

Interface tangível com Material Dourado em jogo digital de aprendizagem de matemática

Adriana G. Alves¹, Jonathan E. Chaves¹, Alexandre M. Cordeiro¹

¹Universidade do Vale do Itajaí - Univali
Rua Uruguai, 458 – Itajaí – SC - Brasil

adriana.alves@univali.br, jonathan_echaves@hotmail.com,
alexgamersbc@gmail.com

Abstract. *This paper discusses the development of an accessible digital game for learning mathematics using Montessori beads as a tangible interface. The methodology is based on Design Science Research that legitimizes the development of artifacts to produce scientific knowledge. The game was conceived, developed, analyzed empirically by a teacher and students with intellectual disabilities, and heuristically by researchers, considering accessibility criteria in digital games. The results collaborate in the research on digital educational games, promoting the discussion about different interfaces for the target public of inclusive education.*

Resumo. *Aborda-se nesse artigo o desenvolvimento de jogo digital acessível para aprendizagem de matemática utilizando o Material Dourado como interface tangível. A metodologia se pauta no Design Science Research que legitima o desenvolvimento de artefatos como um meio para se produzir conhecimento científico. O jogo foi concebido, desenvolvido, analisado de forma empírica por professora e alunos com deficiência intelectual, e de forma heurística pelos pesquisadores, considerando critérios de acessibilidade em jogos digitais. Os resultados colaboram na pesquisa em jogos educativos digitais, promovendo a discussão acerca de interfaces diferenciadas para o público-alvo da educação inclusiva.*

1. Introdução

Segundo Alves e Aguiar (2014), a acessibilidade está relacionada à remoção das barreiras que impedem que mais pessoas possam perceber, compreender e usufruir de todo apoio oferecido pelo ambiente computacional. Dentre essas pessoas, estão aqueles com deficiências, sejam essas físicas (visuais, auditivas, motoras) ou intelectuais. Esses últimos, segundo Masciano (2011), sempre foram tratados como diferentes e acabaram sendo desacreditadas socialmente e qualificados como pessoas reduzidas a falta de inteligência.

Os alunos com deficiência intelectual encontram-se também na diversidade apresentada no ambiente escolar e, conforme Pletsch e Glat (2012), é complexo o processo de inclusão de alunos com deficiência intelectual, particularmente na esfera das práticas pedagógicas. Antunes (2012) destaca que não basta matricular um aluno com deficiência numa escola regular e inseri-lo em classe comum para que seja iniciado o seu processo de escolarização na perspectiva da educação inclusiva. O seu percurso na escola será, de fato, inclusivo se forem garantidas a esses alunos condições efetivas de

escolarização, considerando a necessidade de uma abordagem heterogênea dos processos de aprendizagem e permanência na escola.

De acordo com Santos (2012), a escola deve promover a aprendizagem de conteúdos técnico-teóricos e a convivência humana. No contexto escolar é evidenciada a diversidade humana, uma vez que as interações fazem emergir a singularidade de cada sujeito e a necessidade de práticas de ensino e de interação que sejam tanto pluralizadas como individuais. Este aspecto torna a educação escolar desafiante quanto ao desenvolvimento e a formação do aluno, considerando a singularidade de cada um.

Para auxiliar na aprendizagem dos alunos existem diversos recursos e materiais, sendo a tecnologia também importante para a educação escolar. De acordo com Silva e Meucci (2017), os recursos tecnológicos podem ser utilizados como uma ferramenta para facilitar a compreensão, devido às suas possibilidades de trabalhar os diversos sentidos como o tato e/ou a audição, além da visão. Dentro desses recursos encontram-se as interfaces tangíveis que podem melhorar o ensino e trazer inclusão aos alunos com deficiência intelectual. Segundo Braz (2017), elas ganham destaque por permitir que os usuários utilizem seus diferentes sentidos e habilidades durante a realização de suas atividades.

Pode-se destacar como exemplo de interface tangível, o Material Dourado, recurso pedagógico idealizado pela médica e educadora italiana Maria Montessori (1870 - 1952), que consiste em peças (de madeira ou miçangas) que representam as unidades, dezenas, centenas e milhar. Esse material traz conceitos matemáticos aos alunos por meio da manipulação das peças, as quais, segundo Santos e Pereira (2016), têm capacidade de dar significado aos conteúdos matemáticos auxiliando o professor e fazendo com que as relações numéricas abstratas passem a ter uma imagem concreta, facilitando a compreensão.

O artigo apresenta a pesquisa em interfaces tangíveis como forma de fornecer aos alunos uma interface natural para interação com um jogo digital para aprendizagem de matemática, utilizando como recurso o Material Dourado. Apresenta-se o jogo desenvolvido e sua análise de acessibilidade, com vistas a ampliar as pesquisas no campo do desenvolvimento de jogos educativos acessíveis. Para tanto, apresenta-se na seção 2 a metodologia empregada na pesquisa, na seção 3 os resultados e discussões da pesquisa, e por fim na seção 4 as considerações finais.

2. Metodologia

A pesquisa de caráter qualitativo e exploratório, pauta-se no *Design Science Research* (DSR), o qual, conforme Dresch, Lacerda e Antunes Jr (2015, p. 68) é um método “orientado à solução de problemas específicos, não necessariamente buscando a solução ótima, mas a solução satisfatória para a situação”, gerando “soluções passíveis de generalização para uma determinada classe de problemas”. O DSR, conforme Pimentel (2018, p. 58) “legitima o desenvolvimento de artefatos como um meio para se produzir conhecimento científico do ponto de vista epistemológico e filosófico”. Nessa pesquisa foram adotadas as seguintes etapas, conforme sumarizado na Figura 1 e descrito a seguir:

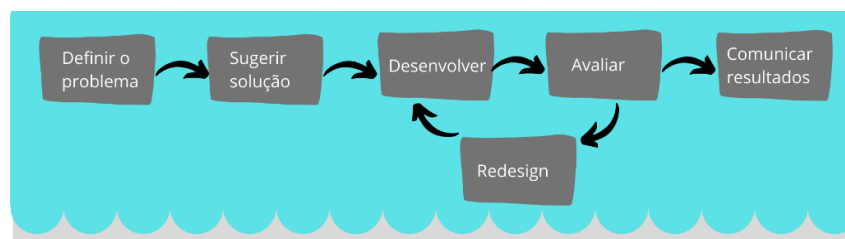


Figura 1 Processo metodológico

A etapa “Definir o problema” refere-se ao estudo sobre a problemática da aprendizagem de matemática e o uso de interfaces naturais e tangíveis para sua aprendizagem. Consistiu em pesquisa bibliográfica, estudos sobre interfaces naturais e o levantamento das recomendações de acessibilidade, com foco em jogos digitais educativos. Nesta etapa foram consultados artigos, livros, guias, teses e dissertações na área, assim como entrevista com uma professora do atendimento educacional especializado (AEE). Identificou-se como problema de pesquisa a dificuldade das crianças com deficiência intelectual em aprender as operações básicas de matemática.

A etapa “Sugerir solução” consistiu na concepção de um jogo digital de matemática adotando como interface tangível o Material Dourado, por esse já ser reconhecido na escola como recurso pedagógico para aprendizagem de matemática. A definição foi apoiada por professora do AEE, que indicou as principais necessidades dos alunos com deficiência na aprendizagem de matemática. Nessa etapa foi elaborado o design do jogo e avaliadas as tecnologias.

A etapa “Desenvolver” abordou a implementação do produto projetado, as atividades de programação e os testes unitários. Esta etapa sofreu duas iterações, sendo a primeira o desenvolvimento de um protótipo do software, o qual foi avaliado em diferentes aspectos como funcionalidade e usabilidade, e a segunda iteração na qual foi desenvolvida uma versão do software com as adequações apresentadas nos testes.

A etapa de “Avaliar” consistiu na avaliação do jogo desenvolvido, visando verificar se os objetivos definidos na sua especificação foram atendidos. Esta etapa se deu em dois momentos: uma avaliação com a professora e alunos atendidos na SRM – Sala de Recursos Multifuncionais, local onde é feito o atendimento educacional especializado, para avaliar a interação com o jogo; e uma avaliação heurística de acessibilidade, realizada pelos pesquisadores.

A etapa “Redesign” consistiu em propor o redesign do jogo com vistas a melhorar sua acessibilidade, jogabilidade e o *feedback* ao usuário, podendo também incrementar o jogo com novas funcionalidades e elementos, de acordo com os problemas identificados na etapa anterior. Após esta etapa, retornou-se ao desenvolvimento.

A etapa “Comunicar resultados” consiste na elaboração de artigo científico com os achados da pesquisa.

3. Trabalhos similares

Partes&Bits é um software com interface tangível para auxiliar a aprendizagem sobre frações, busca “ajudar os alunos a explorar, descobrir e visualizar diferentes formas de dividir figuras geométricas planas e associar as seções formadas a frações” [Falcão 2007]. A interface utiliza a concepção de varetas retas e curvas que são conectáveis e dispostas

num tabuleiro, de forma a montar as figuras geométricas planas e fazer as divisões. O feedback é visual e sonoro, auxiliando as crianças com deficiência visual.

Tangible Geometric Math, proposto por Queiroz (2011), é um aplicativo para auxílio a aprendizagem dos conceitos de geometria. Permite resolver operações como cálculo de área, de perímetro, de hipotenusa e de volume. O software possui superfície tangível em uma mesa em que é capturado o toque na superfície. Os usuários podem interagir incluindo, movendo objetos que aparecem na superfície e os redimensionando.

Nemirovsky e Wright (2004) desenvolveram o Storyline, que consiste em movimentar carros por trilhos. Ao mover os carros pelos trilhos é apresentada em uma tela a projeção das posições em um gráfico que mostra a distância por tempo, assim o computador grava a movimentação para que ao acionar a tecla *play* os carros reproduzem a movimentação feita anteriormente.

4. Resultados e discussões

De acordo com Hornecker e Shaer (2009) acreditava-se que a interação das pessoas com os computadores se limitaria apenas a trabalhar em um computador de mesa, usando um mouse e um teclado para assim interagir com as janelas, com os ícones, com os menus e com os ponteiros conhecidos como WIMP (Window, icon, menu e pointer - Janela, ícone, menu e ponteiro). Pesquisadores da interação humano-computador (IHC) desenvolveram uma ampla variedade de estilos para interagir e interfaces que divergem do estilo da interface WIMP. Os avanços tecnológicos juntos com uma melhor compreensão dos aspectos psicológicos e sociais que envolvem a IHC levaram a um crescente de novos estilos de interação. Novos dispositivos de entrada que se respaldam na interação das pessoas com o mundo real e não com digital crescem em popularidade.

Uma das interações que ocorrem entre as pessoas e os computadores vem por meio das interfaces tangíveis que segundo Roberto et al. (2011) “é aquela em que o usuário interage com o ambiente digital com o uso de dispositivos físicos. Estes dispositivos garantem uma interação muito mais realista entre o homem e o computador”. Hornecker e Shaer (2009) definem que “as interfaces tangíveis fornecem representações tangíveis para informações e controles digitais, permitindo que os usuários literalmente compreendam os dados com as mãos”.

Quanto a matemática no contexto escolar, é uma das disciplinas que mais causa dificuldades, pois ela exige raciocínio, lógica e abstração dos aprendizes. Os alunos com dificuldades na disciplina perdem o interesse e há descontentamento, levando-os a terem deficiência nesta área de conhecimento. Essa deficiência nos conteúdos de matemática, de acordo com Silva e Meucci (2017), começa nos primeiros anos de ensino, fazendo com que haja perdas em aspectos fundamentais, dificultando o avanço no percurso escolar, desmotivando os alunos nas áreas que envolvem matemática e levando-os a não se empenharem no aprendizado das disciplinas das áreas de Ciências Exatas e Tecnologia.

Aprender matemática com compreensão é uma característica fundamental dos processos de ensino. Para que a matemática faça sentido, o tipo de experiência de aprendizagem proporcionada aos alunos desempenha um papel importante no aumento da qualidade dessas aprendizagens (Perez, 2015). Com o auxílio de recursos extras incluindo recursos tecnológicos, os conceitos matemáticos podem ser trabalhados de uma forma mais agradável.

Quando se trata de alunos com deficiência intelectual, os conceitos matemáticos se tornam ainda mais complexos, e as dificuldades do professor ainda maiores. Observa-se que muitas vezes os apoios computacionais usados para o auxílio da aprendizagem não estão adaptados aos alunos com deficiência intelectual. De acordo com Baranauskas, Souza e Pereira (2012) é criticamente importante a construção de interfaces acessíveis, flexíveis e ajustáveis considerando os variados contextos e a diversidade cultural brasileira. Esta solução dará a pessoas com deficiência um modo de participarem da sociedade, utilizando dispositivos computacionais para realizarem de forma mais autônoma atividades de estudo, lazer, comunicação e até trabalho.

Considerando esses aspectos, buscou-se por desenvolver um jogo digital que favorecesse a aprendizagem de matemática aliando interfaces tangíveis como recurso de interação. Optou-se por adotar um recurso já reconhecido nas escolas como instrumento pedagógico, o Material Dourado, como interface de interação com o jogo digital.

O Material Dourado, ou Montessori Beads, desenvolvido pela médica e educadora italiana Maria Montessori (1870 - 1952) para o auxílio de aprendizagem de matemática, constitui-se de blocos de madeira ou de miçangas que representam as unidades, dezenas, centenas e milhares do sistema numérico decimal [Daltoé e Strelow 2005]. Segundo Bock (2010) o Material Dourado é um material concreto de fácil manipulação que ajuda a desenvolver o raciocínio do aluno, estimula o pensamento lógico matemático e faz com que o educando aprenda sem receber uma pressão psicológica, auxiliando a aprender o conteúdo de forma lúdica. Bock concluiu que o Material Dourado tem grande importância para o ensino e aprendizagem do aluno auxiliando-o neste processo. A figura 2 apresenta um modelo de Material Dourado em madeira, com os marcadores para leitura e reconhecimento no software proposto.

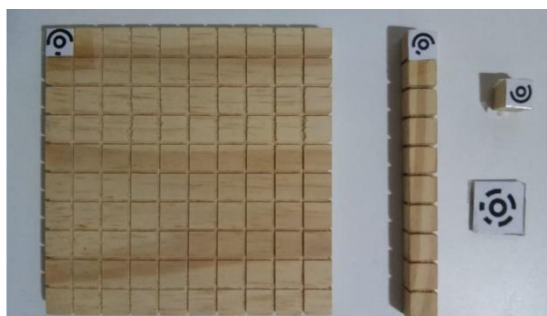


Figura 2 Material dourado

O jogo desenvolvido constitui-se de puzzles interativos, nos quais o jogador tem que resolver as operações que aparecem na tela com uso de material tangível. O recurso visa ao desenvolvido cognitivo e a aprendizagem de operações básicas da matemática, a saber: soma, subtração, multiplicação e divisão. Buscando atender o maior número de alunos, independentes de suas deficiências, o jogo foi desenvolvido no intuito de deixar a jogabilidade igual para todos, assim na hora de jogar, todos poderão participar. Isso se evidencia pela interface tátil, que pode favorecer o aluno com deficiência visual, e os feedbacks sonoros e de áudio, para alunos com deficiência auditiva.

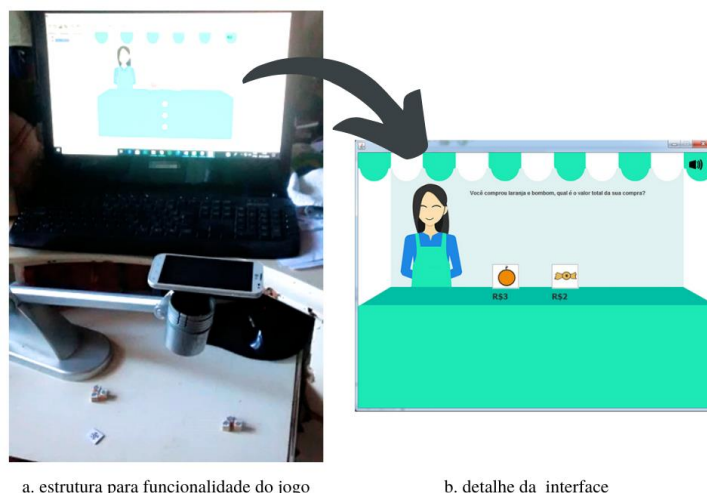


Figura 3 Interface e estrutura de uso do jogo

O jogo utiliza a metáfora de um mercado no qual o jogador deve fazer o pagamento de suas compras utilizando o Material Dourado como se fosse o dinheiro. Por meio dos problemas apresentados, propõe capacitar os alunos, desenvolvendo neles o raciocínio e a abstração, bem como contextualizar para um problema do mundo real que é lidar com dinheiro. Esses foram aspectos enfatizados pela professora do AEE, relevantes para a aprendizagem e inclusão social de alunos com deficiência. O problema é resolvido quando os valores colocados em cena forem iguais ao resultado das operações e assim seguindo até a última fase. A Figura 3 apresenta o funcionamento do jogo, sendo à direita um detalhe da tela de resolução de problema e do Material Dourado convertido em moedas na cena, e à esquerda a estrutura para funcionalidade do jogo, com a captura das imagens por meio da câmera do celular e sua interpretação na tela, e o Material Dourado com marcadores.

4.1 Análise heurística

A análise heurística do protótipo do jogo foi pautada em critérios de acessibilidade em jogos, baseando-se nas normativas e critérios de avaliação de acessibilidade para tecnologias educacionais (MEC, 2018) e no Game Accessibility Guidelines (2019), separadas por categorias visuais, motoras, auditivas e cognitivas, como o Quadro 1 apresenta. Esta análise permitiu identificar necessidades de melhorias no jogo, aliados aos aspectos identificados na avaliação empírica com os alunos e professora, e subsidiaram a etapa de *redesign* e reimplementação do jogo.

Quadro 1 Avaliação de Acessibilidade

Categoria: Visual	MEC/Game accessibility guide lines	Aprovado	Aprovado Parcialmente	Não Aprovado	Não se aplica
Restrição visual de acesso	Ambos		X		
Apresentar audiodescrição e/ou descrição textual para vídeos, animações e outros recursos multimídias.	MEC			X	
Garantir que nenhuma informação essencial seja transmitida apenas por uma cor	Game accessibility guide lines		X		
Use um tamanho de fonte padrão facilmente legível, formatação simples.	Ambos	X			
Elementos interativos / controles virtuais sejam grandes e bem espaçados, especialmente em telas pequenas ou sensíveis ao toque.	Game accessibility guide lines	X			
Permitir o aumento ou redução da fonte do texto apresentado na interface.	MEC			X	

Continua

Categoria: Visual	MEC/Game accessibility guide lines	Aprovado	Aprovado Parcialmente	Não Aprovado	Não se aplica
Permitir alteração nas cores do primeiro e segundo planos do que está exposto na interface.	MEC			X	
Categoria: Motora					
Permitir que os controles sejam reconfigurados.	Game accessibility guide lines			X	
Opção para ajustar a sensibilidade dos controles.	MEC			X	
Assegure-se de que os controles sejam os mais simples possíveis ou forneçam uma alternativa mais simples	Game accessibility guide lines	X			
Possibilita substituir o uso do mouse por vias alternativas como teclado, sopros, pequenos ruídos ou movimentos voluntários mínimos.	MEC				X
Possibilita o uso de Simuladores de Teclado	MEC				X
Categoria: Auditiva					
Use legendas para todos os discursos importantes	Game accessibility guide lines			X	
Controles de volume separados ou mudo para efeitos, fala e plano de fundo / música.	MEC				X
Garantir que nenhuma informação essencial seja transmitida apenas por sons.	Game accessibility guide lines				
Se alguma legenda for usada, apresente-as de maneira clara e fácil.	Ambos	X			
Uso de sinais sonoros são substituídos por sinais visuais claros	MEC		X		
O produto deve disponibilizar alternativas à operação por voz	MEC				X
Categoria: Cognitiva					
Apresentar uma linguagem simples e objetiva	Ambos	X			
Permitir que o jogo seja iniciado sem a necessidade de por vários níveis de menus.	Game accessibility guide lines	X			
Inclua tutoriais interativos	Game accessibility guide lines			X	
Permitir que os jogadores avancem em seu próprio ritmo	Ambos	X			
Evite padrões repetitivos	Game accessibility guide lines			X	
Apresenta escrita no recebimento de comunicações do usuário	MEC		X		

4.2 Avaliação empírica com professora e alunos

Os testes do primeiro protótipo do jogo foram realizados na Escola [Chaves 2018], com os alunos atendidos na SRM. As avaliações foram efetuadas individualmente com três alunos com deficiência intelectual os quais no momento da avaliação tinham treze, quatorze e quinze anos de idade. Além do pesquisador, estava presente a professora responsável pela SRM que auxiliou no decorrer do uso do jogo pelo aluno. Os alunos foram esclarecidos quanto ao funcionamento do jogo e como deveriam posicionar os blocos do Material Dourado para resolver os problemas. Eles já conheciam o Material Dourado, o que facilitou a compreensão dos conceitos envolvidos.

Observou-se que os alunos conseguiram associar o Material Dourado com o dinheiro que era apresentado graficamente no jogo, eles contavam as peças do Material Dourado para verificar se a sua resposta estava correta e em algumas oportunidades contaram também o dinheiro representado no jogo, contando unidade por unidade e também associando a nota de dez reais a peça da dezena do Material Dourado, como se pode observar na Figura 4. Em outro momento, um dos alunos alcançou uma fase que o cálculo a ser realizado envolvia a peça da centena do Material Dourado, sendo que esta ainda não havia sido utilizada por ele, mas o aluno conseguiu fazer o cálculo corretamente com o auxílio da professora.

Em algumas questões, os alunos apresentavam dificuldades na resolução do problema, assim, foi necessária a intervenção da professora da SRM para explicar o modo

como deveria fazer para realizar o cálculo. Portanto, o jogo digital desenvolvido não retira a importância do professor no ensino de matemática, mas serve como um auxílio e como uma forma lúdica ao aluno para a aprendizagem dos conteúdos básicos de matemática.

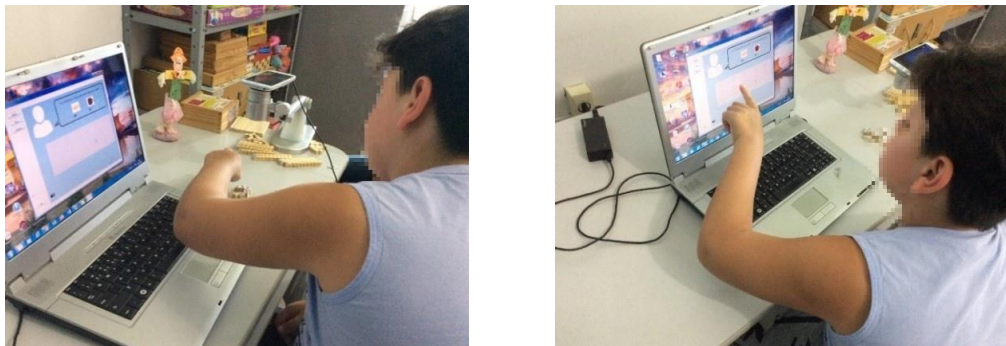


Figura 4 Aluno fazendo uso do jogo digital

As observações mostram que os jogadores entenderam como o jogo funcionava e que o posicionamento das peças do Material Dourado para o reconhecimento pelo sistema foi a parte que trouxe mais problemas. Acredita-se que isto ocorreu devido ao fato de não haver uma área demarcada para a colocação das peças, assim os alunos algumas vezes posicionaram os blocos do Material Dourado fora da área de captura da câmera impedindo a sua detecção. Os dados também mostram uma dificuldade em alguns momentos, em particular em um dos alunos, para o entendimento das perguntas. A falta do *feedback* sonoro pode ter ajudado para que isso tenha ocorrido. As reações das crianças demonstraram de forma espontânea o interesse pelo jogo, revelando sua ludicidade.

Por meio de entrevista com a professora, esta relatou que o jogo é criativo e que é válido para trabalhar os conceitos matemáticos básicos com os alunos de uma maneira diferente. Ela destacou que o software auxilia na aprendizagem de matemática, pois os alunos precisam interpretar o problema e realizar os cálculos de uma forma concreta. Segundo a professora, o Material Dourado mostrou-se importante para as crianças que ainda possuem dificuldade na resolução de cálculos.

4.3 Reimplementação do jogo

A reimplementação do jogo foi executada após as análises realizadas nas etapas anteriores da pesquisa. Verificou-se a necessidade de uma adaptação maior nos menus, como introdução de áudios auxiliares e a opção de aumento das letras do jogo para pessoas com dificuldades visuais ou cegas, assim também como uma atualização visual no jogo. Destacam-se: i) melhorias como o *feedback*, como por exemplo, reprodução de áudio quando posicionado o mouse sobre botões; ii) adicionada tela de configurações a qual possibilita configurar o volume do jogo, e o tamanho das letras para que sejam mais visíveis; iii) em todas as telas, tanto menus como fases, incluída a opção de voltar para tela anterior, oferecendo mais controle ao usuário; e iv) correções de alguns problemas matemáticos, valores dos produtos condizentes com a realidade, e inserção de exercícios em todas as fases.

5. Considerações finais

Neste trabalho foi apresentado o desenvolvimento e análise de um jogo digital que utiliza do Material Dourado como interface tangível para auxiliar na aprendizagem das operações básicas de matemática para alunos dos anos iniciais do ensino fundamental,

especialmente aqueles com deficiência intelectual. A pesquisa procurou adotar materiais pedagógicos já reconhecidos e utilizados com frequência no ensino de matemática, alinhados a tecnologias modernas de interface humano-computador.

O envolvimento da professora do atendimento educacional especializado na definição das necessidades dos alunos mostrou-se fundamental na construção do software. As dificuldades de abstração inerente da matemática, suas relações com a vida cotidiana, a necessidade de materiais concretos para compreensão do aprendiz, foram os principais pontos considerados no desenvolvimento do trabalho.

As análises do jogo de forma empírica pela professora e pelos alunos com deficiência e heurística, pelos pesquisadores, trouxeram um olhar para as necessidades de adaptação do jogo, de forma a torná-lo acessível a uma ampla gama de alunos. As melhorias apontadas foram realizadas, gerando como resultado uma nova versão do jogo, mais acessível. Nesse sentido, a pesquisa colabora para produção de tecnologia inclusiva, buscando oferecer produtos que permitam ao aluno interagir de forma autônoma, independentemente de suas deficiências.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Governo do Estado de Santa Catarina pela concessão de bolsa de pesquisa por meio do programa UNIEDU.

7. Referências

- Alves, G. M. T. e Aguiar, Y. P. C. (2014) Acessibilidade e Tecnologia Assistiva no Ambiente Educacional: Mapeamento Sistemático. In: 20^a Workshop de Informática na Escola, 2014, Dourados. Anais... Dourados: Congresso Brasileiro de Informática na Educação – CBIE.
- Antunes, K. C. V. (2012) História de vida de alunos com deficiência intelectual: percurso escolar e a constituição do sujeito. 154 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- Baranauskas, M. C. C., Souza, C. S. D. e Pereira, R. (2012) I GranDIHC-BR - Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil. Cuiabá: Sociedade Brasileira de Computação – SBC.
- Braz, L. D. M. (2017) Design para todos e educação inclusiva: envolvendo professores na criação de tecnologias. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 120 p.
- Bock, F. S. (2010). Adição e subtração com o Material Dourado. AJES - Instituto Superior de Educação do Vale do Juruena, Juína.
- Chaves, J. E. (2018) Jogo Digital para Aprendizagem de Matemática Utilizando Material Dourado como Interface Tangível. Itajaí, 2018. 69 f. Trabalho Técnico-científico de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Escola do Mar, Ciência e Tecnologia, Univali.
- Daltoé, K. e Strelow, S. (2005) Trabalhando com Material Dourado e blocos lógicos nas séries iniciais. Disponível em: <<https://www.somatematica.com.br/artigos/a14/>>.
- Dresch, A., Lacerda, D. P. e Antunes Jr., J. A. V. (2015) Design Science research: método

de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman.

- Falcão, T. P. D. R. (2007) Design de interfaces tangíveis para aprendizagem de conceitos matemáticos no Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Game Accessibility Guidelines. (2019). Disponível em: <http://gameaccessibilityguidelines.com/>.
- Hornecker, E. e Shaer, O. (2009) Tangible user interfaces: past, present, and future directions. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, v. 3, n. 1-2.
- Masciano, C. F. R. (2011) A construção do conhecimento matemático em alunos com diagnóstico de deficiência intelectual integrados em turmas de 1º a 5º anos do ensino regular. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Desenvolvimento Humano, Educação e Inclusão Escolar) - Curso de Especialização em Desenvolvimento Humano, Educação e Inclusão, da Universidade Aberta do Brasil, Universidade de Brasília, Brasília.
- MEC. (2018) Edital de Convocação 25/2018-SEb: Anexo IV. Disponível em: <https://tecnologiaeducacional.mec.gov.br/file/edital.pdf>.
- Nemirovsky, R. e Wright, T. (2004) Storyline. *Hands On!*, v. 27, n. 1, p. 12-15.
- Perez, L. A. (2015) Um estudo sobre o uso de avaliações apoiadas pelas tecnologias. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 199 p.
- Pimentel, M. (2018) A Computer Science Researcher Looking for a Way to ThinkDo the Research on Computers in Education. **Brazilian Journal of Computers in Education**, [S.l.], v. 26, n. 01, p. 51, jan. ISSN 2317-6121.
- Pletsch, M. D. e Glat, R. (2012) A escolarização de alunos com deficiência intelectual: uma análise da aplicação do Plano de Desenvolvimento Educacional Individualizado. *Linhas Críticas*, Brasília, v. 18, n. 35.
- Queiroz, L. S. (2011) Desenvolvimento de aplicação multitoque como ferramenta complementar ao ensino de geometria. 2011. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação) - Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília.
- Roberto et al. (2011) Jogos Educacionais Baseados em Realidade Aumentada e Interfaces Tangíveis. *Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada*, Porto Alegre. 91-128.
- Santos, D. C. O. (2012) Potenciais dificuldades e facilidades na educação de alunos com deficiência intelectual. *Educ. Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 935-948.
- Santos, L. S. e Pereira, P. E. D. (2016) O Uso do Material Dourado como Recurso no Ensino de Matemática: Adição e Subtração em Foco. In: IX Encontro Paraibano de educação matemática. Campina Grande. Anais... Campina Grande: Realize Eventos Científicos & Editora, 2016.
- Silva, S. B. D. e Meucci, R. D. (2017) Brincando com Matemática: uma alternativa educacional tangível e acessível ao ensino básico. *Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística*, São Paulo, v. 6, abr.