

Aplicação e avaliação de um jogo sério como alternativa metodológica para ensino de frações para alunos com TDAH

Application and validation of a serious game as a methodological alternative for teaching fractions to students with ADHD

Fernando Alves Júnior¹, Heleno Fülber¹, Bruno Merlin¹

¹Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada – Universidade Federal do Pará (UFPA)
68464-000 – Tucuruí – Pará – Brasil

{fernandoaj, fulber, brunomerlin}@ufpa.br

Abstract. Introduction: This article describes the results obtained in an action research on the applicability of a serious game with virtual reality in the teaching and learning process of fractions content for students with ADHD. The development strategies and their practical implications observed in the use of the software are described. **Objective:** Apply and evaluate the contribution of the game in the learning process of fraction content for students with ADHD in the 6th and 7th grades of elementary school. **Methodology or Steps:** Presentation of the game to guidance counselors, teachers and parents of students; assessment of learning of fractions content; use of the game by students; reassessment of learning of the content. **Results:** The possibility of using the game as a didactic alternative for teachers to teach fractions stands out, improving students learning of the content.

Keywords: Serious Games, Virtual Reality, Fractions, ADHD.

Resumo. Introdução: Este artigo descreve os resultados obtidos em uma pesquisa-ação sobre a aplicabilidade de um jogo sério com realidade virtual no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de frações para alunos com TDAH. São descritas as estratégias de desenvolvimento e suas implicações práticas observadas na utilização do software. **Objetivo:** Aplicar e avaliar a contribuição do jogo no processo de aprendizagem do conteúdo de frações para alunos com TDAH do 6º e 7º anos do ensino fundamental. **Metodologia ou Etapas:** Apresentação do jogo para orientadores, professores e pais de alunos; avaliação da aprendizagem do conteúdo de frações; utilização do jogo pelos alunos; reavaliação da aprendizagem do conteúdo. **Resultados:** Destaca-se a possibilidade de utilização do jogo como alternativa didática por professores para o ensino de frações, melhorando a aprendizagem do conteúdo por parte dos alunos.

Palavras-chave: Jogos Sérios, Realidade Virtual, Frações, TDAH.

1. Introdução

O Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é a condição neurodivergente mais frequente em crianças e adolescentes. Caracteriza-se pela dificuldade destes indivíduos em manter a atenção e foco nas atividades cotidianas e pela impulsividade apresentada. É diagnosticado por um neurologista e pode ser classificado

em: a) predominantemente desatento; b) predominantemente hiperativo ou; c) combinado (quando há sintomas dos dois tipos). Não há cura para o transtorno, mas é possível regular os sintomas de modo que o indivíduo tenha uma vida sem problemas de desenvolvimento.

Entre as tantas dificuldades enfrentadas por este público, as tarefas cognitivas ocupam um lugar de destaque. Segundo Rhode *et al.* (2003), indivíduos com TDAH não possuem limitações cognitivas, porém necessitam de ajustes metodológicos para alcançarem seus objetivos educacionais. Abrahão *et al.* (2020) enfatiza que as estratégias tradicionais podem não ser relevantes para o ensino de alunos com TDAH. Nesse sentido, é necessário criar estratégias didáticas diferenciadas para estes alunos.

Surge, então, como alternativa, a utilização de recursos tecnológicos para o ensino dos alunos com dificuldade de atenção, pois em geral estes recursos são capazes de prender a atenção dos usuários e, se bem empregados nas atividades cotidianas, podem ajudar a promover o aprendizado. Alves Júnior, Fulber e Merlin (2023) indicam que há escassez de produtos digitais com esta finalidade.

Este trabalho apresenta os resultados da aplicação e avaliação de um jogo desenvolvido para ser utilizado como alternativa didática para o ensino do conteúdo de frações no 6º e 7º anos do ensino fundamental para alunos com TDAH, sendo uma continuação do trabalho publicado no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Alves Júnior, Fülber e Merlin, 2024), onde foram relatadas as etapas anteriores da pesquisa e no SBGAMES 2024 (Alves Júnior, Fülber e Merlin, 2024), que apresentou o processo e tecnologia utilizados no seu desenvolvimento.

O software é um jogo sério com realidade virtual para a plataforma *Android* e utilização do *Google CardBoard®*, a fim de explorar as características imersivas empregando-as no contexto educacional para alunos com TDAH, possibilitando a diminuição de fatores externos no momento de estudo. O jogo é composto por missões que devem ser realizadas e que estão em conformidade com as competências apresentadas na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) para o conteúdo de frações do 6º e 7º anos do ensino fundamental. Na construção do software foram consideradas as recomendações registradas na literatura para jogos com esta finalidade, bem como a teoria das cores e a teoria das representações semióticas no ensino de frações.

O jogo foi experimentado por professores e alunos. Foram realizadas entrevistas com pais, alunos e professores para compreender a percepção destes sobre a utilização do software. O relato dos pais indica que o jogo aumentou a motivação para o estudo de frações e que ele poderia ser facilmente adicionado à rotina de estudos dos seus filhos. Por meio de avaliações pré e pós experimentação do jogo, verificou-se a melhoria do aproveitamento nas competências do conteúdo de frações por parte dos alunos com TDAH que utilizaram o jogo. Os alunos relataram ter gostado de jogar o game e que este poderia ser um importante aliado para os estudos. Os professores participantes mostraram-se interessados em utilizá-lo como recurso didático.

2. Referencial Teórico

2.1. TDAH, Educação e Tecnologia

O Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é o acometimento neurodivergente mais comum em todo mundo. Segundo o DSM-5 (2014), cerca de 3% a

5% das crianças e adolescentes apresentam os sintomas deste transtorno, caracterizado por episódios frequentes de desatenção e impulsividade. Existem três tipos de diagnósticos que dependem dos sintomas apresentados pelos indivíduos: a) predominantemente desatento; b) predominantemente hiperativo e; c) combinado (apresenta comportamento desatento e hiperativo). Abrahão *et al.* (2020) indica que não há tratamento curativo para o TDAH, sendo necessário reorientar o comportamento dos acometidos, no sentido de ajustar o comportamento nas variadas situações da vida cotidiana para que este se desenvolva normalmente. Rhode *et al.* (2003) ressalta que os indivíduos com TDAH não possuem déficit cognitivo.

Entre os ambientes mais desafiadores para pessoas com TDAH está o ambiente acadêmico. Salas com muitos alunos, vários estímulos concorrentes e metodologias tradicionais são alguns dos elementos citados por Rhode *et al.* (2003) como empecilhos para o pleno aprendizado desses alunos. Ainda segundo os autores, crianças e adolescentes com TDAH necessitam de adaptações metodológicas para o alcance dos resultados acadêmicos. Estes ajustes partem desde alterações no ambiente como salas de aula até modificação de processos e currículo. Abrahão *et al.* (2020) enfatiza a necessidade de reorganizar o indivíduo por meio da orientação comportamental nos vários ambientes em que ele está inserido.

Rocha *et al.* (2013) destaca a tecnologia digital como um importante aliado para alcançar os alunos com TDAH, uma vez que essa é uma temática que chama muito a atenção destes indivíduos. Para este autor, eles se apresentam como um campo vasto a ser explorado como alternativa aos métodos tradicionais de ensino, sabidamente limitados em atender às necessidades dos alunos neurodivergentes. Rodrigues *et al.* (2021) documentaram uma série de elementos necessários que um software voltado para indivíduos com TDAH deve ter para atender às suas necessidades, como ter feedback positivo e gratificante, número limitado de módulos, reforço positivo com recompensas, cenários sociais animados, ajuda para definição de metas de curto prazo e indicação de progresso no jogo.

2.2. Ensino de Frações

De acordo com a BNCC (Brasil, 2018), o ensino de frações está dividido entre o 4º e o 7º ano do ensino fundamental. Nos dois primeiros anos o aluno deve compreender os conceitos básicos deste conteúdo e nos dois últimos são trabalhados os aspectos de classificação de frações, conversão de frações em números decimais, operações com frações e equivalência de frações, bem como suas competências e habilidades associadas.

De forma semelhante a outros conteúdos da disciplina de matemática, há alguns desafios que devem ser superados pelos docentes ao ensinar o conteúdo de frações. Ananias (2019) cita que a utilização de diagramas deve ser bem pensada, pois tem potencial para confundir o aluno no entendimento das frações próprias (com representação numérica menor que 1. Outras dificuldades apontadas pela autora são a possibilidade de incompreensão de que as frações representam uma divisão, a representação da ideia do “todo” e representação de equivalências, devido à dificuldades ligadas à abstração destas representações. Castro (2019) também aponta os fatores socioeconômicos dos alunos como elementos que favorecem a dificuldade na compreensão do conteúdo. Martinho (2020) acrescenta a dificuldade dos alunos em

lembrar os conteúdos básicos aprendidos em séries anteriores para resolver problemas mais complexos.

Dentre as abordagens para o ensino de frações, destaca-se a “Teoria das Representações Semióticas” de Raymond Duval, elucidada por Souza (2019) e Trentin & Boszko (2022). Segundo esta teoria, para que o aprendizado de frações aconteça é necessário que os alunos sejam capazes de compreender a converter as diferentes formas de representação das frações. Um exemplo das representações é mostrado na Figura 1.



2.2.1 Recursos Tecnológicos e o Ensino de Frações

A literatura científica apresenta alguns trabalhos relacionados à utilização de recursos tecnológicos aplicados ao ensino de frações. Castro (2019) relata a utilização do software Scratch para o ensino de frações para alunos em vulnerabilidade social. A autora relata o aumento da motivação e descontração no estudo de frações e aponta a necessidade de utilização de elementos materiais (concretos) para tornar as frações significativas. Barboza Júnior (2022) apresenta a utilização de uma plataforma digital com foco na acessibilidade, criada pelo próprio autor, para o ensino de frações. Trentin & Boszko (2022) conduziram uma pesquisa utilizando ferramentas digitais gratuitas e um software produzido pelos autores denominado “Show da Fração”. Alves Júnior, Fülber e Merlin (2023) apresentam uma revisão sistemática da literatura que aponta para uma escassez de softwares voltados para o ensino de frações e inexistência de softwares que utilizam realidade virtual para o ensino deste conteúdo.

3. O Jogo

O jogo sério desenvolvido para a pesquisa foi batizado de “Math Mission”. Seu processo de desenvolvimento seguiu as orientações descritas em trabalhos anteriores (Alves Júnior, Fülber e Merlin, 2024) no que diz respeito às características para softwares concebidos para utilização de indivíduos com TDAH para fins educacionais, bem como à teoria das cores e à teoria das representações semióticas para o ensino de frações e aderente às competências descritas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o conteúdo de frações do 6º e 7º anos do ensino fundamental. Este processo está descrito em um artigo publicado no Simpósio Brasileiro de Games (Alves Júnior, Fülber e Merlin, 2024).

O jogo é ambientado em uma casa virtual, onde o aluno pode interagir com os objetos de quatro cômodos: sala, quarto, cozinha e quintal. Cada um destes ambientes enfatiza uma competência da BNCC para o conteúdo de frações, a saber: classificação de frações, conversão de frações em números decimais (e vice-versa), operações com frações e equivalência de frações. Em cada cômodo há três atividades e são propostas missões e um item de ajuda para auxiliar o usuário a lembrar o conceito envolvido na resolução das

missões. Cada missão também tem uma ajuda própria, no sentido de explicar a sua dinâmica. A Figura 1 mostra algumas missões do jogo.



Figura 1. Missões do ambiente da Sala

Ao concluir as missões, o aluno ganha insígnias (Figura 2) e novas missões são desbloqueadas. O jogo foi desenvolvido para a plataforma *mobile* Android, para ser utilizado com o dispositivo *Google CardBoard®* e a interação com o ambiente é feita por meio de um joystick conectado via *bluetooth* no *smartphone* em que está sendo rodado o jogo. Para aumentar a imersão e diminuir a influência externa, pode ser utilizado um fone de ouvido conectado ao aparelho.



Figura 2. Insígnias para as missões do ambiente da Sala

4. Metodologia

A aplicação e avaliação do jogo aconteceu no contexto de uma rede de escolas particulares de Belém-PA. Foram selecionadas quatro turmas regulares inclusivas onde haviam alunos diagnosticados com TDAH e integrados ao cotidiano de sala de aula. Além do pesquisador, outros atores estiveram ativamente envolvidos na pesquisa: as orientadoras educacionais das escolas, os professores de matemática, os pais dos alunos com TDAH e todos os alunos da turma.

No primeiro momento, houve conversa entre o pesquisador e as orientadoras, no sentido de apresentar a pesquisa e solicitar parceria para a identificação dos alunos com TDAH laudados e para o contato com pais e professores. Estas foram as primeiras a experimentar o jogo, dando seu aval para a continuidade da pesquisa. Em seguida, os professores foram apresentados à ferramenta e também realizaram a experimentação. Com o aval destes, os pais dos alunos com TDAH foram convidados a conhecer o software e a permitir que seus filhos o experimentassem. Participaram da experimentação oito alunos com laudo de Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade, além de vinte alunos neurotípicos.

A experimentação dos alunos aconteceu propositalmente após o bimestre em que os professores ensinaram o conteúdo de frações, para que fosse realizada uma

avaliação diagnóstica sobre o aprendizado deste conteúdo. Com o aval dos professores, todos os alunos da turma foram submetidos a esta avaliação, o que permitiu obter o nível de aprendizagem da turma nas várias competências da BNCC para o conteúdo de frações, estabelecendo o perfil das turmas e permitindo comparar o conhecimento dos alunos com TDAH com a média da turma.

Antes da experimentação dos alunos, além da avaliação diagnóstica, os alunos com TDAH foram entrevistados por meio de uma entrevista semiestruturada, bem como os seus pais e professores. Estas entrevistas visavam coletar as impressões dos atores sobre o conteúdo de frações e a disciplina de matemática, bem como detalhes referentes ao acompanhamento dos alunos e expectativas com relação ao uso de tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem. Estes dados também seriam comparados com dados de outra entrevista a ser realizada após a experimentação dos alunos.

A experimentação dos alunos foi realizada em seis encontros, sempre no momento da aula do professor de matemática e de forma individualizada. Cada aluno era conduzido a uma sala à parte e a utilização do jogo durava em média quinze a vinte minutos. Naturalmente, no primeiro encontro de cada aluno, havia a interação do pesquisador no sentido de orientar sobre o funcionamento do software. Já no segundo encontro esta orientação diminuiu drasticamente e a partir do terceiro encontro tornou-se apenas pontual. Ao final de cada experimentação, o aluno era convidado a relatar o que achou da experiência. As informações foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas.

Ao final dos seis encontros, os alunos foram convidados a realizar nova avaliação diagnóstica, objetivando comparar o resultado prático na experimentação do jogo, bem como comparar o aproveitamento com o obtido na avaliação anterior à utilização do game. Após a avaliação, alunos, pais e professores responderam a uma nova entrevista semiestruturada. Os dados foram então tabulados e comparados tanto quantitativamente quanto qualitativamente.

5. Resultados

A comparação dos dados pré e pós experimentação permitiu classificá-los em dois aspectos: quantitativos, analisando o aproveitamento dos alunos em forma de porcentagem nas variadas competências relacionadas na BNCC (descritas adiante na seção 5.2) e qualitativamente, verificando as impressões dos pais, alunos e professores com a utilização do jogo para promoção de ensino e aprendizagem.

Antes de relatar os resultados, é pertinente citar o aluno típico participante da pesquisa: um aluno de 11 anos de idade, do 6º ano, com dificuldade em estudar os conteúdos de matemática, porém com uma rotina de estudos. Tem grande interesse em atividades e dispositivos tecnológicos e faz uso de dispositivos para acessar a internet, jogar e ver vídeos, de forma controlada pelos pais. Possui conhecimento básico sobre frações e não compreendeu completamente o conteúdo trabalhado na escola. Faz terapia para tratar os sintomas do TDAH.

5.1. Resultados Qualitativos

Os resultados subjetivos verificados foram analisados por meio das respostas às entrevistas realizadas ao final da experimentação do software. Serão abordados os aspectos referentes aos alunos, aos pais, aos professores e à observação do pesquisador.

Primeiramente, os alunos foram questionados sobre como se sentiram ao utilizar o jogo. A resposta mais frequente esteve relacionada à diversão produzida pelo ato de jogar, sendo destacado que o jogo é “legal”. Houve um relato de aluno que citou que estudaria o conteúdo utilizando o jogo. Em seguida, quando indagados se eles conseguiram aprender o conteúdo ao jogar, houve quase unanimidade em relatar que sim, com alguns alunos até citando conteúdos e missões que foram jogadas. Apenas um aluno respondeu “mais ou menos”. Os alunos também foram questionados sobre o aproveitamento em futuras avaliações sobre o conteúdo de frações, se sentiam que poderiam ter resultados melhores. Metade dos alunos respondeu não ter certeza se se sairiam bem nas avaliações. Apenas um participante respondeu que teria um melhor aproveitamento com certeza.

Outro aspecto em que os alunos foram questionados diz respeito à jogabilidade e características do jogo. Quase todos os participantes responderam que se sentiram dentro do ambiente virtual e apenas um relatou que não. Isso é condizente com o observado durante os encontros para experimentação, onde era possível ver os alunos apontarem e fazerem perguntas sobre elementos do ambiente virtual. Sobre a facilidade de jogar, também houve unanimidade em citar que o jogo é fácil. Nesta pergunta houve uma certa dificuldade de compreensão pois alguns alunos acharam que a pergunta se tratava do conteúdo e não da dinâmica do jogo, fato esclarecido pelo pesquisador. Finalmente, os alunos também foram unânimes em relatar que jogos como este poderiam ajudá-los e a outros alunos a aprenderem os conteúdos de matemática.

A entrevista com os pais buscou colher as impressões deles sobre o interesse dos filhos em relação ao aprendizado por meio do jogo. Todos os pais relataram que seus filhos se mostraram mais interessados no conteúdo, relatando como exemplo os comentários dos filhos após cada experimentação. Os pais avaliaram que os filhos se sentiram motivados a estudar o conteúdo por meio do jogo. Também houve concordância sobre a possibilidade de inserir o jogo na rotina de estudos dos filhos, sendo todos os pais favoráveis.

Quando perguntados sobre em que aspecto eles achavam que os filhos tinham melhorado ao utilizar o jogo, as respostas foram variadas. Foi citado principalmente o aumento do interesse por se tratar de uma atividade tecnológica, mas também aspectos relacionados à rotina do estudante, como melhoria no aproveitamento das atividades cotidianas (exercícios em sala de aula). Os pais também foram convidados a expressar alguma crítica ou sugestão para a melhoria do jogo, mas todos disseram não haver nem uma nem outra.

Nas entrevistas realizadas com os docentes, ficou clara a expectativa destes pela perspectiva de utilização do jogo como alternativa didática. Quando perguntados se, na sua opinião, o jogo havia contribuído para a aprendizagem dos alunos, os professores foram unânimes em responder que sim, citando falas dos alunos sobre a utilização do jogo. Eles também avaliaram positivamente o interesse dos alunos pelo conteúdo de frações por meio do jogo. Questionados se o jogo seria uma forma eficiente de ensinar frações, a resposta também foi positiva, porém alguns professores citaram a necessidade de alguns ajustes pontuais no jogo, como a possibilidade de algo guiando os alunos por onde seguir no jogo.

Outro questionamento para os professores foi se a utilização do jogo pelos alunos facilitou a prática docente. Quando a isto, estes responderam não haver como mensurar,

pois o conteúdo já havia sido dado anteriormente, mas acreditavam que poderia ajudar se utilizado no período em que fosse trabalhado o conteúdo em sala. Eles também afirmaram que utilizarão o jogo em situações futuras em que estejam trabalhando o conteúdo de frações. Quanto às críticas, apenas um professor relatou que as missões deveriam dar mais ênfase à ajuda, permitindo que o aluno saiba que ela está disponível.

Sobre os aspectos observados durante a experimentação, cabe salientar aqueles referentes à utilização do software. Apenas um dos alunos relatou desconforto ao utilizar o jogo e sempre relacionado à questão da luz do dispositivo. Esta situação aconteceu nos primeiros dois encontros com este aluno e quando indagado se gostaria de parar a experimentação, este negou-se, preferindo continuar. Nos encontros seguintes, o incômodo não foi mais relatado. Uma vez que este não foi um aspecto destacado na entrevista final, é possível subentender que se tratava apenas de um aspecto adaptativo.

Outro destaque é por conta da motivação observada nos alunos. O momento da utilização do jogo era muito aguardado pelos participantes, inclusive pelos colegas de classe que, ao saber do que se tratava, também se ofereciam para utilizá-lo. Algumas vezes ao terminar o tempo de experimentação era possível observar uma certa frustração nos alunos por não poder continuar. Também vale ressaltar que durante as sessões de jogo, não houve nenhum momento de desvio de foco aparente, algo muito importante quando se trata de indivíduos com TDAH. Ao iniciar uma missão, os alunos mantinham sua atenção nela até que a terminassem e muitas vezes, ao não conseguir concluir-la por algum erro simples, recomeçavam prontamente, objetivando sua conclusão.

A utilização de recompensas nas missões também foi um fator importante. Notou-se que os alunos realmente se sentiam motivados a conquistar as missões e receber suas insígnias, esforçando-se para isso. Inclusive, todos perceberam que só conseguiam as insígnias se concluíssem as missões sem erros e ao errarem, já em seguida interrompiam a missão e recomeçavam, pois sabiam que já não conseguiriam a recompensa.

Por fim, destaca-se a interatividade com o ambiente. Comparando com jogos que se utilizam da realidade virtual semelhantes percebe-se uma certa limitação de interatividade destes. Apesar de não ter sido mensurado, percebeu-se o engajamento dos alunos com o jogo e a melhora do desempenho conforme foram sendo dominados os movimentos da cabeça e utilização do *joystick* para interagir com os elementos do ambiente virtual.

5.1. Resultados Quantitativos

Os alunos participantes da experimentação foram submetidos a duas avaliações diagnósticas, uma antes dos encontros para experimentação do jogo e outra após os encontros. Antes da experimentação, todos os alunos das turmas participantes também foram submetidos ao teste, com o objetivo de estabelecer um perfil da turma e comparar o conhecimento dos alunos com TDAH com a média da turma. A avaliação foi elaborada baseando-se nos conhecimentos pertinentes ao conteúdo de frações descritos na BNCC, contendo questões sobre classificação de frações (C1), conversão de frações em números decimais e vice-versa (C2), operações com frações (C3) e equivalência de frações (C4), além de uma questão relacionada à representação pictórica de frações (C5). As médias obtidas pelas turmas comparadas às médias dos alunos com TDAH e neurotípicos que participaram da experimentação são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Aproveitamento médio das turmas e dos alunos participantes antes da experimentação do jogo

	C1	C2	C3	C4	C5
Média das Turmas	62,55%	25,26%	45,13%	28,88%	51,24%
Alunos com TDAH	42,86%	5,36%	28,57%	14,29%	33,33%
Alunos Neurotípicos	93,75%	78,13%	90%	50%	77,78%

Analizando os dados da tabela é possível verificar que em todos os conhecimentos analisados o aproveitamento dos alunos com TDAH é menor, se comparados à média da turma. Esses números mostram a disparidade de aproveitamento entre os grupos de alunos e ressaltam a importância de abordagens diferenciadas para alunos neurodivergentes. Em C2 verifica-se um déficit significativo no rendimento dos alunos com TDAH, onde estes têm menos de um quarto do aproveitamento médio das turmas.

Após os encontros para experimentação do jogo, os alunos participantes foram novamente submetidos à prova diagnóstica. As médias obtidas nos diferentes conhecimentos são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Aproveitamento dos alunos participantes após a experimentação do jogo

	C1	C2	C3	C4	C5
Alunos com TDAH	87,50%	23,25%	62,67%	20%	48,89%
Alunos Neurotípicos	100%	98,88%	96,97	81,25	72,22%

Comparando-se os dados das Tabelas 1 e 2 referentes aos alunos com TDAH, verifica-se um aumento expressivo no aproveitamento em C1, C2 e C3, com destaque para o C2, onde houve o maior aumento proporcional, posicionando os alunos com TDAH muito próximos ao aproveitamento médio das turmas, apesar de ainda abaixo da média. Outra observação relevante é referente à melhora do rendimento em C1, onde houve o dobro do aproveitamento em relação à média pré-experimentação. Em C4 e em C5 também houve aumento, ainda que mais discreto, o que pode ser explicado por se tratarem de conhecimentos mais amplamente utilizados no 7º ano e entre os participantes haviam alunos também do 6º ano.

A comparação das tabelas também demonstra os ganhos para os alunos neurotípicos na utilização do jogo. Houveram melhorias no aproveitamento destes alunos em quatro conhecimentos (C1, C2, C3 e C4) e embora tenha havido uma leve diminuição de aproveitamento em C5, a variação não foi significativa, apontando para a estabilidade.

6. Conclusão

Após a experimentação do software com os alunos, pode-se inferir que este pode ser relevante como instrumento didático auxiliar para ensino e aprendizagem do conteúdo de frações para alunos do 6º e 7º anos. Por estar alinhado com a BNCC, pode ser utilizado no contexto educacional formal, possibilitando múltiplas formas de utilização pelos docentes da disciplina de matemática. Na percepção dos docentes, houve aumento da

motivação dos alunos em estudar o conteúdo por meio do jogo e também se constatou a disposição dos professores em adotá-lo como alternativa pedagógica, não somente para alunos com TDAH como para toda a turma. No relato dos pais, fica claro o efeito motivador do jogo para o estudo de frações pelos alunos, com o aumento do interesse dos alunos pelo conteúdo. Houve reconhecimento de que sua utilização nas rotinas de estudo pode ser válida.

Com relação aos alunos, verificou-se que o jogo desempenhou adequadamente seu aspecto lúdico, uma vez que todos os discentes classificaram o jogo como “legal”. Entende-se pelos relatos de que houve boa aceitação ao jogo e que, se houvesse oportunidade, o utilizariam em suas sessões de estudo. Também houve aumento da percepção de aprendizagem relatada pelos alunos, entretanto, mesmo acreditando que se sairiam melhores em futuras avaliações sobre este conteúdo, eles não têm certeza de melhora significativa. Constatou-se também a relevância da utilização da realidade virtual no contexto da aprendizagem de frações, pois os alunos relataram conseguir manter a atenção nas atividades, sentindo-se imersos no ambiente virtual. Também foi relatado pelos alunos a percepção de que o jogo pode auxiliá-los no aprendizado de frações.

Nos aspectos quantitativos, ficou clara a melhoria do aprendizado em todos os conhecimentos abordados no estudo, tanto para alunos com TDAH quanto para alunos neurotípicos. Os dados demonstram a importância de ferramentas tecnológicas desenvolvidas para suprir as necessidades educativas especiais de indivíduos neurodivergentes e como estas ferramentas podem ser de grande valia para todos os alunos.

Sobre as técnicas utilizadas para a construção do jogo, avalia-se que foram de grande importância para a construção do jogo. Durante as observações, não foram verificados desvios de atenção ao realizar as missões, ficando os alunos mais interessados em concluir uma missão antes de passar para a próxima. Isto pode estar relacionado com a distribuição das cores e posicionamento dos objetos, baseados na teoria das cores e teoria das representações semióticas.

Finalmente conclui-se que o jogo pode ser utilizado por professores e alunos para utilização em estratégias de ensino e aprendizagem. De forma alguma o software teve como objetivo eliminar o papel do professor, mas de ser uma alternativa didática para os docentes a fim de atingir o maior número de pessoas promovendo a inclusão na aprendizagem de alunos com TDAH.

Para trabalhos futuros, espera-se experimentar a utilização do jogo como recurso didático em sala de aula ou ainda como atividade extraclasse, onde haja interação do professor da disciplina de matemática diretamente com o aluno ao utilizar o software em um contexto cotidiano, levantando também novas possibilidades de utilização. Outro caminho é a verificação da aplicabilidade do software para alunos neurotípicos de forma mais abrangente, o que pode ser de grande ajuda para melhoria dos indicadores de aprendizagem das turmas para o conteúdo de frações, como sugerem os dados apresentados com a amostra de alunos neurotípicos que utilizaram o jogo.

Referências

Abrahão, A. L. B et al. (2020). Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), inclusão educacional e Treinamento, Desenvolvimento e Educação de Pessoas (TD&E): uma revisão integrativa. *Revista Psicologia: Organizações e Trabalho*, 20(2),1025-1032. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Thais-Zerbini/publication/341797475_Attention_Deficit_Hyperactivity_Disorder_educational_inclusion_and_Training_Development_and_Education_an_integrative_review/links/5edfa6de45851516e6622a96/Attention-Deficit-Hyperactivity-Disorder-educational-inclusion-and-Training-Development-and-Education-an-integrative-review.pdf. Acesso em 19 nov. 2024.

Alves Júnior, Fernando; Fülber, Héleno; Merlin, Bruno. Tecnologias Utilizadas no Ensino de Matemática para alunos com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade: Uma Revisão Sistemática da Literatura. In: WORKSHOP EM ESTRATÉGIAS TRANSFORMADORAS E INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO (WETIE), 1., 2023, Passo Fundo/RS. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 114-126. DOI: <https://doi.org/10.5753/wetie.2023.236189>. Acesso em 23 jan. 2024.

Alves Júnior, Fernando C. C.; Fülber, Héleno; Merlin, Bruno. Desenvolvimento de um Jogo Sério com Realidade Virtual para Ensino de Frações para Alunos com TDAH. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 35. , 2024, Rio de Janeiro/RJ. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024 . p. 2683-2692. Acesso em 30 dez. 2024.

Alves Júnior, Fernando; Fülber, Héleno; Merlin, Bruno. Math Mission: Uma proposta de jogo sério com realidade virtual para ensino do conteúdo de frações para alunos do 6º e 7º anos com TDAH. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 23. , 2024, Manaus/AM. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 936-947. Acesso em 30 dez. 2024.

American Psychiatric Association (APA). Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

Ananias, Izabela C. C. Transformando Frações em Números: uma experiência no Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 105. 2019. Disponível em https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45135/tde-17062019-145223/publico/DISSERTACAO_IZABELA_ANANIAS_2019.pdf. Acesso em: 21 nov. 2024.

Barboza Júnior, José R. Plataforma Digital Acessível para o Ensino de Frações. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Inclusiva) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, p. 83. 2022. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/cb32889a-51ca-4a71-bb62-c623238e1d48/content>. Acesso em: 22 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

Castro, Francine L. O Ensino de Frações para Crianças em Vulnerabilidade. Dissertação. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, p. 110. 2019. Disponível em https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/6563/Dissertacao_Francine_Castro.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 nov. 2024.

Martinho, Gesiel A. O Ensino de Equivalência de Frações para Compreensão das Operações de Adição e Subtração. Dissertação (Mestrado em Educação e Docência) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 277. 2020. Disponível em <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/34173>. Acesso em: 18 nov. 2024.

Rocha, Margarete M, et al. Avaliação de um Programa de Habilidades Sociais Educativas para mães de crianças com TDAH. *Acta comport.* [online]. 2013, vol.21, n.3, pp. 273-283. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-8145201300030006&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 19 nov. 2024.

Rodriguez, Juliana; Ranalli, Nadia; D’Almeida, Lara; Teixeira, Maria. O uso da tecnologia para intervenções em crianças e adolescentes com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). In: CORRÊA, Ana Grasielle; RODRIGUES, Bruno; AMATO, Cibelle; MARTINS, Valéria (org.). *Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde*. São Paulo: Memnon, 2021. p. 51-63. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Juliana-Rodriguez-17/publication/359250060_O_Uso_da_tecnologia_para_intervencoes_em_criancas_e_adolescentes_com_transtorno_do_deficit_de_atencao_e_hiperatividade_TDAH/links/6244724a57084c718b7709d5/O-Uso-da-tecnologia-para-intervencoes-em-criancas-e-adolescentes-com-transtorno-do-deficit-de-atencao-e-hiperatividade-TDAH.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

Rohde, L. A. et al. Princípios e práticas em transtorno de déficit de atenção/hiperatividade. Artes Médicas, 2003.

Souza, Rosane N. G. Abordagem De Frações Equivalentes: uma experiência no 6º Ano do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 259. 2019. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/212591/001114339.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 nov. 2024.

Trentin, Marco Antônio Sandini; Boszko, Leandro. Ensinando frações com jogos digitais organizados sob a teoria dos registros de representação semiótica. *Dialogia*, [S. l.], n. 42, p. e22220, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/22220>. Acesso em: 20 nov. 2024.