

O DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES DO JOGO DIGITAL MATH ARENA 3D PARA A APRENDIZAGEM DE FRAÇÕES EQUIVALENTES

Marcos Vinicius Passos da Conceição¹

Phelipe Sena Oliveira²

Jose Aurimar dos Santos Angelim³

RESUMO

A presente pesquisa investigou quais as contribuições de um jogo digital educacional em 3D para o processo de Aprendizagem Significativa de frações equivalentes nos anos finais do Ensino Fundamental. Discute-se características que podem ser exploradas no desenvolvimento de jogos digitais para a promoção da aprendizagem, assim como a avaliação do jogo digital educacional desenvolvido. Participaram da pesquisa 13 alunos dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública. A análise dos resultados aponta que os participantes da pesquisa apresentaram dificuldades de compreensão dos conceitos relativos a frações equivalentes. Na perspectiva da Aprendizagem Significativa de Ausubel, foram trabalhados organizadores prévios a fim de sustentar a proposição do jogo digital desenvolvido. Os resultados apontam que o jogo desenvolvido foi pertinente a propósito da promoção da aprendizagem significativa com base nas características avaliadas como, por exemplo, usabilidade, entretenimento e aprendizagem percebida. Como forma de complemento da pesquisa, tem-se a implementação de novas funcionalidades e realizar uma nova avaliação do jogo digital proposto.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento. Jogos Digitais. Aprendizagem.

ABSTRACT

This research investigated the contributions of a 3D educational digital game to the Meaningful Learning process of equivalent fractions in the final years of Elementary School. Characteristics that can be explored in the development of digital games to promote learning are discussed, as well as the evaluation of the developed educational digital game. 13 students from the final years of elementary school in a public school participated in the research. The analysis of the results indicates that the research participants had difficulties in understanding the concepts related to equivalent fractions. From the perspective of Ausubel's Significant Learning, previous organizers were worked on to support the proposition of the developed digital game. The results indicate that the game developed was relevant for the purpose of promoting meaningful learning based on the evaluated characteristics such as, for example, usability, entertainment and perceived learning. As a complement to the research, new functionalities have been implemented and a new evaluation of the proposed digital game has been carried out.

KEYWORDS: Development. Digital games. Learning.

¹ Graduando do curso de Licenciatura em Ciências da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Baiano, Campus Senhor do Bonfim; marcos.rso@live.com

² Orientador e Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Senhor do Bonfim; Doutor em Engenharia Elétrica e Computação; phelipe.oliveira@ifbaiano.edu.br

³ Coorientador e Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campus Senhor do Bonfim; Doutor em Educação Matemática; aurimar.angelim@ifbaiano.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O consumo de jogos digitais vem apresentando um grande crescimento na última década, impulsionado principalmente pela popularização das plataformas mobile (como por exemplo, os smartphones). Essas plataformas constituem dentre outras plataformas a com o maior número de consumidores de jogos digitais no país.

Neste contexto, a Go Gamers (2023), que apresenta resultados das principais tendências e hábitos de consumo dos jogadores brasileiros, destaca também que 70,1% das pessoas no país se declararam consumidoras de jogos digitais e que, dentre as categorias de jogadores, que incluem crianças, adultos e idosos, o público feminino tem uma parcela significativa da quantidade de jogadores, totalizando 46,2%, dado esse que evidencia a diversidade/variedade do público consumidor de jogos no Brasil.

Ainda segundo a pesquisa, 63,6% das pessoas que utilizam algum jogo digital consideram o ato de jogar como uma das principais formas de entretenimento. Um fato a ser observado neste contexto é que os jogos digitais transcendem as propostas de entretenimento e lazer, sendo incorporados também em atividades educacionais e de treinamentos. Neste cenário os jogos “[...] servem para ensinar e educar e se constituem em ferramentas instrucionais eficientes” (FALKEMBACH, 2006, p.2) e, considerando a utilização de uma abordagem coerente “[...] os jogos podem ser uma motivação enorme e ajudar adultos e crianças a aprenderem.” (PRENSKY, 2012, p.138).

No âmbito educacional, Tonéis (2017) apresenta alguns exemplos de organizações que apostam em jogos digitais. Dentre esses, tem-se: i. MIT Game Lab, que explora o potencial dos jogos em vários domínios, seja do entretenimento à educação, da ciência à socialização dentre outros; ii. A OJE (Olimpíada de Jogos Digitais e Educação), como uma plataforma de jogos e questões que apoiam a aprendizagem dos conteúdos e desenvolvimento das competências esperadas para o Ensino Fundamental II e Ensino Médio; iii. Quest to Learn, uma escola pública de Nova York que ensina por meio de jogos e; iv. A ONG Jogos Pela Educação, com sede na cidade de São Paulo, explora as possibilidades de construção do conhecimento através dos jogos.

Esses casos demonstram a relevância da utilização de jogos digitais, em especial, no âmbito educacional. Neste contexto, tem-se a perspectiva de que o uso dos jogos pode contribuir para a melhoria da aprendizagem por parte dos alunos, a partir da socialização da atividade

lúdica orientada com a validação do Pensamento Computacional⁴, sendo este referendado no processo de Resolução de problemas.

Em educação, comumente vê-se a busca constante por tecnologias, por parte de professores, para a promoção de aprendizagem, a fim de garantir maior presença e efetividade do público discente, em especial, nas disciplinas que apresentam um maior índice de reprovação escolar. Portanto, considerando o contexto das inovações proporcionados pelo uso de jogos digitais educacionais, é imperioso destacar que “os recursos didáticos são de importância capital para uma aprendizagem significativa⁵” (SANTOS e BELMINO, 2013, p.4) pois promovem uma aproximação entre a dinâmica do mundo moderno e tecnológico e a escola.

Nessas circunstâncias, a utilização de jogos digitais se deve principalmente em função das potencialidades de tais aparatos tecnológicos enquanto recurso didático que contribuem com a melhoria nos processos de ensino e de aprendizagem, com destaque, para a Matemática. Entretanto, “o potencial educativo dos jogos digitais está em como eles motivam e promovem a aprendizagem” (BAHIA, 2016, p.80), enfatizando a necessidade de planejamento adequado, coerente e pertinente com os processos desejados.

Ao tomar como referência o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb⁶), a partir de exames como Prova Brasil e Provinha Brasil, é notório a estagnação a nível nacional dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental considerando os últimos dois exames.

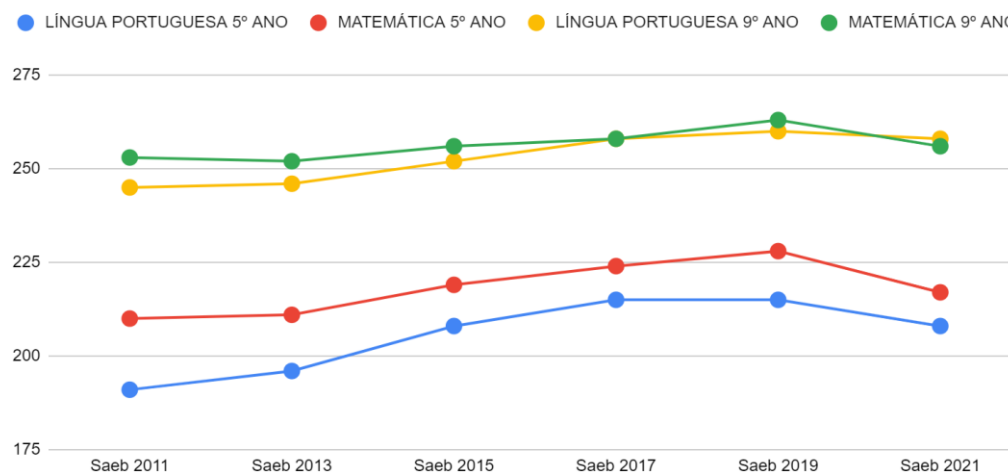
⁴ Wing (2006) descreve o Pensamento Computacional como “o processo de pensamento envolvido na formulação de um problema e expressão de sua solução em uma maneira que um computador - humano ou máquina - pode efetivamente realizar” (p.7, Tradução nossa)

⁵ Quando se trata de Aprendizagem Significativa, considera-se a Teoria tratada por David Ausubel e descrita por Moreira (2012) como “[...] aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe.” (p.2).

⁶ O Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) é um conjunto de avaliações externas em larga escala que permite ao Inep realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de fatores que podem interferir no desempenho do estudante. Por meio de testes e questionários, aplicados a cada dois anos na rede pública e em uma amostra da rede privada, o Saeb reflete os níveis de aprendizagem demonstrados pelos estudantes avaliados, explicando esses resultados a partir de uma série de informações contextuais.

As médias de desempenho dos estudantes, apuradas no Saeb, juntamente com as taxas de aprovação, reprovação e abandono, apuradas no Censo Escolar, compõem o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). Mais informações em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb>

Figura 1 - Evolução da Proficiência Média Saeb no 5º e 9º ano (Matriz de referência de 2001).



Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Com base nas escalas de proficiência do Saeb (2001) que categoriza o desempenho dos alunos em uma escala de 10 níveis, os melhores níveis históricos de Língua Portuguesa e Matemática no período de 10 anos (conforme Figura 1) foram os níveis 4 e 5 no 5º ano e nível 3 no 9º ano, respectivamente, e que retratam o pouco avanço na melhoria da qualidade da educação nessa fase escolar. Portanto, é nessa fase do ensino que os alunos devem desenvolver habilidades essenciais à aprendizagem de conteúdos mais complexos, futuramente, no Ensino Médio e, conseqüentemente, em cursos de Ensino Superior como, por exemplo, em Licenciatura em Ciências da Computação.

Ao encontro do que mostram os dados do Saeb, algumas pesquisas como as de Dos Reis, Sales e Santos (2020); Monteiro e Groenwald (2014) e; Santos, França e Santos (2007) argumentam sobre as dificuldades de alunos na aprendizagem de conceitos relacionados a frações, a exemplo de representação de frações, relação de conceitos matemáticos ao dia a dia e o reconhecimento da equivalência de frações com a operação de divisão.

Sobre essa situação, Marques (2019, p. 31) destaca que

A dificuldade de aprender Matemática começa desde o ensino fundamental e segue o aluno muitas vezes até o ensino superior. Um número elevado de alunos sentem rejeição e se sentem desmotivados com as disciplinas que exigem reflexão e raciocínio lógico matemático.

Dentre os problemas relacionados à aprendizagem em matemática, encontram-se a falta de interesse e motivação por parte do público. Nessa perspectiva, a adoção de metodologias ativas pode minimizar a desmotivação dos alunos e que, em partes, concerne ao professor e à

escola a responsabilidade em adotar novas metodologias de ensino inovadoras de modo a promover a aprendizagem por parte dos alunos (MARQUES, 2019). Portanto, entende-se que

Faz-se necessário o uso de metodologias capazes de desenvolver o educando em todos os seus aspectos, e o uso de atividades renovadas e contextualizadas que contribuem para a consolidação do ensino mais agradável, divertido e capaz de superar as dificuldades que muitos alunos encontram na vida escolar. (GOMES E SANTOS, 2015, p.21)

Outro ponto a ser destacado refere-se à dificuldade que muitos alunos encontram na compreensão de conceitos matemáticos fundamentais, especialmente aqueles relacionados a frações, conforme destacado por Witt (2018), e que pode gerar frustrações logo nos anos iniciais do ensino, além de impactar negativamente no estudo de conteúdos matemáticos mais avançados como, por exemplo, razões, cálculos algébricos, probabilidade, dentre outros assuntos.

A partir da utilização de jogos digitais educacionais, pode-se contribuir para uma melhor compreensão de conceitos matemáticos fundamentais e avançados tendo como base, dentre outros fatores, no planejamento prévio, as potencialidades presentes nos jogos digitais. Nessa perspectiva, *Idem* (2018, p. 26) salienta que “Os jogos e os aplicativos digitais podem oferecer maiores chances de se promover uma aprendizagem realmente significativa se planejadas com antecedência e usadas com coerência e sabedoria”, garantindo a devida e adequada utilização das propostas tecnológicas de modo pertinente e inserido na proposta de ensino.

Em se tratando dos benefícios que jogos digitais educacionais podem proporcionar, Savi e Ulbricht (2008), Lynn Alves (2008) e Nery Filho (2019) destacam: i. O efeito motivador, promovendo o interesse, concentração e envolvimento dos alunos; ii. Facilitador do aprendizado por meio de elementos gráficos que auxiliam no entendimento de conceitos; iii. Desenvolvimento de habilidades cognitivas, a partir de desafios, da elaboração de estratégias para superá-los, no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas, da tomada de decisão, da criatividade e do pensamento crítico; iv. Melhoria da autoestima; v. Maior controle do processo de aprendizado pelo aluno; v. Ajuda na expressão e controle de suas emoções e; vi. O despertar da criatividade, imaginação, engajamento de pares e trabalho em equipe.

Diante do exposto e descrito, pesquisas relacionadas aos jogos digitais são bastante relevantes no contexto atual. A partir dos jogos digitais, tem-se um leque de possibilidades de melhorias na qualidade de ensino, com base nos benefícios apresentados anteriormente em sua utilização nos processos de ensino e de aprendizagem, em especial na disciplina de matemática.

Em contrapartida, jogos digitais educacionais mal projetados podem não atender aos objetivos para os quais eles foram desenvolvidos, seja por não engajar os alunos nas atividades ou por não proporcionar ambientes lúdicos e de aprendizagem, o que não o torna um recurso didático eficiente.

Frente a problemática apresentada, surgiram as seguintes inquietações: i: Quais os princípios e etapas envolvidas no processo de design de jogos digitais para aprendizagem? ; ii. Quais são os elementos que devem ser incorporados aos jogos digitais para promover a aprendizagem significativa, com destaque para a matemática? ; iii. Como avaliar a eficácia de um jogo digital para aprendizagem em matemática? ; iv. Quais as percepções dos alunos sobre a utilização de jogos digitais no processo de aprendizagem em matemática? ; v. Quais as oportunidades e os desafios encontrados ao utilizar o jogo digital educacional específico para a aprendizagem em matemática? .

Perante o exposto, essa pesquisa se propôs a investigar quais as contribuições de um jogo digital educacional em 3D para o processo de Aprendizagem Significativa de frações nos anos finais do Ensino Fundamental. Têm-se como objetivos específicos: i. Explorar o processo de design de jogos digitais educacionais; ii. Desenvolver um jogo digital educacional específico para a aprendizagem em matemática e; iii. Propor e avaliar a utilização do jogo digital desenvolvido, a partir de concepções teóricas e de alunos da disciplina de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental, apontando os benefícios da utilização de jogos digitais educacionais.

Esse artigo está estruturado em 7 seções, incluindo esta Introdução. A seção 2 apresenta os trabalhos relacionados. Na seção 3, fundamentação teórica, são apresentados os conceitos norteadores dessa pesquisa. A seção 4 descreve todo o processo metodológico da pesquisa. Já a seção 5 trata do processo de desenvolvimento do software. Na seção 6 é analisado e discutido os resultados. Por fim, na seção 7, são apresentadas as principais conclusões da pesquisa e intenções de trabalhos futuros.

2. ESTADO DA ARTE

Na crescente área de estudos sobre o uso de jogos digitais para a promoção da aprendizagem, é de suma importância a compreensão do momento em que estamos em função

do objeto de estudo, de forma a sustentar e contribuir concomitantemente com o desenvolvimento de pesquisas mais coerentes e pertinentes com o contexto atual. Nessa ótica,

Estados da arte podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada. (ROMANOWSKI e ENS, 2006, p. 39)

Com essa premissa, foi realizada a partir do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e do Google Acadêmico, busca de pesquisas relacionadas, publicadas entre 2016 até o momento. Contudo, diante do número de resultados encontrados, relacionados à temática de jogos digitais educacionais neste período, foram selecionadas pesquisas que estavam intimamente relacionadas aos termos *Desenvolvimento*, *Jogos Digitais* e *Matemática* conjuntamente, de modo a filtrar e aproximar os resultados da busca com o objeto de estudo desta investigação. Durante a etapa de busca foram priorizadas as pesquisas publicadas mais recentemente, o que representa o total de 7 resultados, dos quais destacamos 4 (Silva, 2022; Angeluci et al, 2022; Santos, 2020; Souza et al, 2018) por estarem mais relacionados à proposição investigativa.

Souza et al. (2018) em sua pesquisa relatam o processo de desenvolvimento de um jogo digital para o ensino de matemática, com foco nas quatro operações básicas aritméticas, atrelados a aspectos lúdicos de modo a favorecer a aprendizagem. A partir da adoção de 6 das 8 etapas totais do processo de desenvolvimento de jogos digitais para a aprendizagem, propostas por Jeannie Novak (2010), os autores apresentam as características que foram trabalhadas buscando favorecer a aprendizagem em matemática. Há uma atenção aos impactos que o design do jogo, especificamente de elementos visuais, sonoros e de ações do jogador podem ter em processos cognitivos, ponto relevante no desenvolvimento de jogos digitais para aprendizagem.

Como ferramenta de avaliação os autores utilizaram um questionário composto de cinco questões assertivas relacionadas aos objetivos de aprendizagem. Com isso, obteve-se um resultado satisfatório tendo em vista a concordância dos alunos em relação à sua experiência positiva quanto a utilização do jogo desenvolvido.

Como proposta de complemento ao trabalho, avaliar a experiência do jogador em relação a motivação e engajamento configura-se uma estratégia interessante tendo em vista o compromisso dos autores para com o objetivo de desenvolver uma ferramenta de ensino lúdica

e divertida. Além disso, aliar a proposta de desenvolvimento de um jogo digital com propostas educacionais com alguma teoria de aprendizagem é primordial para o desenvolvimento de ferramentas digitais para aprendizagem mais eficazes.

Santos (2020), questiona o ensino tradicional e salienta que possibilidades estratégicas para melhorar a educação estão atreladas à investigação, formulação de hipóteses e busca de soluções, com intuito em resolver problemas de uma sociedade cada vez mais conectada. Nesse contexto, entende-se a necessidade da utilização de metodologias de ensino ativas e também que os educadores contribuem mais para o desenvolvimento de ferramentas didáticas atreladas ao uso de tecnologias digitais tendo em vista o contexto tecnológico que vivemos.

Concomitantemente, o autor destaca que a Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais tem se mostrado uma estratégia promissora para potencializar a aprendizagem, principalmente devido ao fator motivacional. Apesar disso, jogos digitais para aprendizagem ainda são poucos utilizados nas escolas e que, segundo o autor, essa situação se deve, em partes, pela falta de equilíbrio entre os principais aspectos de jogos de entretenimento com design instrucional. Conclui-se então que é necessário incentivar pesquisas voltadas à geração de produtos mais eficazes, com ênfase na fase de desenvolvimento.

Nessa perspectiva, foi desenvolvido um jogo digital atrelado à Modelagem Matemática com o objetivo de fazer com que os alunos reflitam matemática em situações do dia a dia através de jogos digitais, especificamente sobre geometria, aritmética e álgebra.

Como forma de coleta de dados e posterior avaliação, o autor utilizou dois questionários. No primeiro questionário buscou-se verificar a qualidade do jogo desenvolvido através de fatores como usabilidade, desafio, satisfação, diversão, dentre outros. Houve um índice satisfatório em relação à concordância dos participantes com os fatores mencionados, sendo que, apenas os fatores confiança e desafio tiveram concordância igual ou inferior a 70%, os demais foram maiores ou iguais a 80%.

No segundo questionário buscou-se avaliar a aprendizagem percebida de conteúdos matemáticos e a associação dos desafios do jogo desenvolvido aos tópicos abordados. Concluiu-se que os alunos puderam associar os desafios do jogo aos conteúdos matemáticos estudados na escola e que os alunos fizeram uma boa associação de seus elementos aos assuntos abordados.

Em Silva (2022) é apontado que a partir da utilização de jogos digitais de RPG (do inglês, Role Playing Game) é possível promover o interesse e participação mais ativa dos alunos. No entanto, o autor destaca que a falta de incentivo e capacitação de professores quanto a utilização de recursos tecnológicos é um entrave no que diz respeito à promoção da aprendizagem. Buscando contribuir na melhoria desse contexto, o autor apresenta potencialidades e o processo de construção de um jogo digital de RPG em uma plataforma acessível a fim de incentivar professores e promover o desenvolvimento de recursos tecnológicos. Sustentado em pesquisas e no desenvolvimento do jogo "Sonho com a botija", conclui-se que a utilização de jogos digitais, especialmente os RPG, são uma alternativa interessante no ensino e que pode contribuir significativamente para a aprendizagem matemática uma vez que está atrelado às propostas das diretrizes escolares.

Como complemento nosso, a coleta das perspectivas de professores quanto ao jogo desenvolvido e a aplicação em campo mostram próximos passos bem interessantes futuramente, tendo em vista que, atestam os conceitos que nortearam o desenvolvimento do jogo digital em questão.

Em Angeluci et al. (2022) é destacado que no contexto da pandemia de COVID 19 muitas escolas tiveram que se adaptar ao uso de tecnologias de informações e comunicações a fim de estabelecer contato entre professores e alunos. Nessas circunstâncias, eles destacam outros benefícios que o uso de tecnologias pode trazer para a aprendizagem, com contribuições tanto na área de conhecimentos assim como no que diz respeito à motivação dos alunos. Com isso em mente, eles desenvolveram um jogo digital voltado para conhecimentos de Razão e Proporção atrelados a Teoria da Aprendizagem Significativa que, segundo os autores, pode servir como uma ferramenta potencializadora para a aprendizagem. Nessa perspectiva os autores concluíram que o jogo desenvolvido realmente se mostrou uma ferramenta interessante para motivar e engajar alunos.

Como ponto de aprendizagem do estudo, é destacado o nível de dificuldade do jogo que, segundo o autor, continha questões que se mostraram mais sofisticadas do que o ideal para os 6 alunos participantes da pesquisa. Como proposta de estudo futuro o autor aponta a realização de testes com um grupo maior de alunos utilizando o jogo com melhorias implementadas com base no seu trabalho atual.

Levando em consideração os trabalhos mencionados, é importante destacar que na presente pesquisa têm-se como premissa que o uso de jogos digitais contribui para aprendizagem significativa de matemática, em função do uso de jogos digitais com alicerce em uma teoria da aprendizagem que, segundo Witt (2018), configurando-se uma estratégia pertinente nas aulas de Matemática.

Analisando os trabalhos supracitados, observei que na pesquisa de Angeluci et al. (2022) a teoria da aprendizagem significativa poderia ter sido mais bem explorada no sentido de evitar o exercício de assuntos complexos ao público-alvo em decorrência da necessidade de conhecimentos prévios dos alunos. Nesse ponto, foi de suma importância na presente pesquisa a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos de forma a sustentar a utilização do jogo digital junto ao público-alvo, identificando previamente possíveis entraves na sua proposição a fim de promover uma aprendizagem significativa em matemática.

No processo de construção do jogo digital descrito por Silva (2022) não foi identificado o público-alvo ou o contexto educacional no qual a temática raciocínio lógico estava inserida no jogo desenvolvido, aferindo o delineamento dos objetivos educacionais, um ponto primordial para o desenvolvimento de jogos digitais para aprendizagem. Com base nisso, a presente pesquisa preocupou-se em estabelecer os objetivos educacionais com base no público-alvo, os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, e nos conteúdos, com base na matriz de referência de matemática do Saeb (2001) para a fase educacional relacionada.

Em Santos (2020) não houve ênfase no fluxo e nas características trabalhadas no decorrer do desenvolvimento, mas sim na construção e validação do modelo matemático desenvolvido através do protótipo do jogo digital. Nessas circunstâncias, é interessante para esse cenário um enfoque maior no processo de desenvolvimento e nas características dos jogos digitais que favorecem a aprendizagem concomitantemente ao modelo desenvolvido.

Por fim, Souza et al. (2018) na avaliação do jogo desenvolvido não tratou de identificar para além da aprendizagem percebida, a usabilidade e experiência do usuário, considerado fatores relevantes na avaliação de jogos digitais para a aprendizagem, conforme destacado por Coutinho e Lynn Alves (2016). Nesse cenário, tem-se como fator relevante na presente pesquisa a avaliação dessas características no jogo digital proposto.

Ademais, observei a prevalência de jogos desenvolvidos em 2D, sendo que em apenas uma das pesquisas (SANTOS, 2020) foi desenvolvido um jogo em 3D. Com isso, essa pesquisa

tem como diferencial a interface gráfica do jogo desenvolvido, na perspectiva de que jogos em 3D podem contribuir com a imersão dos jogadores, na interatividade, tornando os jogos digitais mais envolventes e cativantes (BENTO E GONÇALVES, 2011), estimulando a visão tridimensional, a criatividade, a competição (RIBAS, 2019), dentre outros fatores que possam favorecer a aprendizagem e que se alinham a elementos de jogos digitais de entretenimento de sucesso.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Além dos estudos supracitados, configura-se tarefa primordial aprofundamentos em conceitos que nortearam esta pesquisa. Partindo desta perspectiva, destaco aqui conceitos acerca d Teoria da Aprendizagem Significativa, Matemática e Jogos Digitais Educacionais.

3.1. Teoria da Aprendizagem Significativa

A Aprendizagem Significativa, teoria tratada por David Ausubel na obra *Psychology of Meaningful Verbal Learning* de 1963, envolve a aquisição de significados a novos conhecimentos a partir do material apresentado. Moreira⁷ (2012) destaca que para uma aprendizagem significativa duas condições essenciais devem ser atendidas: i. O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e; ii. O aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. Explanando, o autor diz que “o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não-literal.” (p.8).

Neste sentido, entendemos que o jogo digital quando desenvolvido sob a perspectiva da aprendizagem, em especial para a disciplina de matemática, e com sua utilização mediante conhecimentos e planejamento prévio, configura-se um material de aprendizagem potencialmente significativo.

3.2. Aprendizagem em Matemática

Conhecimentos matemáticos são tidos como essenciais no contexto tecnológico em que vivemos, seja em função de atividades cotidianas ou na qualificação profissional, sendo esses um dos pilares do curso de Licenciatura em Ciências da Computação. Nesse cenário, tem

⁷ Na obra O que é aprendizagem significativa?, Moreira (2012) apresenta uma descrição detalhada da teoria tratada por David Ausubel, baseada na obra *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view* do respectivo autor, publicada no ano 2000.

destaque o ensino de matemática como forma de desenvolver habilidades e competências tidas como essenciais no contexto atual como, por exemplo, a capacidade de resolução de problemas, o raciocínio lógico, a criatividade, dentre outras. No entanto, as metodologias de ensino tradicional muitas vezes colocam o aluno como mero memorizador de conteúdo. Sustentando,

Em nenhum momento no processo escolar, numa aula de matemática geram-se situações em que o aluno deva ser criativo, ou onde o aluno esteja motivado a solucionar um problema pela curiosidade criada pela situação em si ou pelo próprio desafio do problema. Na matemática escolar o aluno não vivencia situações de investigação, exploração e descobrimento. (D'AMBROSIO, 1989, p.2)

Complementando,

[...] para a ocorrência de uma aprendizagem rica e significativa para o aluno, necessita-se de que o aluno desenvolva seu raciocínio lógico e a partir de suas próprias conclusões consiga de fato solucionar uma problemática apresentada. (ANDRADE, 2013, p.16)

É necessário que se busque formas de promover a aprendizagem significativa dos alunos, que o torne protagonista da sua própria aprendizagem. Sendo assim,

[...] em contraposição ao método tradicional no qual os estudantes tendem a ter uma postura passiva de recepção de teorias, o método ativo propõe o movimento inverso, isto é, os alunos passam a ser compreendidos como sujeitos históricos. (ROCHA E FARIAS, 2020, p.73)

Nessa perspectiva, concerne em partes, ao professor e a escola a responsabilidade em adotar novas metodologias de ensino, centradas no aluno e que promovam uma aprendizagem significativa, com destaque para a matemática. Adentrando no contexto das metodologias ativas, têm-se como alternativa o uso de jogos digitais como forma de proporcionar ao aluno um ambiente lúdico e desafiador, no qual ele pode aprofundar-se em conceitos matemáticos, em outras palavras, “A inserção de jogos nas aulas de Matemática proporciona ao aluno indagações e resgate de conceitos matemáticos do nível da ação para uma posterior compreensão e sistematização.” (LUBACHEWSKI E CERUTTI, 2020, p.7).

Ademais, é importante frisar que “A melhoria do ensino de matemática envolve, assim, um processo de diversificação metodológica, porém, tendo uma coerência no que se refere a fundamentação psicológica das diversas linhas abordadas” (D'AMBROSIO, 1989, p.6)

3.3. Jogos Digitais Educacionais

Os Jogos Digitais Educacionais são jogos digitais desenvolvidos com propósitos educacionais ou de treinamentos. Estes por vez são comumente chamados de Jogos Sérios (do inglês, *Serious Games*), teoria formulada por Clark Abt na obra “*Serious Games*” de 1970.

Entende-se que os Jogos Digitais Educacionais ou Jogos Sérios são utilizados principalmente com intuito de treinamento de profissionais, que contribuem no desenvolvimento de habilidades e competências, na tomada de decisão em várias situações e como facilitador da aprendizagem.

No entanto, é importante ressaltar que os jogos digitais com propósitos de entretenimento podem ter incorporadas características relevantes também ao âmbito educacional. Neste contexto, Gee (2003) aponta relações entre os jogos digitais e aprendizagem, destacando 36 princípios de aprendizagem incorporados a jogos digitais comerciais de sucesso. Cada um deles “[...] se destina a ser igualmente relevante para a aprendizagem em videogames e aprendizagem nas áreas de conteúdo nas salas de aula” (GEE, 2003, p.49, tradução nossa).

4. METODOLOGIA

O processo de uma produção científica no âmbito da área de Educação e Computação, pressupõe leituras e vivências metodológicas a partir da formação docente, o que, então, possibilita a geração de conhecimentos construídos com uma pesquisa aplicada, de forma que, ao mesmo tempo em que haja o desenvolvimento de um software, há também a interpretação de elementos epistemológicos da prática profissional da docência em computação, promovendo discursos científico que validam a Licenciatura em Ciências da Computação sob um olhar multirreferenciado.

No âmbito analítico de pesquisas científicas, um ponto de reflexão importante concerne às características de avaliação das pesquisas, com destaque para pesquisas em Educação e Computação, por ser um campo de estudo relativamente novo e desafiador, uma vez que, enquanto Pesquisa Qualitativa “trata-se de uma atividade situada de pesquisa, que localiza o observador no mundo e define a subjetividade deste como perspectiva epistemológica” (GOMES e GOMES, 2020, p.6). Essa atividade, no cenário computacional, reverbera-se sob múltiplas técnicas que validam a proposição investigativa na intenção de interpretações distintas sobre o objeto de estudo proposto, indo de encontro às ideias apócrifas sobre a legitimidade científica da Pesquisa Qualitativa em Educação e Computação.

Sobre isso, Souza, Souza e Zambalde (2019, p. 460), argumentam que

A questão que se coloca para grande parte das pesquisas acadêmicas é que os pesquisadores ainda acreditam que a missão de seus estudos deve ser orientada para o entendimento do mundo sobre como ele é. Assim, muitos pesquisadores têm receio do tipo de pesquisa que procura desenvolver conhecimentos capazes de melhorar o mundo, lidando com novas formas de investigação sobre como o mundo poderia ser.

Nessa perspectiva, os autores acendem a reflexão sobre questões que envolvem a qualidade científica e as contribuições culturais, sociais e econômicas das pesquisas científicas em torno da computação, tecnologia e educação. Tenho como ponto de reflexão nesse cenário a necessidade do olhar investigativo para a validação metodológica do avanço científico computacional e tecnológico, respaldado em consonância com o rigor, a relevância e a substancialidade das análises dos resultados encontrados. Nessa perspectiva, a presente pesquisa consequentemente promove ainda mais reflexões acerca de pesquisas científicas computacionais e tecnológicas.

Com isso em mente, essa pesquisa processou-se numa abordagem qualitativa, de natureza aplicada, onde seus objetivos a caracterizam como descritiva e, para melhor operacionalização, utilizou-se do procedimento investigativo Estudo de Caso.

Kauark, Manhães e Medeiros (2010) apontam que na pesquisa qualitativa é considerada uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito e tem como característica a interpretação e atribuição de significados no processo da pesquisa por considerar o caráter subjetivo do problema. Desse modo, o software desenvolvido e posteriormente aplicado com alunos e alunas, proporcionou, com os questionários, essa produção de sentidos/processos.

Todo o processo de sistematização dessa pesquisa, garantiu o que Prodanov e De Freitas (2013) destacam, quando afirmam que uma pesquisa do tipo descritiva “registra e descreve os fatos observados sem interferir neles.” (p.52), com vistas “a descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.” (p.52). Tal sentido foi de grande relevância na validação do software.

Assim, investigou-se a proposição, o desenvolvimento e a aplicação de um jogo digital para a aprendizagem de frações equivalentes, apresentando suas possíveis contribuições enquanto recurso didático, cuja dinâmica interativa entre computação e sala de aula, garante sua utilização no processo de aprendizagem matemática.

Quanto aos procedimentos investigativos, utilizou-se o Estudo de Caso entendido sob a ótica científica empírica que: i. “investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.” (YIN, 2001, p.32). Neste sentido, entende-se que o estudo de caso é um procedimento estratégico utilizada a fim de compreender melhor um determinado fenômeno (dada complexidade do mesmo) dentro do seu contexto, quando estes (fenômeno e contexto)

estão estreitamente relacionados, o que se configurou como estratégia adequada dados os objetivos da presente de pesquisa.

Para a execução dessa pesquisa, e considerando que os sujeitos “são aqueles que geram informações que, de alguma forma, serão usadas pelo pesquisador” (COSTA E COSTA, 2015, p.42), elegeu-se, por afinidade com o lócus investigativo, 13 alunos do 9º ano dos anos finais do Ensino Fundamental, turno matutino, de uma escola pública situada na zona urbana da cidade de Remanso - BA.

A escolha da instituição de ensino levou em consideração a realidade local e a disponibilidade organizacional dela para com as demandas da pesquisa. A instituição de ensino cedeu parte de sua estrutura tecnológica para contribuir com o andamento da pesquisa colocando à disposição a conexão com a internet para que os alunos pudessem fazer o *download* do jogo digital proposto, denominado *Math Arena 3D*⁸, a partir da loja de aplicativos *Google Play*.

A escolha pelos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental se deu em função dos conteúdos trabalhados, de modo a auxiliar o processo de aprendizagem em matemática, especificamente de conteúdos relacionados a frações, situado no item D23 da matriz de referência de matemática para até o 9º ano do Saeb (2001). Os alunos poderão contribuir partilhando suas inquietações quanto à disciplina de matemática, aos conteúdos trabalhados e ao consumo de jogos digitais.

Todos os participantes da pesquisa tiveram participação voluntária, após a assinatura, por parte de seus responsáveis, do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido em função de sua idade.

Como instrumento de coleta de dados, foram utilizados questionários e observação, não estruturada, a partir do que Severino (2007, p. 125) descreve como o “conjunto de questões, sistematicamente articuladas, que se destinam a levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados, com vistas a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo.”

Os questionários foram elaborados de forma mista, com perguntas abertas e fechadas, em que foram preenchidos junto aos alunos da instituição de ensino supracitada. As perguntas

⁸ Download disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Ruivo.MathArena3D>

fechadas estão respaldadas através da escala Likert, que se constitui “num tipo de escala de atitude na qual o indivíduo respondente indica seu grau de concordância ou discordância em relação a determinado objeto.” (BERMUDES ET AL., 2016, p.7)

Sobre essa escala, é preciso destacar que tem como característica a simplicidade com o fornecimento de um “guia” de opiniões sobre as perguntas a serem respondidas, que são bastante relevantes considerando o público-alvo respondente. Seu uso “na coleta de opiniões durante o processo de produção de jogos é uma ferramenta poderosa para a aquisição de uma visão geral das impressões dos jogadores ou dos membros da equipe de desenvolvimento” (AGUIAR, CORREIA E CAMPOS, 2011, p.3), o que promove, a meu ver, e, pensando nos princípios de desenvolvimento de softwares, especificamente no contexto educacional, elementos de validação do software como jogo digital educacional.

A coleta de dados, realizada no mesmo dia da utilização do jogo digital, na data de 12 de junho de 2023, em tempo de aula cedido pela escola para o desenvolvimento da pesquisa. A aplicação dos questionários foi realizada em duas etapas. A primeira etapa teve como objetivo conhecer o perfil do aluno, hábitos de consumo de jogos digitais, conhecimentos e experiências na disciplina de matemática, dentre outros fatores relevantes. Na segunda etapa, ocorrida após a proposição do jogo, os alunos avaliaram o jogo digital desenvolvido, no que diz respeito às suas características e sua proposição como ferramenta auxiliadora do processo de aprendizagem em matemática.

O processo de interpretação dos resultados encontrados, entendido como Análise dos Dados, como ocorre no âmbito da Pesquisa Qualitativa, considerou os dados brutos da coleta, de forma que, à medida em que se procedia à sua interpretação, fazia-se, concomitante, às discussões sustentadas a partir das proposições teóricas por considerar que todo o processo de análise se constitui pelas lentes dos teóricos que fundamentaram essa pesquisa.

Utilizou-se a adequação ao padrão, por meio de explicações concorrentes que, no contexto da presente pesquisa, se alinham à teoria da aprendizagem significativa, considerando, por exemplo, algumas especificidades do Game Design Document, mais notadamente o elemento estratégia, que mobiliza possíveis subçunsos como condição estratégica do jogo digital que alia objetivos de desenvolvimento a objetivos de aprendizagem.

Nesse tipo de adequação “pode-se ter conhecimento que vários casos possuem um certo tipo de resultado, e a investigação pode enfatizar como e por que esse resultado ocorreu em

cada caso” (YIN, 2001, p.138). Assim, tem-se como caso a ser analisado a proposição, o desenvolvimento e a aplicação de um jogo digital desenvolvido com finalidade de contribuir com a aprendizagem matemática de alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, observando o impacto e sua influência no que se entende como elementos de afirmação de uma aprendizagem potencialmente significativa, de frações equivalentes.

5. DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Com base nos objetivos propostos para o presente trabalho, a seguir, é descrito todo o processo de concepção e desenvolvimento do jogo digital, apresentando as perspectivas sobre as quais o jogo foi pensado, sustentando hipóteses de possíveis contribuições que o jogo digital desenvolvido apresente com base no objetivo de aprendizagem voltado a conteúdos de frações equivalentes.

No Quadro 1, são descritas as etapas de desenvolvimento do software.

Quadro 1 - Etapas e descrição do processo de desenvolvimento do jogo digital proposto

Etapas	Descrição
Concepção	Construção do <i>Game Design Document</i> (GDD), um documento centralizador de todas as informações referentes ao jogo digital, sendo essas: Objetivos, dinâmica, mecânica, interface, dentre outras. Um documento “vivo” que é atualizado durante todo o processo de desenvolvimento do jogo
Pré-produção	Definição das ferramentas utilizadas. Por exemplo: modelo de gerenciamento de projetos, <i>softwares</i> de organização de tarefas, de criação de protótipos e desenvolvimento, dentre outros.
Prototipação de <i>interface</i>	Construção da representação visual do jogo quando terminado. Contribui com uma percepção melhor do produto a ser desenvolvido.
Levantamento de requisitos	Definição das funcionalidades do jogo a partir do GDD e dos protótipos desenvolvidos.
Produção	Implementação e teste das funcionalidades.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

5.1. Concepção do jogo

Na etapa de concepção do jogo digital proposto foi criado um documento para centralizar todas as informações relacionadas ao *design* do jogo em questão, chamado de *Game Design Document* (GDD). As informações nele presente são bastante variadas e vão desde a definição do objetivo de aprendizagem à elementos estéticos do jogo. Sintetizando, “as características apresentadas em um GDD não seguem um padrão único” (CUNHA, 2020, p.19). Fundamentalmente, as características do GDD construído foram elaboradas na perspectiva da

aprendizagem de conteúdo de frações equivalentes através de jogos digitais e tem como característica principal os elementos destacados por Boller e Kapp (2018), descritas mais adiante.

A escolha da obra citada se deu por apresentar principalmente com a descrição objetiva de cada etapa apresentada, da análise e exposição de casos reais de jogos digitais de sucesso seja no âmbito educacional ou de entretenimento além, é claro, da perspectiva do presente trabalho em que se buscou desenvolver um jogo digital eficaz para a aprendizagem em matemática.

Na construção do GDD, inicialmente se estabeleceu os objetivos instrucionais e de aprendizagem do jogo, que se fundamentaram em conteúdos relacionados à temática frações equivalentes, associados aos níveis *compreensão* e *análise* da Taxonomia de Bloom.

A ideia central da Taxonomia de Bloom é a de que os objetivos educacionais podem ser arranjados numa hierarquia do mais simples (conhecimento) para o mais complexo (avaliação), num todo de seis níveis. No caso dessa investigação, e, a partir das análises, estudos e reflexões sobre as matrizes de referência do Saeb, dados de avaliações do INEP, os níveis de domínio cognitivo de Bloom, e a definição dos objetivos instrucionais e os objetivos de aprendizagem – condição sugerida pelos teóricos para o desenvolvimento de jogos para a aprendizagem, o jogo digital desenvolvido possibilita conhecer o que os jogadores farão se aprenderem com o jogo, o que deve estar em consonância com as habilidades exigidas para a operacionalização do que se entende, potencialmente, como Aprendizagem Significativa.

Segundo Ferraz e Belhot (2010), “[...] decidir e definir os objetivos de aprendizagem significa estruturar, de forma consciente, o processo educacional de modo a oportunizar mudanças de pensamentos, ações e condutas” (p.421). Sendo assim

A utilização de instrumentos que facilitem essa atividade é fundamental e nesse contexto a Taxonomia de Bloom tem colaborado significativamente, pois é um instrumento de classificação de objetivos de aprendizagem de forma hierárquica (do mais simples para o mais complexo) que pode ser utilizado para estruturar, organizar e planejar disciplinas, cursos ou módulos instrucionais. (IDEM, 2010, p.431)

Boller e Kapp (2018) dizem que o objetivo instrucional refere-se ao que o jogador deve aprender por meio do jogo, enquanto os objetivos de aprendizagem englobam todo o conhecimento necessário para que os aprendizes alcancem o objetivo instrucional.

No caso desse desenvolvimento, a escolha pela temática frações equivalentes se deu a partir dos estudos e análises de dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), que apontam o baixo índice de proficiência dos estudantes na disciplina de matemática nos iniciais e finais do Ensino.

Em se tratando da aprendizagem de frações equivalentes, é importante destacar que “o aluno necessita trabalhar com o concreto, com o lúdico e não somente com a teoria, pois quando ele a visualiza, pode ter maiores chances de assimilar esses conteúdos” (WITT, 2018, p.41), e, esse argumento compõe esse processo de desenvolvimento.

A definição dos conteúdos abordados no jogo levou em consideração o público-alvo, o limite de tempo e de recursos de desenvolvimento e a complexidade inerente aos processos de ensino e de aprendizagem do conteúdo matemático na fase educacional supracitada. Dessa forma, “[...] a melhor regra a seguir quando se cria um jogo de aprendizagem é começar com algo pequeno” (BOLLER e KAPP, 2018, p.45), e não tentar abordar muitos conteúdos ou com demasiadas regras dentro do jogo.

Após a definição dos conteúdos, foram estabelecidas as dinâmicas do jogo que buscam favorecer ao aluno atingir os objetivos de aprendizagem propostos. Assim, enquanto os designers de jogos de entretenimento, tem a liberdade de escolher a dinâmica central, com base na diversão dos jogadores, os designers de jogos de aprendizagem devem considerar se a dinâmica reforçará os conteúdos, necessidades e preferências de vida real de um público-alvo específico (IDEM, 2018).

Assim, nessa perspectiva, escolheu-se a dinâmica de combinação em que o jogador deverá associar uma determinada fração equivalente à sua representação gráfica. Com isso, espera-se que os alunos desenvolvam habilidades relacionadas à compreensão e comparação de frações representadas na forma aritmética e de representações gráficas, com intuito de atingir o objetivo de aprendizagem proposto para o jogo “compreender e interpretar, de forma gráfica, frações equivalentes”.

Com o objetivo de aprendizagem e dinâmicas definidas, o próximo passo foi desenvolver a mecânica do jogo, que em suma são um conjunto de regras do jogo que determinam a forma com que o jogador deverá atingir o objetivo de aprendizagem proposto. Um ponto importante a ser destacado é que a elaboração da mecânica teve uma atenção particular no que diz respeito à dificuldade de compreensão, de modo que elas fossem de

simples entendimento e que consequentemente exigissem menos desgaste em questões não atreladas às do objetivo de aprendizagem do jogo, pois

Se as instruções forem demasiadamente difíceis, toda a capacidade do jogador/funcionário terá de ser empregada na compreensão delas. Isso, por vez, fará com que a habilidade de aprender fique comprometida e eles não atinjam os objetivos de aprendizagem. (IBIDEM, 2018, p.77).

Na sequência, foram definidos os elementos *sorte*, *tempo*, *estratégia* e *estética*, todos relacionados de forma direta e indireta com o objetivo de aprendizagem proposto.

Para o elemento *sorte*, foi definido que os NPC (*Non Playable Character*/ Personagem Não Jogável), no jogo em questão tido como “inimigos”, e as representações gráficas das frações, iriam aparecer em qualquer lugar da arena⁹, impactando diretamente a tomada de decisões do jogador em função de diversos aspectos da partida como, por exemplo, o tempo disponível, a “saúde” do personagem do jogador e a distância a ser percorrida até a área relativa a fração apresentada, dentre outros, implicando diretamente na quantidade de desafios concluídos.

O elemento *tempo* está intimamente relacionado aos objetivos do jogo e tinha como intuito criar um ambiente desafiador para os jogadores, de modo a estabelecer limitações para que o jogador possa “ganhar”, o que pode trazer imersão ao jogador. Além disso, a escolha do o período de tempo de cada partida do jogo, que é de um minuto e trinta segundos, levou em consideração a sua aplicabilidade em sala de aula.

Já a *estratégia* diz respeito à responsabilidade que o jogador tem sobre o resultado do jogo. Nesse sentido, o jogador tem a possibilidade de elaborar diferentes estratégias para resolver os desafios, como por exemplo:

- Gerenciamento de tempo: O jogador precisa tomar decisões rápidas para identificar e se posicionar corretamente na figura que representa a fração correta antes que o tempo acabe. Isso requer um planejamento estratégico para otimizar o tempo disponível e evitar erros.
- Avaliação de riscos e recompensas: O jogador pode optar por permanecer em mais figuras para concluir mais desafios, mas isso aumenta o risco de ser atacado pelos NPC

⁹ Uma *arena* no jogo digital desenvolvido refere-se a um ambiente tridimensional em que as partidas do jogo são disputadas. Para o primeiro protótipo do jogo, duas arenas foram criadas. Nelas, o jogador terá de solucionar alguns desafios matemáticos.

's. Ele deve avaliar as áreas de potencial acerto e os riscos envolvidos em cada decisão estratégica.

- Defesa contra os NPC 's: O jogador precisa lidar com os NPC 's que tentam atacá-lo para impedir seu progresso. Isso requer estratégias defensivas, como se mover rapidamente, por exemplo. O jogador precisa balancear ações de defesa e ataques dos NPC 's e a busca pela fração correta.
- Adaptabilidade e flexibilidade: Conforme novos desafios são apresentados e mais NPC 's são gerados, o jogador precisa ser adaptável e ajustar suas estratégias em tempo real. Ele pode enfrentar diferentes combinações de frações e padrões de ataque dos NPC 's, exigindo uma resposta estratégica adequada a cada situação.

Por fim, o último elemento trabalhado foi a *estética*. Alguns dos *assets* (elementos visuais, ou seja, imagens, texturas, personagens, dentre outros) usados para construir um jogo visualmente atraente são do acervo pessoal do próprio pesquisador e outros foram baixados gratuitamente na internet.

5.2. Pré-produção

Nessa etapa foi definida a metodologia de desenvolvimento de software, o modelo de organização de trabalho e a seleção das ferramentas a serem utilizadas. Todas as ferramentas selecionadas tiveram como pré-requisito ser gratuitas. Em se tratando da metodologia de desenvolvimento, escolheu-se como abordagem a Metodologia Ágil, considerando que

“Abordagens ágeis de desenvolvimento de software consideram o projeto e a implementação como atividades centrais no processo de software. Eles incorporam outras atividades, como elicitação de requisitos e testes no projeto e na implementação.” (SOMMERVILLE, 2011 p.42).

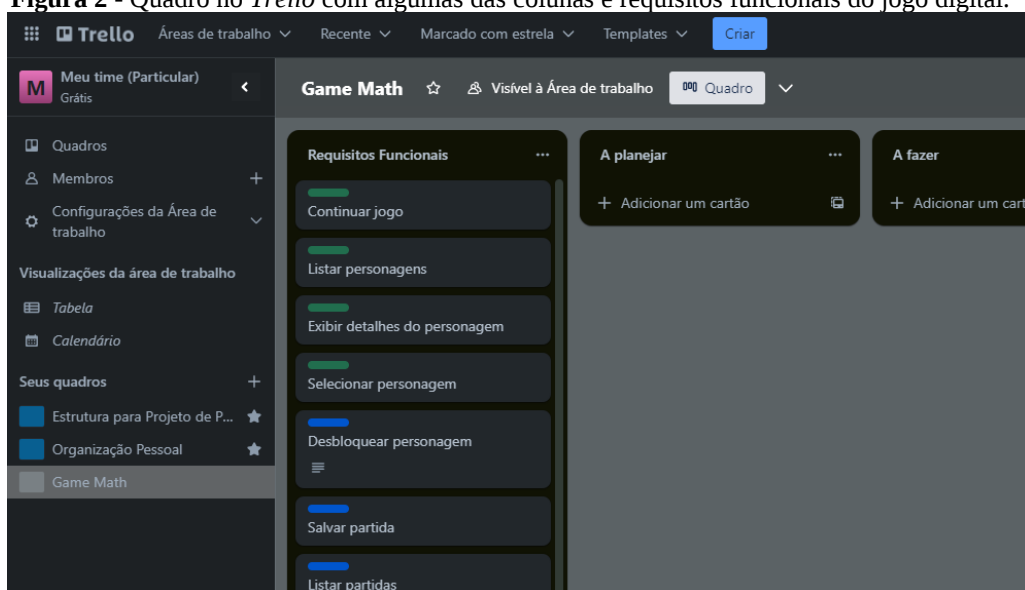
Alguns dos princípios que essa abordagem segue é o da simplicidade e o da entrega incremental, ou seja, uma nova versão utilizável do *software* é gerada a cada nova funcionalidade. Além disso, essa abordagem é bem-sucedida no desenvolvimento de pequenos e médios produtos, o que foi um dos pontos levados em consideração na escolha desta abordagem.

Como organizador de tarefas foi utilizado o aplicativo *Trello*, que consiste basicamente em um modelo digital do método *Kanban*, onde é possível visualizar o fluxo de trabalho a partir de um quadro, colunas (ou listas) e cartões. A escolha do *Kanban* se deu pela flexibilidade do

método e pela organização possibilitada por tal, além de ser bastante popular no desenvolvimento de *softwares*.

No *Trello* um quadro com seis colunas foi criado para representar as etapas de desenvolvimento do jogo. As colunas foram nomeadas em: i. Requisitos Funcionais; ii. A Planejar; iii. A fazer; iv. Fazendo; v. Testando e; vi. Concluído. Os cartões abordaram cada um dos requisitos funcionais (explanado mais adiante) dos jogos e foram movidos entre as diferentes colunas conforme a etapa de desenvolvimento em que estavam.

Figura 2 - Quadro no *Trello* com algumas das colunas e requisitos funcionais do jogo digital.



Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Considerando a perspectiva tridimensional (3D) do jogo proposto, utilizou-se como ambiente de desenvolvimento de *software* a *engine* de jogos Unity 3D por ser uma ferramenta com uma versão gratuita e que permite o desenvolvimento de jogos para sistemas operacionais de smartphones como, por exemplo, Android e iOS. Para gerenciar as versões do jogo digital optou-se pelo *git*, uma ferramenta de controle de versão de código.

Por fim, utilizou-se o *Figma* para a construção dos protótipos de *interface* em função da facilidade de uso que possibilita a criação de projetos a partir de navegador web, sem a necessidade de instalação de *software*.

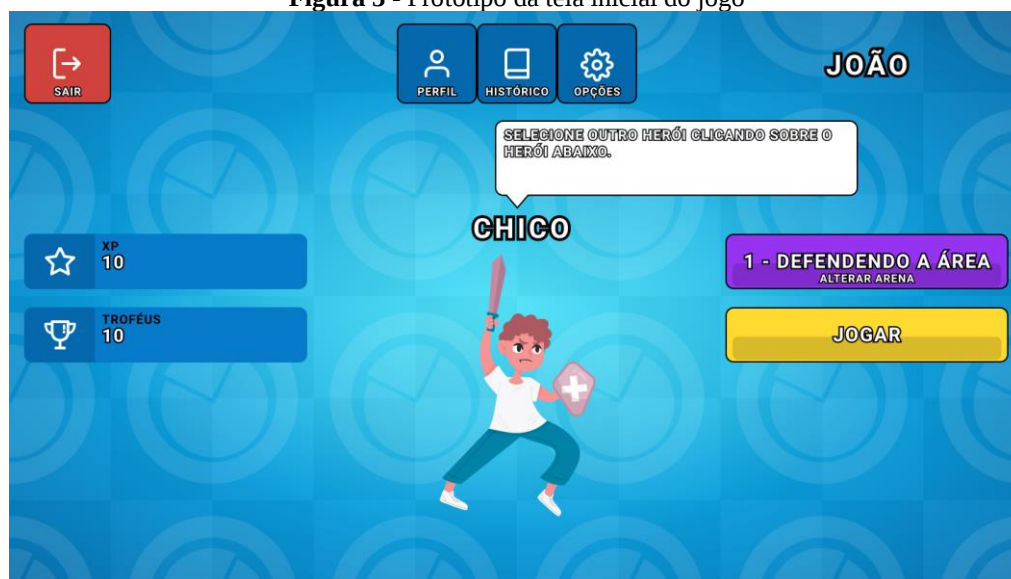
5.3. Prototipação de *interface*

Inicialmente foram feitos protótipos de *interface* de alta fidelidade a fim de ter uma percepção inicial da interface do jogo quando concluído, além de proporcionar uma visão mais ampla das possíveis funcionalidades que contemplavam o jogo. Nesse caso,

A melhor interface é aquela que passa completamente despercebida para o jogador, permitindo que ele se concentre no desenrolar do enredo e de suas ações e reações. Interfaces muito elaboradas podem confundir o jogador ou chamar a atenção mais para si do que para o foco principal do jogo: a interação com a história. Assim, uma interface complexa pode desmotivar o jogador e fazê-lo se desinteressar pelo jogo. (MACHADO ET AL., 2011, p.257).

Como ponto de partida, criou-se a tela inicial do jogo digital com algumas opções como, por exemplo, a seleção de arena, a quantidade de troféus ganhos, o nível de experiência, dentre outras, conforme Figura 3.

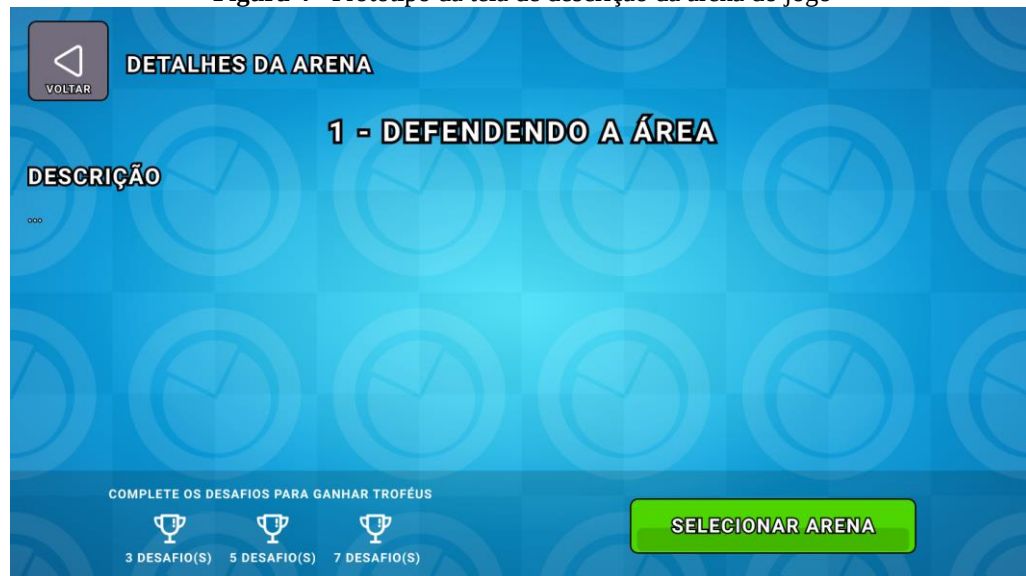
Figura 3 - Protótipo da tela inicial do jogo



Fonte: elaborada pelo autor (2020)

Ao iniciar o jogo pela primeira vez, a primeira arena do jogo já vem selecionada. O aluno pode selecionar outra arena, conforme disponibilidade. Ao selecionar a arena no qual deseja jogar, é apresentada ao aluno uma breve descrição do conteúdo associado a ela e as instruções de como jogar na arena (Figura 4).

Figura 4 - Protótipo da tela de descrição da arena do jogo



Fonte: elaborada pelo autor (2020)

Selecionando a arena, o jogador seguirá para a jogatina. Nesse caso, o jogador poderá andar por um ambiente tridimensional. Na primeira arena, os alunos devem permanecer na área correspondente a fração mostrada na parte superior esquerda da tela, conforme Figura 5.

Figura 5 – Protótipo da arena do jogo



Fonte: elaborada pelo autor (2020)

5.4. Levantamento de requisitos

Nessa etapa foram definidos os requisitos funcionais do jogo, compreendidos como premissas que “descrevem o que ele deve fazer” (SOMMERVILLE, 2011, p.59). Tais requisitos estão condicionados ao “tipo de software a ser desenvolvido, de quem são seus possíveis

usuários e da abordagem geral adotada pela organização ao escrever os requisitos.” (IDEM, 2011, p.59).

Os estudos acerca dos requisitos funcionais produzidos pelo autor salientam ainda sobre o nível de detalhamento na sua descrição, que podem ser escritos convergindo tanto de uma maneira mais abstrata como forma de ser mais bem compreendido pelos usuários do sistema, como de uma mais específica descrevendo em detalhes as funções do sistema. Em suma, os requisitos devem ser completos e consistentes para evitar problemas.

A descrição das funcionalidades do jogo orienta o processo de seu desenvolvimento. A etapa de definição dos requisitos se deu após a etapa de planejamento das partidas em função do surgimento de funcionalidades associadas a desafios específicos de cada uma das arenas. Este planejamento prévio não eliminou o surgimento de outros requisitos no decorrer do desenvolvimento, o que é previsto nos métodos ágeis, mas ajudou a ter uma visão mais próxima das necessidades do projeto naquele determinado momento.

Como exemplos de alguns requisitos funcionais do jogo, tem-se: i. Iniciar a partida; ii. Cronometrar tempo de partida; iii. Criar representação gráfica de frações no “chão” da arena; iv. Gerar NPC 's na arena, dentre outras.

5.5. Produção

Essa etapa diz respeito à implementação das funcionalidades do jogo, ou seja, o desenvolvimento do *software* propriamente dito. Na escolha das funcionalidades a serem implementadas, foram priorizadas funcionalidades que tratavam da conclusão por parte do jogador de pelo menos uma das arenas propostas no GDD. Tendo em vista o conteúdo de frações equivalentes definido como objetivo de aprendizagem do jogo proposto, algumas das funcionalidades priorizadas tinham relação com: i. O sistema de controle de personagem e gerenciamento de inimigos; ii. O gerenciamento de desafios da arena; iii. O cronômetro da partida; dentre outras. Durante a implementação das funcionalidades, foi vista a possibilidade de criação de uma nova arena utilizando-se das funcionalidades implementadas até então, fazendo apenas algumas adaptações a fim de trabalhar com associação de frações simples, fora do contexto de equivalência.

Outro ponto a ser destacado, foi a prioridade na implementação de comportamentos em detrimento dos elementos visuais utilizados. Isso devido à busca em prover uma versão

utilizável do jogo mais rapidamente e, com isso, testar a mecânica, regras e propostas de abordagem dos conteúdos de forma prática. Os elementos finais, sejam eles gráficos, de áudio, materiais e texturas foram adicionados gradativamente ou conforme necessidade. O resultado final da implementação de uma das arenas no primeiro protótipo do jogo digital pode ser visualizado na Figura 6.

Figura 6 - Arena no primeiro protótipo do jogo digital



Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Após a implementação de todas as funcionalidades, partiu-se então para a aplicação e seus estudos, para então, constituir a validação, análises e avaliação do jogo digital desenvolvido.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o processo de desenvolvimento do jogo digital educacional, considerando os elementos já apresentados na seção anterior, e respaldado no anseio de alcançar o objetivo dessa investigação, definido como identificar as possíveis contribuições do jogo digital educacional enquanto recurso didático a ser utilizado no processo de aprendizagem em matemática nos anos finais do Ensino Fundamental, procedeu-se à sua aplicação e seus estudos como continuidade da investigação proposta, especificamente, na busca de dados para interpretação e análises.

Contudo, ressalta-se que a condição de aplicação do jogo tem associação direta com a validação dele, produzindo elementos que contribuam para as análises desse jogo com fins de aprendizagem de frações equivalentes, o que, consequentemente, provoca sua avaliação. Entretanto, é importante destacar que “não há um método geral para avaliar o uso de jogos

digitais” (CONTRERAS-ESPINOSA E EGUIA-GÓMEZ, 2016, p.61). Isso significa que os materiais disponíveis não são replicáveis em diferentes contextos, demonstrando os desafios inerentes ao processo de sua avaliação.

Nesse cenário, é de importância capital o aprofundamento de pesquisas sobre métodos eficazes de avaliação de uso de jogos digitais a fim de garantir o desenvolvimento de ferramentas essenciais a práticas educativas que buscam a promoção da aprendizagem por meio de aspectos lúdicos. Tal condição é corroborada por Coutinho e Lynn Alves (2016, p. 15) ao destacarem que, “os jogos digitais diferentes de outros tipos de softwares são constituídos por uma série de características que não permitem avaliá-los apenas como um suporte lógico”.

Na proposição de apresentação de elementos de análise dessa investigação e com ênfase em responder à questão investigativa proposta, a seguir são apresentadas categorias de elementos analíticos, definidas a priori, para fundamentarem a construção substancial da interpretação desejada, a saber: i. Perfil dos alunos; ii. Subçunsos; iii. Aula conceitual de frações equivalentes; iv. Proposição do Jogo Digital desenvolvido; v. Experiência do Jogador e; Avaliação do Jogo Digital.

6.1. Perfil dos alunos

Utilizou-se do primeiro questionário, na intenção de conhecer um pouco mais dos estudantes participantes da pesquisa. Esse questionário era composto de perguntas abertas e fechadas. Dos 13 participantes, 7 tinham 14 anos, enquanto os demais alunos tinham entre 15 e 17 anos. Todos os alunos confirmaram possuir algum tipo de acesso à internet, seja a partir de rede Wi-Fi em casa (cerca de 92%), da escola (aproximadamente 7,6%) ou de operadora de celular (cerca de 15%). Dentre os que possuem internet em casa, aproximadamente 54% disseram possuir uma internet de qualidade mediana, enquanto os demais disseram possuir uma internet de boa ou ótima qualidade. Além dos smartphones, 2 dos alunos possuem computador, 2 possuem console (*vídeo game*) e apenas 1 possui *Tablet*.

Quando perguntados sobre seu gosto em relação a disciplina de matemática, apenas 1 dos alunos afirmou gostar de matemática, 6 responderam “mais ou menos” e 6 que não gostam ou detestam matemática. Além disso, 9 alunos afirmaram ter dificuldades em aprender matemática, enquanto os demais foram neutros. Nenhum dos alunos disse ter facilidades em aprender matemática.

Quando perguntados sobre o que acham da forma como é ensinada matemática na sua escola, 6 alunos avaliaram o ensino como “mais ou menos”, 4 disseram ser bom ou ótimo e 3 disseram ser muito ruim. Por fim, foi perguntado aos alunos a opinião em relação ao uso de jogos digitais nas aulas de matemática. Esta foi uma pergunta aberta em que os alunos poderiam apresentar suas perspectivas sobre o tema deste trabalho. De uma forma geral, os alunos disseram que os jogos poderiam facilitar o aprendizado de conteúdos matemáticos e podem deixar as aulas mais divertidas. Um dos relatos é de que o uso de jogos nas aulas de matemática “[...] é bem legal, é mais divertido, dá mais vontade de aprender”, sustentando a hipótese de que o uso de jogos digitais é uma excelente ferramenta para motivar os alunos.

Logo, é possível, então, verificar que a inserção do uso da tecnologia computacional na sala de aula de matemática pode ser um elemento de mudança dessa afinidade discente com a mesma, mais especificamente, no uso de jogos digitais educacionais bem desenvolvidos, com objetivos adequados às necessidades de conhecimento e utilidade dos conteúdos trabalhados.

Paralelamente, nota-se certa predisposição dos alunos em aprender por meio do uso de jogos digitais, predisposição que, segundo Moreira (2011), é uma das duas condições para a aprendizagem significativa, sendo a outra o uso de material potencialmente significativo, descrito posteriormente.

Sobre o consumo de jogos digitais, apenas 1 dos alunos disse não ter o costume de jogar jogos digitais, fato relevante considerando que a escolha de trabalhar matemática com jogos digitais deu-se na intenção de trazer significado para os alunos ao utilizar tecnologias computacionais que fazem parte do cotidiano deles. Dos 12 alunos que costumam jogar jogos digitais, 11 disseram jogar no smartphone, enquanto 1 disse utilizar mais o computador.

Quanto à frequência de consumo, 8 alunos afirmaram jogar três ou mais vezes por semana, enquanto os demais disseram jogar poucas vezes por mês ou quase nunca jogar. Quando perguntados se já jogaram algum jogo digital de matemática, apenas 4 alunos disseram que sim, fato que pode estar atrelado a baixa quantidade ou qualidade dos jogos digitais para aprendizagem em matemática.

Os conteúdos matemáticos abordados nos jogos citados pelos alunos foram: Tabuada, Operações Básicas Aritméticas e de Perguntas e Respostas. Por fim, quando perguntados se é possível aprender matemática por meio de jogos digitais, apenas 1 aluno disse achar impossível

aprender matemáticas através de jogos, 4 disseram “mais ou menos” e 8 acham que sim, que é uma “forma legal ou incrível” de aprender matemática.

O que infere-se, a partir das informações produzidas, nos questionários, oferece uma leitura mais clara do lugar de conhecimento da tecnologia computacional e seu uso, por parte de alunos e alunas. Todavia, é preciso identificar o que esse público conhece sobre frações (conhecimentos prévios), a fim de melhor direcionar a aplicação do jogo digital desenvolvido.

6.2. Conhecimentos prévios

No segundo questionário o objetivo foi identificar os conhecimentos prévios dos alunos frente a temática frações equivalentes, de modo a fazer com que o aprendizado dos alunos seja mais significativo, na intenção de confirmar que

o aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, p. 159).

Assim, tendo em vista os conteúdos abordados no jogo, faz-se necessário que os alunos tenham conhecimentos âncoras que os possibilite analisar e consequentemente resolver os desafios dentro do jogo, de modo que ele não precise ficar na “tentativa e erro” para resolver os problemas propostos. Ou seja, para o usuário do jogo, a ligação entre os conhecimentos elementares que trazem sobre o tema com o que o jogo solicita formalizam a noção de aprendizagem significativa.

Desse modo, a aplicação desse questionário trouxe uma configuração de conhecimentos prévios dos alunos, como mostra o Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Perguntas e porcentagem de acertos no segundo questionário

Perguntas	Percentual de acerto
P1. O que é uma fração?	92,3%
P2. Qual fração a área pintada na figura abaixo representa?	69,2%
P3. Qual das figuras abaixo mostram a fração $\frac{3}{8}$ pintada?	84,6%
P4. Quais os elementos de uma fração?	84,6%
P5. Observe as figuras abaixo e marque a sua fração correspondente	92,3%
P6. Analisando a questão 5 é possível afirmar que todas as figuras, mesmo tendo a quantidade de	46,2%

partes pintadas diferentes, têm a mesma quantidade de um todo?	
P7. Na questão 5, da fração A para a fração B houve a multiplicação do numerador e denominador por um mesmo número, que número foi esse?	61,5%
P8. O que são frações equivalentes?	53,8%
P9. Qual das frações abaixo é uma fração equivalente à $\frac{2}{8}$?	38,5%
P10. Qual das figuras abaixo mostram uma fração equivalente à $\frac{2}{4}$ pintada?	23,1%

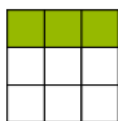
Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Na **P1** o intuito era identificar os conhecimentos dos alunos relativos ao conceito de frações. Como resultado, apenas um dos alunos apontou conceitualmente que uma fração é uma “divisão”, possivelmente indicando que o aluno estava focado exclusivamente na relação dos elementos da fração com uma divisão e não interpretando-a como parte de um todo.

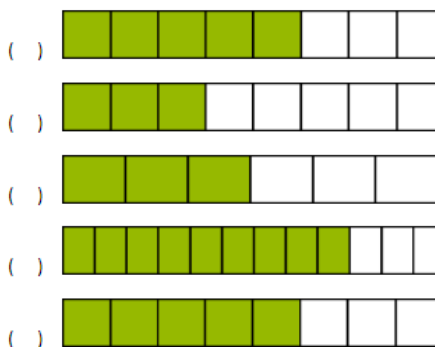
Nesse anseio de compreender o que os alunos mobilizam ao serem apresentados às frações, propôs-se uma indagação referente à ilustração de uma representação fracionária, conforme mostra a imagem a seguir:

Figura 7 - Questões sobre frações

2) Qual fração a área pintada na figura abaixo representa?



3) Qual das imagens abaixo mostram a fração $\frac{3}{8}$ pintada?



4) Quais os elementos de uma fração?

- ☐ Divisor e Multiplicador
- ☐ Numerador e denominador
- ☐ Denominador e Quociente
- ☐ Numerador e divisor
- ☐ Minuendo e subtraendo

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Assim, na **P2**, aproximadamente 70% dos alunos determinaram corretamente a fração da figura pintada, enquanto na questão seguinte, **P3**, mais de 80% dos alunos associaram corretamente a fração escrita a uma das opções de figuras pintadas, demonstrando resultados positivos. Além disso, na **P4**, o resultado também foi superior a 80%, indicando que os alunos possuem conhecimento dos elementos de uma fração.

Na **P5**, assim como na **P3**, o objetivo era que os alunos associassem as frações às figuras como forma de compreender conceitualmente frações. Para além disso, a **P5** buscou trazer à tona conceitos relacionados à equivalência entre frações a partir da disposição de alternativas de resposta que se tratava de frações equivalentes, sendo elas: $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{4}$ e $\frac{4}{8}$, respectivamente. Com base no resultado do questionário até aqui, constatou-se que os alunos conseguem assimilar a fração a uma representação gráfica, mas demonstram dificuldades na compreensão do conceito de frações equivalentes, sustentando nas respostas obtidas na **P6** em que os alunos

afirmaram que as figuras mostradas que representam as frações supracitadas não têm a mesma quantidade de um todo.

Nas demais perguntas, que tratam do conceito de frações equivalentes, os resultados obtidos foram considerados relativamente baixos em relação às perguntas anteriores e com isso, foi vista a necessidade de uma aula conceitual sobre o conceito de frações e frações equivalentes precedente à proposição do jogo.

Cabe ressaltar que, ao analisar a Matriz de Referência do Saeb e no estado da Bahia, a prova SABE, e as habilidades que os alunos precisam desenvolver no Ensino Fundamental, consta a habilidade “Identificar Frações Equivalentes” (Habilidade D23 inserida na Seção Números e Operações), cujo índice de acertos de alunos da região onde a pesquisa foi aplicada está abaixo de 20%, conforme apontam estudos realizados pelos municípios a partir do Sistema de Avaliação Baiano de Educação - SABE¹⁰.

6.3. Aula conceitual de frações e equivalência entre frações

Na condição de docente de Ciências da Computação, é preciso considerar que a prática profissional docente no contexto computacional, dentre outras atividades, concernentes ao Ofício de Mestre (ARROYO, 2011), nos constitui professores e professoras no fazer da sala de aula, especialmente. Assim, a investigação proposta aqui tem como lugar de ocorrência a sala de aula e o uso de jogo digital educacional.

Como ponto crucial, após a compreensão do aspecto cognitivo dos discentes e de seus conhecimentos prévios sobre o uso de jogos e do conhecimento matemático fundante, reconhece-se a necessidade de interação docente com os sujeitos dessa pesquisa, a fim de representar aos mesmos a vivência do conteúdo de frações.

A partir uma breve análise estatística, ainda em sala de aula, dos resultados do questionário de coleta de subsunçores, constatou-se que um percentual considerável de alunos teve dificuldade ao responder questões relacionadas ao conceito de equivalência, fazendo-se necessário a apresentação de conceitos acerca do tema, compreendidos como *organizadores prévios*, ou seja, “Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem”

¹⁰ Mais informações em <https://avaliacaoemmonitoramentobahia.caeddigital.net/#!/pagina-inicial>

(MOREIRA, 2010, p.11), que podem ser classificados em dois tipos: o *organizador expositivo* e o *organizador comparativo*.

No *organizador expositivo* o intuito é suprir o déficit de subsunçores, ou seja, quando o material apresentado não é familiar ao aluno. Nesse caso, é necessário prover ideias âncoras em termos familiares a ele. Já no *organizador comparativo*, o intuito é demonstrar a relação e distinção entre os novos conhecimentos e os conhecimentos já existentes, em função do material relativamente familiar ao aluno.

Nessa ótica, utilizou-se de *organizadores comparativos* como recurso para ajudar os alunos a relacionarem os conhecimentos acerca de equivalência e frações, levando em consideração que ambos os conceitos e o material de aprendizagem são familiares a eles, pois já foram trabalhados anteriormente no Ensino Fundamental, além de trazerem consigo a partir de experiências cotidianas.

Utilizando o quadro branco, foi apresentado o conceito de frações através de figuras como meio de apresentar frações como parte de um todo. Depois disso, alguns alunos foram solicitados a responderem a algumas questões propostas no quadro, como parte do fenômeno aula.

Na sequência, foi trabalhado o conceito de equivalência, sustentado na concepção de frações, previamente apresentados, utilizando figuras que remetiam a pizzas ou barras de chocolate e utilizando o próprio questionário como guia.

O entendimento da necessidade dessa aula conceitual de frações equivalentes tem relevância, se considerarmos o objetivo de investigação proposto, uma vez que o desenvolvimento do Jogo Digital requer o conhecimento de frações, uma vez que

“é impossível abordar esta “igualdade entre frações” sem que os alunos tenham alguma noção da idéia de fração, é também impossível esperar a compreensão mais profunda do próprio conceito de fração, bem como dos algoritmos das operações entre frações, se aquela relação não tiver sido previamente absorvida. (DRUCK, 2006, p.6)

Deste modo, usar ferramenta computacional na aula de matemática requer conhecimento do conteúdo matemático utilizado associado ao conhecimento das funcionalidades da própria ferramenta utilizada que, no caso, é um Jogo Digital Educacional. Deste modo, as categorias de interpretação dos dados estão interligadas e dialogam com o

objeto geral desta investigação, o que sugere que seja apresentada, a seguir a proposição do jogo desenvolvido.

6.4. Proposição do jogo digital desenvolvido

Ao término da aula conceitual foi solicitado que os alunos baixassem da loja de aplicativos do seu celular o jogo digital e na sequência o jogassem. Nessa etapa, não foram dadas orientações sobre o jogo com intuito de identificar possíveis problemas envolvendo a navegabilidade dentro do jogo. Com base nisso, foi observado que os alunos não tiveram dificuldades em iniciar o primeiro desafio do jogo.

Na primeira arena do jogo, que consiste basicamente em permanecer na figura que representasse a fração mostrada no centro da tela do jogo, não foram observadas dificuldades dos alunos em relação aos desafios propostos. A maioria dos alunos conseguiram concluir todos os desafios, sendo que este não era um ponto obrigatório para que eles conseguissem desbloquear a arena seguinte. Ao término da primeira arena alguns alunos então perguntaram se havia mais arenas. Solicitei que eles voltassem ao menu inicial do jogo e alterassem a arena selecionada.

Já na segunda arena, foi observado que alunos tiveram um pouco de dificuldades em compreender os objetivos propostos para essa fase do jogo. Nesse ponto, foram perguntados se eles observaram que antes de iniciar a partida havia detalhes de como eles deveriam proceder para concluir todos os desafios. Alguns relataram que não perceberam. Com isso, foram solicitados que voltasse na seleção das arenas e lessem a descrição e orientações da arena. Feito isso, novamente os alunos tentaram jogar.

Essa situação indica a relação existente com uso de jogos digitais e a Teoria da Aprendizagem Significativa, de modo que o jogador (aluno) reconheça a necessidade de conhecimentos prévios para a prática do jogo e assim, garantir sua performance de atendimento aos objetivos instrucionais e de aprendizagem, constituindo elemento balizador do caminho de respostas à questão investigativa proposta nessa pesquisa.

Um grupo de 3 alunos perguntou sobre como poderia identificar as frações equivalentes correspondentes à mostrada em tela. Então, novamente foram dadas orientações sobre como encontrar frações equivalentes através de multiplicação e divisão do numerador e denominador de uma fração. Além disso, recomendei que eles mentalizassem o desenho da fração mostrada

em tela de modo que eles percebessem a quantidade de partes da fração. Na sequência, solicitei que os alunos observassem todas as figuras desenhadas e identificassem qual delas, apesar de terem a quantidade de partes diferentes, seria semelhante a figura da fração metalizada, ou seja, teriam a mesma quantidade do todo. Como guia, deixei no quadro três figuras de “pizza” pintadas correspondentes às frações $1/2$, $2/4$ e $4/8$, respectivamente, para que servissem como suporte. Com algum tempo jogando, os alunos puderam perceber que as figuras desenhadas no jogo sempre tinham a quantidade de partes divididas menor do que a fração solicitada pelo desafio e que para encontrar a fração equivalente a figura mostrada eles poderiam dividir o numerador e denominador da fração mostrada por 2.

Destaca-se, com essa experiência, que os discentes condicionam sua autorregulação de aprendizagem quando incentivados, com o uso de jogos digitais, a desbloquearem as arenas consequentes. Essa relação sustenta, também a condição de aprendizagem potencialmente significativa, uma vez, que o papel do usuário, ao jogar, é de, ao compreender o jogo, regras e funcionalidades, identificar o que se conhece, teoricamente, por organizadores expositivos e organizadores comparativos e relacioná-los, sem se darem conta disso, necessariamente, à necessidade dos conhecimentos prévios tanto de matemática – frações quanto de computação – jogos digitais.

A partir da proposição do jogo, alguns pontos de melhoria ou que merecem atenção estão relacionados a usabilidade do jogo, sendo estes: i. A organização das informações e instruções de como jogar pode ter contribuído para a dificuldade na compreensão dos objetivos da arena; ii. Ao término da partida, exibir um aviso de que uma nova arena foi desbloqueada.

Para além desses elementos, um ponto em destaque refere-se à condição recreativa que estimula a ludicidade, talvez até mesmo entendida como competição, de forma que dinamizem em grupos coletivos a prática de jogar/aprender. Os alunos estavam empenhados em conseguir pontuações mais altas que as de seus colegas, e esse comportamento tem relação direta com a aquisição de conhecimentos novos, a partir do já consolidado conhecimento prévio, ou seja, vê-se na prática computacional do uso de jogos digitais em sala de aula a evolução do conhecimento matemático do discente.

Assim, é válido pensar em implementações futuras em que se possa colocar um modo multiplayer de modo que isso favoreça o aprendizado dos alunos através da competição ou colaboração em resolver os desafios.

6.5. Experiência do jogador

O questionário 3 teve como objetivo avaliar o jogo digital desenvolvido para o ensino de matemática, com base em fatores motivacionais, de experiência e aprendizagem, por meio da reação dos alunos.

Como referência, este instrumento adotou o modelo de avaliação MEEGA+ desenvolvido por Petri, Gresse e Borgatto (2020) que consiste em uma abordagem de avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação e que, segundo os autores, pode ser adaptado em outras áreas. Nessa perspectiva, foram feitas adaptações do questionário citado em termos de linguagem e quantidade de perguntas, levando em consideração o público-alvo, sua aplicabilidade e conceitos explanados anteriormente.

Quadro 3 - Questionário para avaliação do jogo pelos alunos

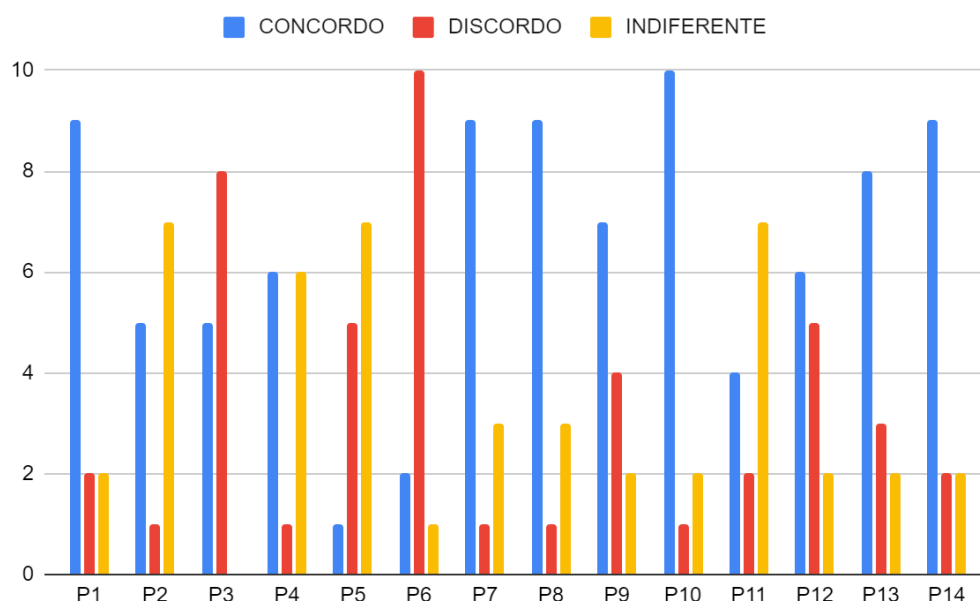
Domínio/Subdomínio		Perguntas
Usabilidade	Estética	P1. Você achou o visual do jogo atraente?
		P2. Os textos, cores e letras combinam?
	Aprendizibilidade	P3. Você teve que aprender algumas coisas antes de começar a jogar?
	Operabilidade	P4. Você achou o jogo fácil?
	Proteção contra erros do usuário	P5. O jogo evitou que você cometesse erros?
Confiança		P6. Ao ver o jogo pela primeira vez, você achou que teria dificuldades?
Aprendizagem percebida		P7. Você acha que aprendeu matemática com o jogo?
Desafio		P8. O jogo foi ficando mais difícil aos poucos?
Desafio		P9. O jogo ficou repetitivo ou chato?
Diversão		P10. Você se divertiu com o jogo?
Satisfação		P11. Você recomendaria este jogo para seus amigos?
Atenção		P12. Em algum momento você perdeu a noção do tempo enquanto jogava?
Satisfação		P13. O conteúdo do jogo foi interessante para você?
Relevância		P14. Você prefere aprender matemática com este jogo?

Avaliação Pessoal	P15. Se você fosse mudar algo no jogo, o que mudaria?
-------------------	--

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Com exceção da **P15** que foi uma pergunta aberta, as demais perguntas do questionário foram classificadas utilizando a escala Likert e agrupadas em Concordo, Indiferente e Discordo com o objetivo de facilitar a leitura. Na Figura 8 é mostrado o resultado da avaliação do jogo digital desenvolvido de acordo com o número de alunos participantes da pesquisa.

Figura 8 - Resultado do questionário relativo a coleta de experiência de uso do jogo digital



Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Na **P1** a maioria dos alunos afirmaram que o jogo é atraente, condizente com jogos digitais de entretenimento e na contramão da maioria dos jogos digitais educacionais que em suma deveria ter sintonia entre os aspectos pedagógicos e elementos atraentes dos jogos digitais de entretenimento. Nessa perspectiva, Lynn Alves (2008) destaca que

Esse desencontro entre o que é pedagógico e aplicável em práticas escolares e as narrativas dos jogos que seduzem a geração que vem sendo denominada por diferentes rótulos (a exemplo de Screenagers, geração Net, geração M ou geração Multitasking, nativos digitais, dentre outros), tem levado à produção de jogos com baixa qualidade que buscam enfatizar conteúdos curriculares, sem se preocupar com a interface, com a qualidade das imagens, jogabilidade e interatividade. (p.4)

Na **P2** cinco alunos afirmaram que os textos, cores e letras combinam bem, sete alunos foram neutros e apenas um disse não combinar. A baixa disponibilidade de fontes e elementos visuais grátis foi um fator que pode ter contribuído com o resultado abaixo do esperado, tendo em vista que esses elementos não são tão sofisticados como elementos pagos.

Já na **P3** cinco alunos disseram que foi preciso aprender poucas ou algumas coisas, enquanto os demais disseram não precisar aprender algo. Aqui um ponto que pode ter contribuído foi a aula conceitual antes da proposição do jogo. Contudo, pode ser necessário a organização do conteúdo dentro do jogo conforme explanado anteriormente, tomando como base o comportamento dos alunos de iniciar a partida sem ler as informações do conteúdo abordado, um ponto que pode ter influenciado nas respostas.

Ao observar o comportamento dos jogadores com relação à **P3**, é possível inferir o que muitos docentes têm apresentado no processo de discussão e avaliação das práticas de sala de aula, isto é, o comportamento ansioso e intempestivo discente diante de resolução de problemas, direcionando o comportamento, por exemplo, para o que se entende por Ansiedade Matemática¹¹.

Na **P4** seis alunos disseram que o jogo é fácil ou muito fácil, seis foram neutros e um disse que o jogo é difícil, resultado que também pode ter relação com a aula conceitual anterior a proposição do jogo, sustentando a necessidade de planejamento prévios a fim de promover uma aprendizagem significativa aos alunos. Além disso, incluir um recurso de seleção de nível atrelado aos objetivos de aprendizagem do jogo se faz pertinente para implementações futuras.

Quando se observa que, no fenômeno aula, o docente produz uma retomada conceitual a fim de possibilitar aos discentes a livre manifestação de seus conhecimentos prévios acerca do tema trabalhado, a utilização do jogo digital atende ao propósito de constituir-se numa metodologia ativa que incide diretamente no que se deseja sobre aprendizagem significativa.

Já na **P5** que pergunta aos alunos se o jogo os ajudou a evitarem erros, sete disseram mais ou menos, cinco afirmaram que não e apenas um disse que o jogo ajudou a evitar erros. Esse é um ponto positivo considerando que os alunos podem testar hipóteses sem que haja punição ao aluno quando ele erra, o que, em sala de aula, pode ser chamado de erro didático. Em outras palavras, “Embora você tenha que fazer um grande esforço para jogar qualquer ‘bom jogo’, há um custo relativamente baixo de falha e alta recompensa para o sucesso” (GEE, 2003, p.63, tradução nossa).

¹¹ Para um estudo mais aprofundado sobre o tema, sugere-se a leitura dos estudos de Silva, Neto e Gonçalves (2020).

No fator confiança, a **P6** indica que a maioria dos alunos teve a percepção de que teriam poucas ou nenhuma dificuldade, demonstrando a segurança que eles tinham em relação ao jogo e aos conteúdos abordados. Essa percepção inicial dos alunos pode também ter influência sobre o consumo espontâneo de jogos digitais educacionais.

Em relação à aprendizagem percebida, a **P7** mostra que a maioria dos alunos disseram ter tido a percepção de ter aprendido algo com o jogo. Com base nesse resultado, é pertinente um estudo futuro para saber se os conhecimentos adquiridos irão contribuir na formação dos estudantes.

Em se tratando do aspecto desafiador do jogo, os resultados da **P8** indicam que o nível de dificuldade do jogo ficou “calibrado” e condizente com o público-alvo. Nesse caso, é importante destacar novamente a fase de exercício do conceito de fração e equivalência, tendo em vista a relevância da fase de planejamento prévio dos conteúdos abordados. Sobre isso, o caso citado converge com o Princípio Incremental, na medida que “As situações de aprendizagem são ordenadas nos estágios iniciais para que casos anteriores levam a generalizações que sejam frutíferas para casos posteriores.” (GEE, 2003, p.137, tradução nossa)

Já se tratando do **P9** pouco mais da metade diz que o jogo se tornou repetitivo ou chato. Destaco que a pouca quantidade de arenas ou falta da possibilidade de seleção ou customização de personagens, por exemplo, dando a possibilidade de adicionar novas formas de “ataque” ou troca “skins” pode ter impactado nesse cenário (considerando o retorno obtido na **P15**, explanada posteriormente). Contudo, é importante frisar que a premissa inicial de desenvolvimento do jogo foi de fazer algo “pequeno” e posteriormente fazer novas funcionalidades ou incluir novos conteúdos.

Na **P10** uma parcela significativa dos alunos disse se divertir com o jogo, sustentando a hipótese levantada nos resultados da pergunta anterior de que talvez a quantidade de fases ou de possibilidades de customização de personagens pode ter sido a causa dos resultados supracitados nela.

Na **P11** sete dos alunos disseram que talvez indicariam jogo, quatro afirmaram que sim e apenas dois disseram não. Considero um resultado positivo tendo em vista o leque de gêneros de jogo disponíveis atualmente.

Na **P12**, cinco alunos disseram que não perderam a noção do tempo jogando, dois disseram não ter certeza e seis disseram que sim, que perderam a noção do tempo. Os resultados aqui indicam características atreladas à imersão do jogador e com isso, é importante frisar que

[...] esse processo não é automático e imediato, pois existe a necessidade do jogador se ambientar no universo do jogo, aprendendo seus comandos básicos e estabelecendo as recompensas simbólicas que o jogo pode oferecer. (PAIVA E TORI, 2017, p.1053)

Além disso, a imersão do jogador pode envolver uma variedade de fatores como, ambiente, elementos do jogo, conteúdos abordados e que, dada a complexidade do tema, é importante um estudo específico posterior para análise desse caso. Contudo, é possível compreender que de forma geral foi um resultado satisfatório considerando que este é o primeiro protótipo do jogo digital.

Na **P13** que demonstra a satisfação em relação aos conteúdos abordados no jogo, oito alunos afirmam ter sido pouco ou muito interessante, dois mais ou menos e três que apontaram a ideia do jogo não ser interessante, atestando que a maioria dos alunos tem interesse pela temática frações e equivalência entre frações.

Na **P14** que trata da relevância do jogo, nove alunos disseram ter preferência por aprender matemática com o jogo digital proposto, enquanto dois disseram mais ou menos e dois não preferiram. Aqui um resultado positivo que pode estar atrelado ao perfil dos alunos, que costumeiramente jogam jogos digitais. Outro ponto importante é quando se considera que seis dos alunos afirmaram não gostarem de matemática (conforme citado anteriormente) demonstrando a motivação dos alunos em relação a adoção de um material potencialmente significativo para aprendizagem - os jogos digitais.

Na **P15** “Se você fosse mudar algo no jogo, o que mudaria?”, os resultados foram sintetizados em: i. “Mais fases”; ii. “Mais formas de ataque personagem”, iii. “selecionar outros personagens”, iv. “Selecionar outras skins para os personagens”, v. “ganhar mais tempo ao destruir inimigos”; vi. “níveis de dificuldade”, vii. “gráficos” e; viii. “Tempo”.

O item i. está atrelado a quantidade de arenas disponíveis no jogo, que são apenas duas. Esse é um ponto bem pertinente, pois indica o interesse dos alunos em relação ao jogo desenvolvido.

Já os itens ii., iii., iv., v. e vi. estão atrelados a inclusão de novas funcionalidades que são muito presentes em jogos digitais de entretenimento de sucesso da atualidade como, por

exemplo, *Fortnite*, *CS Go*, *LoL*, dentre outros, convergindo com o Princípio da Identidade, que “envolve assumir e brincar com as identidades de tal forma que o aluno tenha escolhas reais (no desenvolvimento da identidade virtual) e ampla oportunidade para meditar sobre a relação entre as novas identidades e as antigas”. (GEE, 2003, p.67, tradução nossa).

Já o item vii., sugere estar refletindo as opiniões dos alunos em relação a combinação de textos, cores, letras, considerando que a maioria dos alunos achou o visual do jogo atraente ou talvez esteja refletindo a quantidade de alunos que não gostaram do visual do jogo como um todo. Nesse caso, talvez seja interessante fazer modificações no jogo e realizar uma nova coleta de experiências.

Por fim, no item 8, não ficou claro o que se quis dizer com o “tempo” do jogo, pois as respostas não foram bem específicas. Considerando o percentual de alunos que disseram que o jogo ficou difícil rapidamente e a quantidade de respostas (que foram duas) sobre mudanças no tempo do jogo, é pressuposto (ou similar) que este deveria ter maior duração, principalmente na 2ª arena do jogo que trabalha o conteúdo de frações equivalentes.

A partir dessas análises às respostas ao questionário 3, pode-se perceber e inferir que a experiência dos alunos/jogadores favoreceu o processo de aprendizagem matemática e os elementos manifestados estão em acordo com as teorias de desenvolvimento de jogos digitais educacionais, oferecendo avaliações de elementos constituintes dos jogos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do que foi proposto no processo de investigação, dos pontos fundamentais de construção da proposição que acompanham tanto nossa relação de afinidade com a Matemática e com a Computação quanto nossa perspectiva de formação docente em processo de construção, destacamos que o desenvolvimento de um jogo digital que faça com que os alunos reflitam matemática em situações do dia a dia, nos favorece compreender possíveis contribuições de um jogo digital educacional em 3D para o processo de Aprendizagem Significativa de frações nos anos finais do Ensino Fundamental.

O caminho construído perpassou por conhecimentos produzidos por teóricos que fundamentassem as possíveis relações entre conhecimento matemático e as produções tecnológicas computacionais pertinentes a educação moderna do século XXI, cujas referências ao Pensamento Computacional remontam às concepções de Resoluções de Problemas.

Todavia, o que foi produzido nessa pesquisa, sustenta-se na proposição de uma formação docente inovadora, que contribua com rompimento entre o distanciamento da proposta tradicional de sala de aula e a evolução dos processos tecnológicos educacionais: o uso de jogos digitais educacionais.

Deste modo, a partir do que conhecemos e vivenciamos, também pela experiência em programas de formação docente como PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência e PRP – Programa Residência Pedagógica, o estudo das práticas de aprendizagem em sala de aula nos convidam a associar elementos próprios da computação que associem, positivamente, à proposição da aprendizagem discente.

No tocante à aprendizagem, e pensando nos princípios orientadores desta pesquisa, destacamos, para o desenvolvimento do jogo digital educacional, características como ludicidade, diversão, autorregulação (o controle dos alunos em relação a sua aprendizagem), o espaço didático da sala de aula (em que os alunos podem errar), dentre outras características.

Para essa operacionalização, a eleição do tema frações, indicada por compreensão e análises de dados das provas do Saeb, confirmou-se, também, como sendo o conceito que os alunos apresentaram maiores dificuldades, o que pode estar atrelado a dificuldades de compreensão dos conceitos de proporção, razão ou parte-todo, elementos bem fundantes para a construção de alguns jogos digitais que relacionem possibilidade de resolução de problemas.

Em face disso, pensando na exequibilidade dessa investigação, notadamente respaldados pela Teoria da Aprendizagem Significativa, foi pertinente, no decorrer do processo, ministrar aula sobre o conceito de frações e frações equivalentes por meio de figuras e questões problemas, a fim de provocar lembranças de situações cotidianas que fizessem referência à temática para, assim, melhor fundamentar o desenvolvimento do jogo digital educacional.

Diante disso, lançar mão do uso de jogos digitais educacionais é compreender a existência de um bom leque de opções a serem utilizadas, considerando as características vistas em jogos digitais de entretenimento de sucesso que potencializam a aprendizagem, principalmente em disciplinas que os alunos têm mais dificuldades. Assim sendo, e tomando a referência do conhecimento de frações equivalentes, os princípios de aprendizagem estabelecidos por Gee são tidos como primordial no desenvolvimento de jogos digitais eficazes para a aprendizagem, e para nós, nesse caso, com ênfase na aprendizagem matemática.

Em se tratando do desenvolvimento do jogo em si, são vários os elementos que podem ser explorados a fim de favorecer a aprendizagem, seja através da estética, da mecânica e da dinâmica, dos objetivos de aprendizagem, dentre outros, que diferentemente dos jogos digitais de entretenimento, não podem buscar majoritariamente a diversão. Jogos para aprendizagem precisam ter um balanceamento adequado entre os aspectos educacionais e entretenimento, como pode ser percebido através das respostas aos questionários, quando por exemplo, os alunos/jogadores disseram que “é bem legal, é mais divertido, dá mais vontade de aprender”, ou ainda quando, perguntados, no questionário 3, na pergunta **P10** uma parcela significativa dos alunos disse se divertir com o jogo, sustentando a hipótese levantada nos resultados da pergunta anterior de que talvez a quantidade de fases ou de possibilidades de customização de personagens pode ter sido a causa dos resultados supracitados nela.

Assim, reiteramos que é de grande relevância avaliações de uso de jogos digitais no processo de aprendizagem discente, que garantam, no desenvolvimento de ferramentas essenciais a práticas educativas, a promoção da aprendizagem por meio de aspectos lúdicos, o que reforça o pressuposto de que o uso de jogos digitais é uma excelente ferramenta para motivar os alunos.

Em sala de aula, o uso de jogos digitais para a promoção da aprendizagem é “bem-visto” pelos alunos, com base em atividades que eles costumam se dedicar horas e horas. Nesse cenário têm-se uma variedade de oportunidades para a aprendizagem, principalmente no que diz respeito ao interesse e motivação em atividades lúdicas e de aprendizagem, principalmente quando se trata das aulas de matemática, tidas na maioria das vezes como “chatas”.

Contudo, a avaliação do uso de jogos digitais para aprendizagem ainda é um fator que gera bastantes discussões. Todavia, é de suma importância estabelecer princípios norteadores que podem ser explorados ao tratar da avaliação de jogos digitais educacionais com base nos objetivos de aprendizagem propostos, no público-alvo, nas características exploradas no jogo digital em si, dentre outras.

Além disso, são vários os desafios que podem ser vistos quanto a abordagem de uso de jogos digitais educacionais, como por exemplo, a formação de professores em relação ao uso de tecnologias em sala de aula, a infraestrutura tecnológica das escolas, o planejamento pedagógico, dentre outros fatores. É necessário que o uso de jogos digitais em atividades

educacionais faça parte de um planejamento amplo, estabelecendo diálogos entre professores, representantes governamentais, pais e alunos.

Em vista dessas discussões, o jogo digital aqui proposto com o intuito de promover uma aprendizagem significativa de frações teve resultados satisfatórios, com base em fatores que possivelmente contribuem para a promoção da aprendizagem por meios de aspectos lúdicos e motivacionais. Para além disso, é importante realçar que

Enquanto o desenvolvedor cria o jogo com o objetivo de mediar conceitos de uma disciplina, para o usuário diante de um game há vários conteúdos a aprender. Os caminhos, reflexões e ações desde o momento em que ele descobre o jogo até chegar a sua última fase, envolvem aprendizados que vão além do que foi pensado ao criar o game. O usuário passa a refletir, por exemplo, sobre formas de chegar mais rápido ao objetivo, maneiras de ganhar o acesso aos mini-games que funcionam como bônus-prêmio para o jogador, entre outros aspectos. (SOUZA NETO E LYNN ALVES, 2010, p.136)

Esperamos, com a pesquisa produzida, fomentar as discussões acerca do desenvolvimento e proposição de jogos digitais para a promoção de aprendizagem significativa. Contudo, é importante realçar que o jogo digital desenvolvido não é uma “bala de prata” para resolver os problemas de aprendizagem em matemática, mas faz parte de um conjunto de estratégias que buscam melhorar a qualidade educacional por meio de metodologias e ferramentas com potencial a ser explorado.

Para pesquisas futuras, entendemos a necessidade de melhorar o jogo digital desenvolvido a partir da inclusão de novos desafios e da customização do personagem, fator entendido como primordial considerando que associação desses pontos com os objetivos de aprendizagem propostos podem motivar os jogadores a atingirem os objetivos de aprendizagem propostos pelo jogo.

Além disso, pretende-se implementar um modo *multiplayer* para promover a cooperação dos alunos. “[...] a cooperação entre os participantes para superar um desafio tende a motivar todos os jogadores e a incentivar o trabalho em equipe. Em outras palavras, a cooperação faz com que as pessoas trabalhem juntas.” (BOLLER; KAPP, 2018, p.82).

Por fim, analisamos as variadas possibilidades, diante das discussões mais modernas, em torno das chamadas Metodologias Ativas, acerca do Ofício de Mestre produzido no cenário da Licenciatura em Ciências da Computação e sua relação com o mundo tecnológico computacional que se propaga em alta velocidade nos espaços formais e informais de educação.

A continuidade do que aqui fora proposto, mantém-se e sua prospecção pode se dar tanto em âmbito de estudos na pós-graduação, em mestrado e doutorado, bem como, nos espaços educacionais onde a atuação docente possa ser operacionalizada em perspectivas teórico-práticas para além da concepção de cibercultura tão bem construído por Levy como "conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atividades, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço".

Assim, as respostas às inquietações que provocaram esse constructo investigativo estão manifestadas no decorrer do processo de análise, perpassando por condições específicas de design de jogos digitais e suas etapas, suas relações com a aprendizagem significativa de Ausubel (1963), o lugar da aprendizagem matemática de frações com os jogos digitais, a cultura dos alunos/jogadores e também de docentes e sua preparação para atuação num contexto tecnológico computacional educacional.

A relação entre Docência e Computação se constitui num diferencial formativo e sua potencialização, consolidou-se, mais fortemente, com e após o cenário de vida mundial com a pandemia, o que comprova essa comunicação investigativa.

REFERÊNCIAS

- ANGELUCI, Alan César Belo; |REDIGOLO, Gabriela Leal; FONSECA, Jessé Gonçalves; ARAKAKI, Patrícia Jaqueline; SILVA, Paulo Sérgio Félix da. **Desenvolvimento de Jogo para o Estímulo à Aprendizagem de Razões e Proporções**. Educaonline, v. 16, n. 2, 2022.
- AGUIAR, Bernardo; CORREIA, Walter; CAMPOS, Fábio. **Uso da escala likert na análise de jogos**. Salvador: SBC-Proceedings of SBGames Anais, v. 7, n. 2, 2011.
- ALVES, Lynn R. G.. **Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso**. Educação, Formação & Tecnologias, v. 1, n. 2, p. 3-10, 2008.
- ANDRADE, Cíntia Cristiane de. **O ensino da matemática para o cotidiano**. 2013.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: A cognitive view**. 2ª ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- BAHIA, Ana Beatriz. Desenhando health games para não gamers. In: ALVES, Lynn R. G.; COUTINHO, Isa de Jesus (Org.). **Jogos digitais e aprendizagem**. Campinas, São Paulo: Papirus. p.77-104, 2016.
- BENTO, João J. F.; GONÇALVES, Vitor B.. **Ambientes 3D no processo de ensino e aprendizagem 3D**. EDUSER: revista de educação, v.3, n.1, 2011.
- BERMUDES, Wanderson Lyrio; SANTANA, Bruna Tomaz; BRAGA, José Hamilton Oliveira; SOUZA, Paulo Henrique. **Tipos de escalas utilizadas em pesquisas e suas aplicações**. Revista Vértices, v. 18, n. 2, p. 7-20, 2016.
- BOLLER, Sharon, KAPP, Karl. **Jogar para aprender: Tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes**. São Paulo: DVS Editora, 2018.
- BRASIL, MEC. Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB. ed. 2021. Brasília, Distrito Federal, 2021.
- CONTRERAS-ESPINOSA, Ruth S.; EGUIA-GÓMEZ, Jose Luiz. Pesquisa de avaliação de eficácia da aprendizagem baseada em jogos digitais: Reflexões em torno da literatura científica. In: ALVES, Lynn R. G.; COUTINHO, Isa de Jesus (Org.). **Jogos digitais e aprendizagem**. Campinas, São Paulo: Papirus. p.61-76, 2016.
- COSTA, Marco A. F. da; COSTA, Maria de F. B. da. **Projeto de pesquisa: entenda e faça**. 6. ed., Rio de Janeiro: Vozes, 2015.
- COUTINHO, Isa de Jesus; ALVES, Lynn R. G.. **Avaliação de jogos digitais com finalidade educativa: contribuição aos professores**. HIPERTEXTUS, vol, v. 15, p. 10, 2016.

CUNHA, Kátia Gomes da. **Game design document: o processo de produção de jogos educacionais e os educadores.** 2020.

D'AMBROSIO, Beatriz S. **Como ensinar matemática hoje?**. Brasília: Temas e Debates. SBEM. Ano II. n.2,p. 15-19, 1989.

DOS REIS, Jadiel S.; SALES, Josiel S.; SANTOS, Daniela B.. **A importância do uso de materiais concretos para o ensino e aprendizagem de fração e geometria.** 2020.

DRUCK, Iole de Freitas. **Frações: uma análise de dificuldades conceituais.** São Paulo: IME-USP, 2006.

FALKEMBACH, Gilse. A. M. **O Lúdico e os Jogos Educacionais.** Rio Grande do Sul: Revista Mídias na Educação, 2006.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais.** Gestão & produção, v. 17, p. 421-431, 2010.

FIGMA. [S.l.]: Figma inc., 2016. Disponível em: <<https://www.figma.com/downloads>>. Acesso em: 6 fev. 2019.

FRANÇA, Leinad Santos; MENDUNI-BORTOLOTI, Roberta D. Angela; ROCHA SILVA GUSMÃO, Tânia Cristina. **Como os estudantes percebem suas emoções diante do erro na aprendizagem de matemática.** Colóquio do Museu Pedagógico-ISSN 2175-5493, v. 14, n. 1, p. 857-861, 2022.

GEE, James Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy.** New York: Palgrave MacMillan. 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Nielma Veras; SANTOS, Wilson Luíz Sousa. **O processo de ensino e aprendizagem na matemática: interligando a teoria com a prática no espaço escolar.** Maiêutica. Ensino de Física e Matemática, v. 3, n. 1, 2015.

GOMES, Alex Sandro; GOMES, Claudia Roberta Araújo. Estrutura do Método científico: Por uma epistemologia da Informática na Educação. In: JAQUES, Patrícia Augustin; PIMENTEL, Mariano; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig. (Org.) Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Concepção de Pesquisa. Porto Alegre: SBC, 2020. (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v. 1) Disponível em: <<https://metodologia.ceie-br.org/livro-1/>>. Acesso em: 17 ago. 2023.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. 2010.

LOPES, Antonio José. **O que nossos alunos podem estar deixando de aprender sobre frações, quando tentamos lhes ensinar frações**. Boletim de Educação Matemática, 2008.

LUBACHEWSKI, Gesseca Camara; CERUTTI, Elisabete. **Metodologias ativas no ensino da matemática nos anos iniciais: aprendizagem por meio de jogos**. RIDPHE_R Revista Iberoamericana do Patrimônio Histórico-Educativo, v. 6, p. e020018-e020018, 2020.

MACHADO, Liliane dos Santos; MORAES, Ronei Marcos de; NUNES, Fatima de Lourdes dos Santos; COSTA, Rosa Maria Esteves Moreira da Costa. **Serious games baseados em realidade virtual para educação médica**. Brasília: Revista brasileira de educação médica, v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MARQUES, Aline R. L.. **Motivação para aprender: Como a motivação afeta a aprendizagem na escola**. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?**. In: Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2010. Disponível em: < <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> >.

MONTEIRO, Alexandre B.; GROENWALD, Claudia Lisete O.. **Dificuldades na aprendizagem de frações: reflexões a partir de uma experiência utilizando testes adaptativos**. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 2, p. 103-135, 2014.

MOURA-SILVA, M. G.; TORRES NETO, J. B.; GONÇALVES, T. O.. **Bases Neurais da Ansiedade Matemática: implicações para o processo de ensino-aprendizagem**. Bolema: Boletim de Educação Matemática, v. 34, n. 66, p. 246–267, jan. 2020.

NERY FILHO, Jesse. **Cultura da convergência e participação: possibilidade dos jogos digitais nas salas de aula**. In: S. Pereira (Ed.), Literacia, Media e Cidadania – Livro de Atas do 5.º congresso (pp. 134-142). Braga: CECS, 2019.

PAIVA, Carlos A.; TORI, Romero. **Jogos Digitais no Ensino: processos cognitivos, benefícios e desafios**. XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, p. 1-4, 2017.

PESQUISA GAME BRASIL: edição gratuita 2023. Desenvolvida pela Go Gamers gaming business. Disponível em: <<https://www.pesquisagamebrasil.com.br/pt/edicao-gratuita/>>. Acesso em: 6 fev. 2023.

PETRI, Giani; VON WANGENHEIM, Christiane Gresse; BORGATTO, Adriano Ferreti. **MEEGA+**: Um Modelo para a Avaliação de Jogos Educacionais para o ensino de Computação. Revista Brasileira de Informática na Educação, v.27, n.03, 2020.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Senac, 2012.

PRODANOV, Cleber C.; DE FREITAS, Ernani C.. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBAS, Haroldo Luis. **Jogo computacional 3D em primeira pessoa: uma possibilidade para o ensino de química**. 2019.

ROCHA, Carlos José Trindade da; FARIAS, Sidilene Aquino de. **Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática**. REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, 2020.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. **As pesquisas denominadas do tipo estado da arte em educação**. Curitiba: Rev. Diálogo Educ., v. 06, n. 19, p. 37-50, dez. 2006.

SANTOS, Gisélia Maria dos. **Modelagem matemática como método para contextualização de problemas no ambiente dos jogos educacionais digitais**. 2020. 101f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação em Tecnologias Educacionais) - Instituto Metrópole Digital, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

SANTOS, Ovídia Kaliandra Costa; BELMINO, J.F.B. **Recursos didáticos: uma melhoria na qualidade da aprendizagem**. Editora Realize, 2013.

SANTOS, Josiel Almeida; FRANÇA, Kleber Vieira; SANTOS, Lúcia Silveira Brum dos. **Dificuldades na aprendizagem de Matemática**. São Paulo: UNASP, 2007.

SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. **Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios**. Renote, v.6, n.1, 2008.

SEVERINO, Antônio J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Paulo Pereira Isidro. **O jogo "sonho com a botija": contribuições para aprendizagem da matemática**. 2022. 59f.: il. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2022.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**, 9.ed.. São Paulo: Pearson Prentice, 2011.

SOUZA NETO, Félix de; ALVES, Lynn R. G.. **Jogos digitais e aprendizagem: um estudo de caso sobre a influência do design de interface**. 2010.

SOUZA, Franciely Alves de; SANTOS, Bruno Barboza dos; SILVA, Maria Renay Barbosa da; RODRIGUES, Arianne Nunes; BARRETO, Felipe Fernando. **Processo de desenvolvimento de um jogo sério para o ensino das quatro operações matemáticas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7., 29 out.-01 nov. 2018, Fortaleza (CE). Anais... Fortaleza (CE): SBC, 2018. p. 1147-1156.

SOUZA, Donizeti Leandro de; SOUZA, Thais Assis de; ZAMBALDE, Andre Luiz. **Pesquisa acadêmica e avanços em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I): uma proposta de aproximação pela Design Science**. Cadernos EBAPE. BR, v. 18, p. 459-472, 2020.

TONÉIS, Cristiano N. **Os games na sala de aula: games na educação ou a gamificação da educação?**. São Paulo: Bookess, 2017.

WING, Jeannette M.. **Computational Thinking**. In: Communication of the ACM, v.49, n.3, p.33-35, 2006.

WITT, Caroline. **O ensino das frações por meio de jogos e aplicativos digitais**. 2018. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso, planejamento e métodos**. 2.ed.. São Paulo: Bookman, 2001.

TRELLO. [S. l.]: Atlassian, 2017. Disponível em: < <https://trello.com/home>>. Acesso em: 12 de mai. de 2019.

UNITY. Versão 2019.4.13f1. [S. l.]: Unity Technologies, 2019. Disponível em: <<https://unity.com/releases/editor/whats-new/2019.4.13>>. Acesso em: 20 de jun. de 2019.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO 1: PERFIL DO ALUNO

1. Qual sua idade?

2. Você possui internet?

() Sim

() Não

3. Se você marcou SIM na pergunta anterior, qual internet você possui? (Pode marcar mais de uma opção)

() Wi-Fi em casa

() Wi-Fi de vizinho

() Wi-Fi da escola

() Internet de operadora de celular

() Outras, qual? _____

4. Se você marcou “Wi-Fi em casa” na pergunta anterior, o que você acha da velocidade da internet na sua casa?

() Internet de ótima velocidade

() Internet de boa velocidade

() Mais ou menos

() Internet de baixa velocidade

() Internet de péssima velocidade

5. Qual desses aparelhos você possui em casa? (Pode marcar mais de uma opção)

() Notebook

() Computador

() Tablet

() Celular

() Console (Playstation, Xbox, etc...)

6. Qual ano do Ensino Fundamental você está cursando?

- ☐ 6º Ano
- ☐ 7º ano
- ☐ 8º ano
- ☐ 9º ano

7. Você gosta de Matemática?

- ☐ Detesto
- ☐ Não gosto
- ☐ Mais ou menos
- ☐ Gosto
- ☐ Adoro

8. Você aprende Matemática de que forma?

- ☐ Com muita dificuldade
- ☐ Com dificuldade
- ☐ Sem dificuldade ou facilidade, depende do conteúdo
- ☐ Com facilidade
- ☐ Com muita facilidade

9. O que você acha da forma que ensinam matemática na sua escola?

- ☐ Muito ruim
- ☐ Ruim
- ☐ Mais ou menos, poderia ser melhor
- ☐ Boa
- ☐ Ótima

10. Você costuma jogar jogos digitais?

☐ Sim

☐ Não

11. Onde você mais joga? (Responder se você respondeu à pergunta anterior com SIM)

☐ Console (Playstation, Xbox, etc...)

☐ Computador

☐ Celular

☐ Console Portátil (Nintendo Switch, PSP, etc...)

☐ Outros. Qual? _____

12. Quantas vezes por semana você costuma jogar?

☐ Quase não jogo ou nunca jogo

☐ Algumas vezes por mês

☐ De uma a três vezes por semana

☐ Quatro ou mais vezes por semana

☐ Todos os dias

13. Você joga ou já jogou algum jogo digital educacional de matemática?

☐ Sim

☐ Não

14. Se você respondeu SIM à pergunta anterior, qual era o conteúdo matemático do jogo?

15. Você acha que é possível aprender matemática jogando?

☐ Acho impossível aprender matemática jogando

☐ Acho ruim aprender matemática jogando

☐ Mais ou menos

☐ Acho que é uma forma legal de aprender matemática

☐ Acho incrível aprender matemática jogando

16. Qual sua opinião em relação ao uso de jogos digitais nas aulas de matemática?

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO 2: CONHECIMENTOS PRÉVIOS

1) O que é uma fração?

- () É uma forma de representar algo dividido em partes iguais.
- () São figuras geométricas.
- () Um conjunto numérico.
- () É uma divisão.
- () Um tipo de forma gráfica.

2) Qual fração a área pintada na figura abaixo representa?



3) Qual das imagens abaixo mostram a fração $\frac{3}{8}$ pintada?



4) Quais os elementos de uma fração?

- () Divisor e Multiplicador
- () Numerador e denominador
- () Denominador e Quociente
- () Numerador e divisor

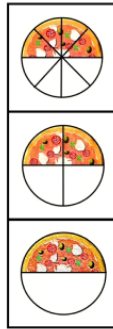
() Minuendo e subtraendo

5) Ligue cada fração abaixo à sua figura correspondente.

A) $\frac{1}{2}$

B) $\frac{2}{4}$

C) $\frac{4}{8}$



6) Analisando a questão 5 é possível afirmar que todas as figuras, mesmo tendo a quantidade de partes pintadas diferentes, têm a mesma quantidade de um todo?

() Sim

() Não

7) Na questão 5, da fração A para a fração B houve a multiplicação do numerador e denominador por um mesmo número, que número foi esse?

8) O que são frações equivalentes?

() São duas frações diferentes

() Uma figura geométrica dividida em parte iguais

() São frações que representam a mesma quantidade de outra fração

() A soma de duas frações

() São frações que podem ser subtraídas

9) Qual das frações abaixo é uma fração equivalente à $\frac{2}{8}$?

() $\frac{3}{5}$

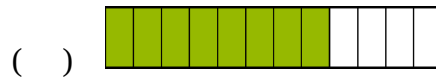
() $\frac{4}{16}$

() $\frac{2}{4}$

() $\frac{4}{8}$

() $\frac{8}{16}$

10) Qual das figuras abaixo mostram uma fração equivalente à $\frac{2}{4}$ pintada?



APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO 3: EXPERIÊNCIA DO JOGADOR**1. Você achou o visual do jogo atraente?**

- ☐ Não, o visual do jogo é horrível
- ☐ Não muito, o visual poderia ser melhor
- ☐ Não é bonito, nem feio
- ☐ O visual é bonito
- ☐ O visual é muito lindo

2. Os textos, cores e letras combinam?

- ☐ Não combinam nada
- ☐ Não combinam
- ☐ Mais ou menos
- ☐ Combinam bem
- ☐ São perfeitos

3. Você teve que aprender algumas coisas antes de começar a jogar?

- ☐ Muitas coisas
- ☐ Algumas coisas
- ☐ Mais ou menos
- ☐ Poucas coisas
- ☐ Não

4. Você achou o jogo fácil?

- ☐ Muito difícil
- ☐ Difícil
- ☐ Mais ou menos
- ☐ Fácil
- ☐ Muito fácil

5. O jogo evitou que você cometesse erros?

- ☐ Não evitou nada
- ☐ Não evitou
- ☐ Mais ou menos

☐ Evitou

☐ Evitou muito

6. Ao ver o jogo pela primeira vez você achou que teria dificuldades?

☐ Sim, muitas dificuldades.

☐ Sim, algumas dificuldades.

☐ Não tenho certeza

☐ Poucas dificuldades

☐ Nenhuma dificuldade

7. Você acha que aprendeu matemática com o jogo?

☐ Eu não aprendi nada com ele.

☐ Não, talvez eu pudesse ter aprendido

☐ Não tenho certeza

☐ Sim, aprendi um pouco.

☐ Sim, aprendi muito

8. O jogo foi ficando mais difícil aos poucos?

☐ Ficou difícil muito rápido

☐ Ficou difícil rápido.

☐ Mais ou menos.

☐ Ficou difícil aos poucos

☐ Não ficou difícil

9. O jogo ficou repetitivo ou chato?

☐ Sim, muito

☐ Um pouco

☐ Mais ou menos, não tenho certeza.

☐ Não, o jogo não era repetitivo ou chato.

☐ Não, o jogo sempre tinha novas coisas para fazer e era muito bom.

10. Você se divertiu com o jogo?

☐ Não me diverti nada, fiquei irritado jogando

☐ Não me diverti

☐ Mais ou menos, não tenho certeza

☐ Sim, me diverti um pouco

☐ Sim, me diverti muito

11. Você recomendaria este jogo para seus amigos?

☐ Não recomendaria a ninguém porque o jogo é muito ruim.

☐ Não recomendaria porque o jogo não é tão interessante

☐ Talvez sim, talvez não, depende do estilo de jogo que cada um gosta

☐ Sim, eu recomendaria

☐ Com certeza! Eu recomendaria porque o jogo é muito bom.

12. Em algum momento você perdeu a noção do tempo enquanto jogava?

☐ Com certeza não

☐ Não

☐ Não tenho certeza

☐ Sim.

☐ Com certeza sim, o tempo passou tão rápido que nem percebi

13. O conteúdo do jogo foi interessante para você?

☐ Não foi nada interessante, eu não gosto de Frações

☐ Não

☐ Mais ou menos

☐ Sim, um pouco interessante

☐ Com certeza, eu adoro Frações.

14. Você prefere aprender matemática com este jogo?

☐ Não tem como aprender com esse jogo

☐ Não, prefiro aprender de outra forma.

☐ Mais ou menos, depende de qual conteúdo vou estudar

☐ Sim, prefiro

☐ Com certeza, pois posso aprender e me divertir ao mesmo tempo.

15. Se você fosse mudar algo no jogo, o que mudaria?

APÊNDICE D – GAME DESIGN DOCUMENT (GDD)

Nome do Jogo: Math Arena 3D

Plataforma: Mobile/Android

Público-alvo: Alunos dos anos finais do Ensino Fundamental (de 11 à 14 anos de idade).

Jogadores: Single Player

Gênero: Ação/Batalha

Contexto do jogo (História):

O jogo está ambientado em um planeta totalmente cercado de conhecimentos matemáticos. O planeta estava em harmonia e todos os seus habitantes viviam em paz até a chegada de um poderoso vilão e seus seguidores vindos de outro planeta. Eles invadiram o planeta *Math* a fim de conquistá-lo. Em meio ao caos provocado pelos conflitos entre os invasores e os habitantes do planeta, um conjunto de guerreiros surge para enfrentar as ameaças, formando a aliança chamada *The Math Warriors*. Eles vão enfrentar vários inimigos em diferentes partes do planeta, passando por diversas situações e desafios até encontrar e derrotar o principal responsável por todo o caos.

Objetivo/s:

O objetivo do jogo é conquistar arenas e por fim derrotar o inimigo principal. Para isso o jogador deverá superar desafios que vão desde a coleta de itens e recursos, derrotar inimigos e ganhar troféus e pontos de experiência para avançar e chegar até o fim do jogo.

Objetivo/s de Aprendizagem:

(O que os jogadores precisam fazer para atingir o objetivo instrucional?)

Os alunos deverão determinar e representar de forma gráfica frações equivalentes.

Objetivos instrucionais:

(O que os jogadores farão na sala de aula se aprenderem com o jogo?)

- Representar frações de forma gráfica.
 - Determinar frações equivalentes e representá-la de forma gráfica.
 - Associar frações equivalentes a mesma quantidade de um todo.

Dinâmica central: Solução de problemas e combinação. (As arenas dentro do jogo podem ter diferentes dinâmicas).

Elementos do jogo:

Sorte: Os NPC (*Non Playable Character*/ Personagem Não Jogável) e as representações gráficas das frações irão aparecer em qualquer lugar da arena, impactando diretamente a tomada de decisões do jogador em função de diversos aspectos da partida como, por exemplo, o tempo disponível, a “saúde” do personagem do jogador e a distância a ser percorrida até a área relativa à fração apresentada, dentre outros, implicando diretamente na quantidade de desafios concluídos.

Tempo: Tem como intuito criar um ambiente desafiador para os jogadores, de modo a estabelecer limitações para que o jogador possa “ganhar”, o que pode trazer imersão ao jogador. Além disso, a escolha do período de tempo de cada partida do jogo, que é de um minuto e trinta segundos, levou em consideração a sua aplicabilidade em sala de aula.

Estratégia (Arena 1): O jogador deverá ter a possibilidade de elaborar diferentes estratégias para resolver os desafios, como por exemplo:

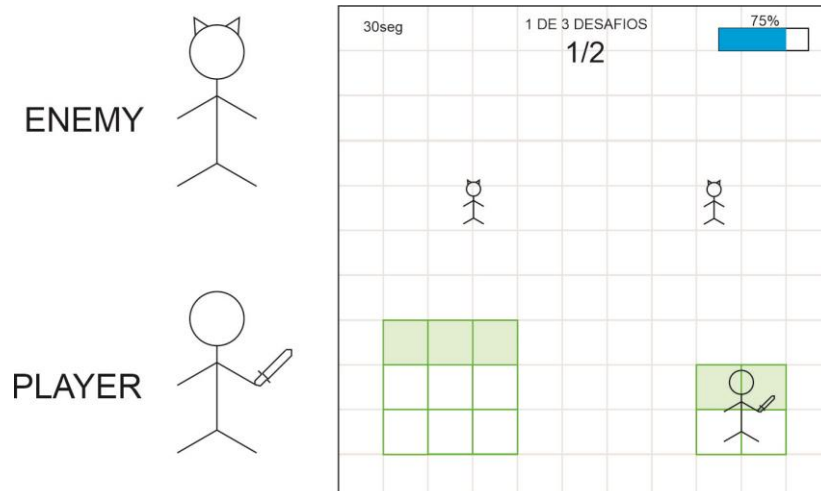
- Gerenciamento de tempo: O jogador precisa tomar decisões rápidas para identificar e se posicionar corretamente na figura que representa a fração correta antes que o tempo acabe. Isso requer um planejamento estratégico para otimizar o tempo disponível e evitar erros.
- Avaliação de riscos e recompensas: O jogador pode optar por permanecer em mais figuras para concluir mais desafios, mas isso aumenta o risco de ser atacado pelos NPC 's. Ele deve avaliar as áreas de potencial acerto e os riscos envolvidos em cada decisão estratégica.
- Defesa contra os NPC 's: O jogador precisa lidar com os NPC 's que tentam atacá-lo para impedir seu progresso. Isso requer estratégias defensivas, como se mover rapidamente, por exemplo. O jogador precisa balancear ações de defesa e ataques dos NPC 's e a busca pela fração correta.
- Adaptabilidade e flexibilidade: Conforme novos desafios são apresentados e mais NPC 's são gerados, o jogador precisa ser adaptável e ajustar suas estratégias em tempo real. Ele pode enfrentar diferentes combinações de frações e padrões de ataque dos NPC 's, exigindo uma resposta estratégica adequada a cada situação.

Estética: Os *assets* (elementos visuais, ou seja, imagens, texturas, personagens, dentre outros) usados para construir um jogo visualmente atraente deveram ser construídos ou baixados gratuitamente na internet.

Mecânica:

O jogo deverá ser composto de partidas. Cada partida terá uma quantidade de 7 desafios matemáticos em que o jogador deverá resolver dentro de um limite de tempo. O tempo limite de jogo de cada partida não deverá ultrapassar 1 (um) minuto e 30 (trinta) segundos. Não é obrigatório que o jogador resolva todos os desafios de uma partida para que ele possa desbloquear outras partidas. A quantidade de desafios resolvidos tem relação com a quantidade de troféus ganhos por partida. Os troféus são os prêmios de cada partida e que servem para que o jogador desbloqueie novas partidas e ganhe benefícios como, por exemplo, um novo personagem ou uma nova habilidade de personagem. Em cada partida será possível ganhar no máximo três troféus. Para que o jogador avance no jogo, ele deverá ganhar pelo menos um troféu por partida. A relação troféu/desafios é: 3 desafios = 1 troféu, 5 desafios = 2 troféus e; 7 desafios = 3 troféus. Cada partida deverá ser realizada dentro de umas das arenas disponíveis no jogo. Uma arena consiste em um ambiente tridimensional que o usuário terá para gerenciar seu personagem do jogo conforme necessário a fim de resolver os desafios propostos. O personagem do jogador tem uma quantidade de “saúde”, que é drenada ao sofrer algum dano. Danos podem ser dados ao jogador por NPC (do inglês, *Non-Playable-Character*, que pode ser traduzido em Personagem não jogável) ou em função de alguma regra específica de cada arena como, por exemplo, caso ele passe seu personagem sobre algum elemento na arena. A quantidade de saúde do jogador é regenerada progressivamente enquanto ele não recebe nenhum dano.

1º Arena - Equivalência



Objetivo:

O jogador deverá permanecer em uma das áreas demarcadas no campo que representa a fração apresentada na parte superior da tela até a barra de progresso (azul) até atingir o valor 100%. Ao concluir, um desafio é finalizado e novas áreas serão demarcadas no campo. O

jogador deverá continuar defendendo a área até concluir a quantidade de desafios propostos pelo nível. No decorrer da jogatina inimigos atacaram o jogador.

Bônus:

Ao concluir todos os desafios propostos, o jogador poderá continuar realizando mais desafios enquanto houver tempo disponível, e assim aumentar a quantidade de estrelas obtidas para o nível.