Ter acesso a *smartphone* ou *tablet*;
- Tarefas progressivas em nível de complexidade para manter o interesse do usuário [9];
- Tarefas induzindo ao acerto (foco no aprendizado do procedimento lógico);
- Evitar resolução por tentativa-erro;
- A mecânica do jogo deve basear-se no conceito de proporcionalidade;
- Cenário do jogo baseado na vida real fomentando o sentido de importância e aplicabilidade;
- Ter interface afetiva (que melhoram a interação promovendo comunicação emotiva com o usuário [18]);
- Tarefas do jogo devem respeitar as diretrizes da Teoria da Carga Cognitiva [12];
- As fases e níveis devem manter o usuário motivado para executar as tarefas [1];
- Os usuários devem saber contar e pessoas com dificuldade em matemática poderão utilizar o jogo;
- Não exigir muita leitura e interpretação textual para abranger crianças com problemas de dislexia ou similares.

2.3 Prototipação

A solução para o problema foi desenvolver um jogo digital sério, usando o conceito da proporcionalidade como lógica de jogo, num cenário de sítio cujo objetivo era o de vivenciar rotinas do ambiente rural: tratar os animais, cuidar das plantas e preparar a feira. Como elemento surpresa, surgiam pragas "no caminho".

O desenvolvimento do protótipo de baixa fidelidade do jogo respeitou a metodologia de *Cards*, que consiste na confecção de cartões que simulam as telas do jogo visualizadas pelo usuário. Os *Cards* confeccionados são apresentados na Figura 3.

Figura 3: *Cards* confeccionados

O protótipo buscou respeitar princípios de *design*, critérios ergonômicos de usabilidade [4], *feedback* e *affordance* [13]. Além disso, centrou-se na experiência do usuário os critérios de diversão, engajamento, satisfação e desafio. A tela de início do jogo é apresentada na Figura 4.

Figura 4: Tela de Início do jogo

A ideia conceitual do cenário do jogo, o ambiente rural de sítio, surgiu do apelo a memória afetiva positiva das crianças com relação aos animais e natureza; e flexibilidade associativa através de imagens para os problemas propostos. A evolução dos elementos gráficos das fases fazem referência à cadeia produtiva, exemplificando: tratar a vaca, a vaca produz leite e com o leite produz-se queijo (três níveis). A progressão das fases foram organizadas de acordo com o grau de dificuldade do cálculo, observada nos livros didáticos de matemática: dobro (Figura 5), triplo, metade e terça parte (Figura 6).

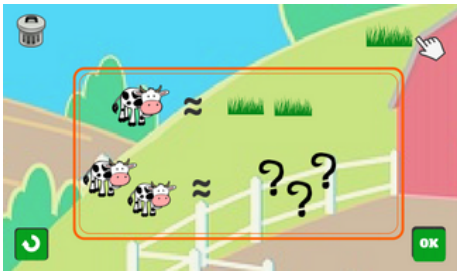

Figura 5: Tela do dobro

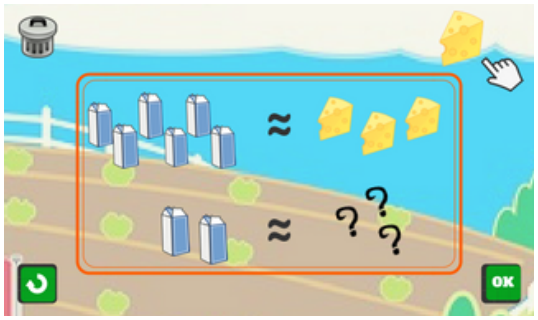

Figura 6: Tela da terça parte

Como a proposta do jogo centrava-se no aprendizado, a primeira tela de cada fase apresentava uma dica visual da quantidade a ser preenchida (Figura 7), as demais na mesma região visualizava-se pontos de interrogação para resolução.

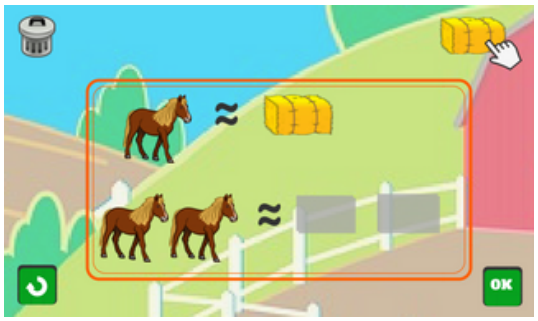

Figura 7: Primeira tela de dobro com dica visual

A progressão se dava através de uma regra de evolução baseada na relação acerto-erro. No caso de erro, a solução era apagada e o jogador recebia *feedback* sonoro negativo de "clac-clac", mantendo-se na mesma tela para nova tentativa. Após dois erros consecutivos, o jogador recebia uma dica visual e sonora, para evitar a possibilidade de tentativa-erro. A cada dois acertos, o jogador recebia um *feedback* sonoro e visual de "Hurra"(nome do sítio) conforme Figura 8.

Figura 8: Tela do Hurra

Na mudança de fase mais brusca (grau de dificuldade do cálculo), o jogador entrava no modo de jogo especial para eliminar as pragas (Figura 9). A eliminação das pragas não interferem no desempenho do jogador pois seu objetivo era permitir um descanso cognitivo entre as fases, mantendo o interesse e atenção do usuário. A dinâmica do jogo se resumia em tocar nas pragas para eliminá-las, em até 30 segundos. Para cada fase, a quantidade de pragas era maior e o cenário (tipo da praga) alterado.

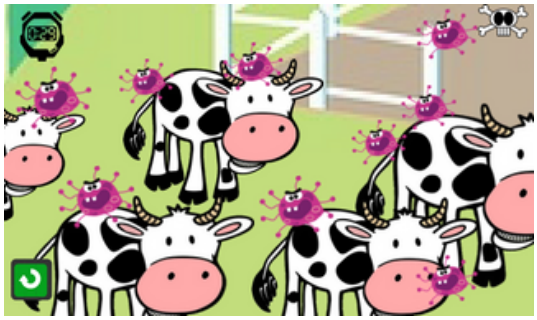

Figura 9: Tela das Pragas

Simplificando, as tarefas do jogo consistiam em: ler/ouvir a história do jogo; fazer seu cadastro de fazendeiro (nome); arrastar objetos conforme a quantidade e apertar o botão "OK"para progredir nos níveis; derrotar pragas através do *touch*; função lixeira para corrigir erros de quantidade de figuras; botão voltar para sair do jogo.

2.4 Avaliação

A avaliação do protótipo, teve como base o Teste de Usabilidade em ambiente de campo (na escola), através de etapas, conforme [4]. Para tal, participaram, como avaliadores do jogo, o professor da turma e 16 crianças do terceiro ano do ensino fundamental, entre 8 e 9 anos de idade, divididos em trios. Os alunos da turma escolhida ainda não haviam sido expostos ao conteúdo de proporcionalidade. Entre os avaliadores, havia uma criança com dislexia.

As ferramentas utilizadas para coleta de dados de usabilidade dos jogadores se deu através de uma câmera, verbalização e de um questionário de experiência de uso, além da observação pelos pesquisadores. A Tabela 3 apresenta as perguntas do questionário de experiência de uso, elaboradas para fácil compreensão pelas crianças (conforme a orientação do especialista da área).

Tabela 3: Questionário de experiência de uso

Perguntas
Este jogo foi divertido?
Você entendeu o que é o sítio do hurra?
A história do jogo está clara?
Você entendeu como mexer as figuras?
Você entendeu como usar a lixeira?
Você entendeu o que cada botão faz?
Você entendeu o objetivo do jogo?
Você gostou das imagens?
Você gostou das cores do jogo?
Você gostou do som do hurra?
Você entendeu o que acontece quando erra?
Você entendeu o que acontece quando acerta?
Você entendeu como tirar as pragas?
Foi divertido tirar as pragas?
Você jogaria novamente este jogo?
O jogo te ajudou a entender alguma coisa de matemática?
Você acha interessante ter pontuação (score)?
Você entendeu o que é um protótipo?

Como eram *Cards*, eles eram apresentados conforme o percurso cognitivo dos jogadores quando interagiam com a interface dos cartões.

Para simular os itens a serem arrastados, disponibilizou-se as mesmas imagens dos ícones em diversas quantidades (Figura 10).

Na sequência, foram disponibilizados questionário de uso para avaliação individual das crianças avaliadoras.

Figura 10: Teste do jogo com crianças

Os resultados obtidos dos questionários de experiência de uso apontaram que 88% entenderam o objetivo do jogo (Figura 11) e como mexer as figuras, 87% entenderam como tirar as pragas (Figura 12).

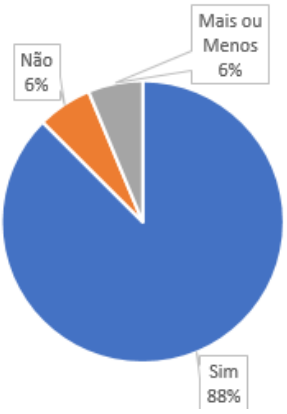

Figura 11: Distribuição quanto a compreensão do objetivo do jogo (n = 17)

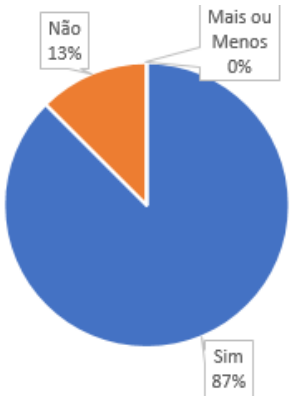

Figura 12: Distribuição quanto a tarefa de tirar as pragas (n = 17)

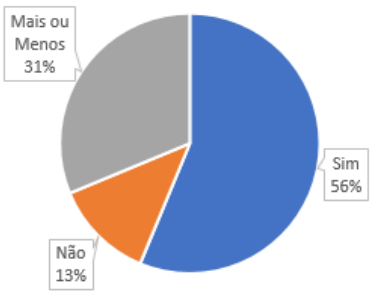

Figura 13: Distribuição quanto a função de cada botão (n = 17)

Para 13% a função de cada botão não estava clara (Figura 13) e 31% dos avaliadores não entenderam essa função (Figura 14). Na análise das filmagens, observou-se que a função lixeira é desnecessária no contexto do jogo, o que condiz com a percepção dos avaliadores, sugerindo que a mesma pode ser retirada na versão final.

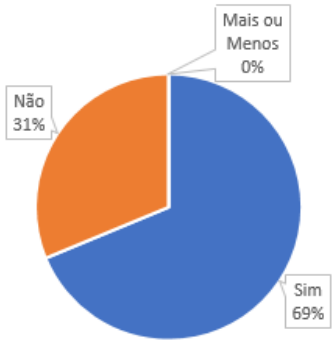

Figura 14: Distribuição quanto ao entendimento do uso da função lixeira (n = 17)

Observando as questões de interação direta com o usuário, o que acontece quando erra (Figura 15) ou acerta (Figura 16) estava claro para 75% e 88% dos avaliadores, respectivamente. Apontando necessidade de melhoras no *feedback* de erro, com inclusão de explicação no tutorial.

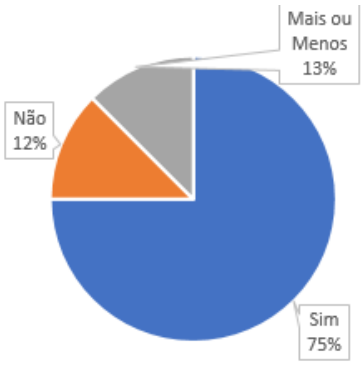

Figura 15: Distribuição quanto ao *feedback* de erro (n = 17)

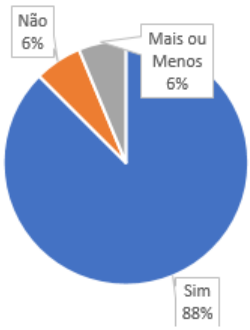

Figura 16: Distribuição quanto ao *feedback* de acerto (n = 17)

Estes resultados apontam resposta positiva para a usabilidade do protótipo e necessidade de melhora na questão de *affordance* (potencial de um objeto de ser usado conforme foi projetado para ser usado). Confrontando os resultados do questionário com as imagens e relatos, o fato dos cartões serem estáticos (imagens do tutorial) interferiram na compreensão da tarefa principal de arraste das figuras de resposta (jogo idealizado com tutorial dinâmico).

O *feedback* sonoro e visual foi aprovado por 87% dos avaliadores (Figura 17) e durante a avaliação, geravam expectativa e divertimento (crianças comemoravam gritando Hurra quando acertavam).

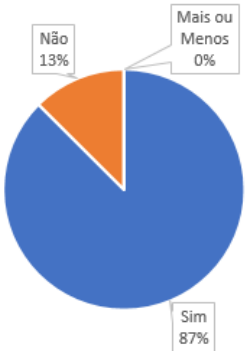

Figura 17: Distribuição por afetividade quanto ao feedback (n = 17)

Considerando os aspectos de visibilidade, o protótipo do jogo atingiu os resultados esperados, sendo que 75% aprovaram as cores (Figura 18) e 69% as imagens (Figura 19). Analisando os relatos durante a avaliação, observou-se que a qualidade da impressão das imagens foi um fator de interferência no julgamento negativo das imagens.

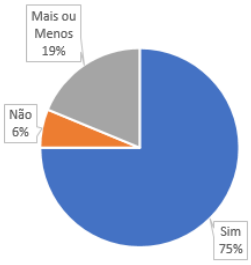

Figura 18: Distribuição por afetividade quanto as cores do jogo (n = 17)

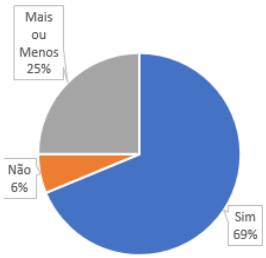

Figura 19: Distribuição por afetividade quanto as imagens do jogo (n = 17)

Quanto a experiência do usuário frente a diversão, engajamento, satisfação e desafio, todas as metas foram atingidas pelo protótipo: 94% jogariam novamente (Figura 20), 75% julgaram divertido (Figura 21), 88% entenderam o contexto (Figura 22) e 75% consideraram ter aprendido algo relacionado a matemática (Figura 23).

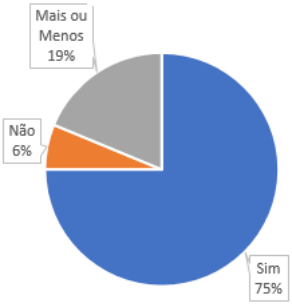

Figura 20: Distribuição quanto a rejogabilidade (n = 17)

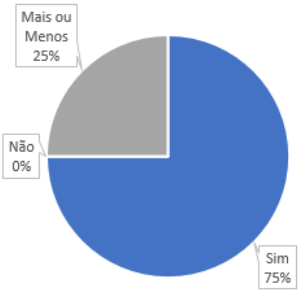

Figura 21: Distribuição quanto a diversão (n = 17)

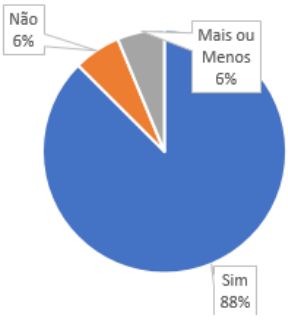

Figura 22: Distribuição quanto a clareza do contexto do jogo (n = 17)

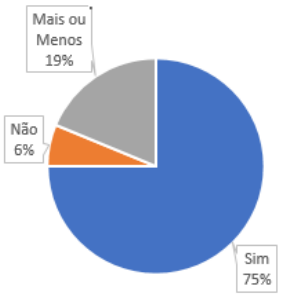

Figura 23: Distribuição quanto a percepção de aprendizado de matemática (n = 17)

Os avaliadores consideraram que a presença de pontuação ou *score* tornaria o jogo mais interessante. Fator para ser discutido e/ou incrementado para versão futura.

O ambiente de testagem apresentava interferências sonoras e circulação de pessoas. Apesar disso, os avaliadores mantiveram-se focados e entusiasmados no experiência do jogo, demonstrando engajamento e atenção.

Ainda em relação as observações obtidas durante a avaliação do protótipo, identificou-se que a) a história sonora (falada) provocava maior engajamento no jogo; b) uma dica era suficiente para a compreensão da lógica; c) a presença das "pragas"causava diversão e expectativa; d) as crianças conseguiram entender a lógica de proporção, ao conseguirem realizar as fases diretas (dobro e triplo) e inversas (metade, terça parte). Este último aponta que o protótipo está na direção positiva: o jogador resolver os problemas do jogo com base lógica, aprendendo com o próprio jogo.

3 Conclusão

A coleta de dados com os usuários, além de validar o problema, foi significativa para compreensão do perfil dos usuários e por consequência, dos requisitos da solução de *design*. A participação de especialista na área de educação possibilitou compreender a necessidade (problema) ao mesmo passo que ampliou as possibilidades de soluções em relação a lógica do jogo. Além de auxiliar no descarte de alternativas de *design* que para os desenvolvedores pareciam interessantes, quando no entanto, não eram relevantes para contribuição educacional.

Conforme os resultados obtidos pela avaliação, atendemos os princípios de *design*, a visibilidade e *feedback*. Por conta do próprio *Card*, o princípio de *affordance* não foi atingido como esperado. Considerando os resultados do questionário de experiência de uso, todas as metas de experiência do usuário foram atingidas.

A versão tecnológica pensada para a construção do jogo, a máquina gráfica Unity3D, é acessível para o desenvolvimento digital do protótipo e pode ser facilmente integrada em diversos tipos de dispositivos móveis.

Com relação a avaliação da aprendizagem, este só pode ser testado e avaliado numa pesquisa mais abrangente da intervenção, inclusive com pré-pós testes, o que pretendemos realizar como trabalho futuro.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), à Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro parcial a este projeto.

Referências

[1] M. M. Alves and A. L. Battaiola. Recomendações para ampliar motivação em jogos e animações educacionais. *Anais do X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital–SBGames2011*, pages 1–5, 2011.

[2] S. Blackman. Serious games... and less! *ACM Siggraph Computer Graphics*, 39(1):12–16, 2005.

[3] E. Boyle, T. Connolly, and T. Hainey. The role of psychology in understanding the impact of computer games. *Entertainment Computing*, 2(2):69–74, 2011.

[4] W. de Abreu Cybis, A. H. Betiol, and R. Faust. *Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações*. Novatec Editora, 2007.

[5] T. P. Educação. *Anuário Brasileiro da Educação Básica*. Moderna, 2017.

[6] M. F. d. C. I. Gasparini and M. da Silva Hounsell. Jogos digitais para alfabetização matemática: Um mapeamento sistemático da produção brasileira.

[7] C. M. Gómez. *Multiplicar y dividir: A través de la resolución de problemas*. Visor, 1991.

[8] G. L. Lima and M. C. S. d. A. Maranhão. O caso da memorização de tabuadas de multiplicação. *Ensino da Matemática em Debate. ISSN ISSN 2358-4122*, 1(1), 2014.

[9] T. G. Mendes. Jogos digitais como objetos de aprendizagem: Apontamentos para uma metodologia de desenvolvimento. *Anais do X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital-SBGames2011*, pages 1–8, 2011.

[10] I. P. Montenegro. *Estudo especial sobre alfabetismo e mundo do trabalho*. Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística, 2016.

[11] M. A. Moreira. A teoria dos campos conceituais de vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 7, n. 1 (jan./mar. 2002), p. 7-29*, 2002.

[12] J. B. Mossmann, D. N. F. Barbosa, P. R. Barros, R. N. Silva, V. C. S. Valadares, B. T. Gonçalves, R. E. C. Fischer, and V. Brochetto. Busca de evidências da aplicação da teoria da carga cognitiva em um exergame de dança. *Anais do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. Porto Alegre: SBC*, 2016.

[13] J. Nielsen. *Usability engineering*. Elsevier, 1994.

[14] M. Prensky. Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5):1–6, 2001.

[15] Y. Rogers, H. Sharp, and J. Preece. *Design de Interação*. Bookman Editora, 2013.

[16] K. N. Souza. As operações de multiplicação e divisão nas séries iniciais do ensino fundamental. *Revista de Iniciação Científica da FFC*, 10(1), 2010.

[17] M. Toledo and M. Toledo. *Didática de matemática: como dois e dois: a construção da matemática*. FTD, 1997.

[18] M. Wong. Emotion assessment in evaluation of affective interfaces. *Neuron65*, 3:293, 2006.