

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE ARTES – CEART
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

TIAGO ROCHA MATIAS

**RECURSOS DE DINÂMICA EM APLICATIVOS EDUCACIONAIS: AVALIAÇÃO
DO IMPACTO NO ENGAJAMENTO E SATISFAÇÃO DO USUÁRIO INFANTIL**

**FLORIANÓPOLIS
2021**

TIAGO ROCHA MATIAS

**RECURSOS DE DINÂMICA EM APLICATIVOS EDUCACIONAIS: AVALIAÇÃO
DO IMPACTO NO ENGAJAMENTO E SATISFAÇÃO DO USUÁRIO INFANTIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design do Centro de Artes da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design. Área de Concentração: Métodos para os Fatores Humanos. Linha de Pesquisa: Interfaces e Interações Cognitivas. Orientador: Prof. Dr. Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos

**FLORIANÓPOLIS
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Central/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Matias, Tiago Rocha

RECURSOS DE DINÂMICA EM APLICATIVOS

EDUCACIONAIS: AVALIAÇÃO DO IMPACTO NO ENGAJAMENTO E SATISFAÇÃO DO
USUÁRIO INFANTIL /

Tiago Rocha Matias. -- 2021.

80 p.

Orientador: Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Artes, Programa
de Pós-Graduação em Design, Florianópolis, 2021.

1. Aplicativos educacionais. 2. Educação básica. 3. Dinâmica. 4. Engajamento. 5. Satisfação. I.
Santos, Flávio Anthero Nunes Vianna dos. II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Artes, Programa de Pós-Graduação em Design. III. Título.

TIAGO ROCHA MATIAS

**RECURSOS DE DINÂMICA EM APLICATIVOS EDUCACIONAIS: AVALIAÇÃO
DO IMPACTO NO ENGAJAMENTO E SATISFAÇÃO DO USUÁRIO INFANTIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Design do Centro de Artes da Universidade do
Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Design. Área de
Concentração: Métodos para os Fatores Humanos.
Linha de Pesquisa: Interfaces e Interações Cognitivas.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membros:

Prof. Dr. Elton Moura Nickel
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Prof. Dr. Giorgio Gilwan da Silva
Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI

Florianópolis, 21 de julho de 2021

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Flávio, pelo apoio e confiança demonstrados em minha incipiente capacidade de desenvolver ciência, sempre corrigindo assertivamente os “desvios de rota” ao longo do processo. Ao professor Marcelo Gitirana, que compartilhou seu conhecimento e disponibilizou os recursos necessários à realização da pesquisa, auxiliando a utilização da estrutura do Laboratório de Usabilidade na UDESC. Minha gratidão também aos professores Alexandre Reis, Murilo Scóz (in memoriam), e Susana Domenech pelo direcionamento e novas descobertas e horizontes da pesquisa científica em Design.

Aos professores e funcionários do Centro Educacional Alda Furtado, que abraçaram a ideia da realização da pesquisa na escola, em especial à equipe gestora composta pela diretora Eloiza Coelho e a secretária Vanessa Lopes da Silva, assim como a monitora/mãe (de um jovem participante) Jociara Amaral. Aos pais dos alunos, que confiaram neste pesquisador e permitiram formalmente a participação de seus filhos no experimento; e aos próprios pequenos participantes, que de maneira entusiasmada contribuíram intensamente para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha mãe Vanilda e ao meu pai Gabriel (in memoriam), que desde cedo incentivaram e esclareceram a importância da educação para o meu desenvolvimento futuro. À minha irmã Nathalia, que embora sendo a caçula me inspirou, motivou e me encorajou à este desafio, me ultrapassando nas qualificações e agora já almejando seu pós-doc. À Daiane De Conto, pelo importante suporte financeiro fornecido durante a realização deste projeto.

Por fim, agradeço ao Estado de Santa Catarina, por me acolher e proporcionar aperfeiçoamento pessoal e profissional em um ensino superior público, gratuito e de qualidade.

RESUMO

Ferramenta utilizada na educação básica com o propósito de auxiliar a aprendizagem, a informática nas escolas cumpre o papel de aproximar o conhecimento dos alunos de forma lúdica e atrativa. Esta tarefa é por vezes desenvolvida com o auxílio de jogos digitais, que através de seus símbolos, ícones, cores e animações captam a atenção das crianças e promovem o aprendizado dos conteúdos adequados ao seu nível escolar. Diversos softwares prometem igualmente cumprir o papel de educar através do computador, mas as abordagens e sistemas direcionados a atender esta demanda divergem. Recursos de dinâmica presentes em games apresentam um potencial de atratividade para o público infantil, por destacarem elementos que se movimentam na tela e instigam o usuário a proceder as ações do jogo: seria possível então utilizar estas dinâmicas para aumentar a atratividade dos Aplicativos Educacionais? Objetivando avaliar esta questão, desenvolveu-se um experimento com alunos do 4º e 5º anos do ensino fundamental de uma escola pública do município de Porto Belo / SC, avaliando as métricas de desempenho e os questionários de satisfação dos usuários que utilizaram durante o tempo máximo de cinco minutos, três Aplicativos Educacionais que ensinam matemática e foram classificados em alta, média ou baixa dinâmicas. Os resultados sugerem haver pouca diferença entre os aplicativos testados e consequentemente baixa relevância do fator dinâmica nos aspectos de preferência e desempenho dos participantes, contribuindo para a refutação da hipótese inicial de pesquisa. Contudo, apesar de os dados obtidos com os usuários mostrarem-se muito similares em termos de preferência nas três dinâmicas analisadas, ficou evidenciada uma tendência interessante: 75% dos usuários escolheram como aplicativo “preferido” no questionário final de satisfação, o mesmo jogo onde o número de acertos obtido nas equações matemáticas propostas foi maior, independentemente de ele ser de alta, média ou baixa dinâmica. Esta observação sugere haver uma relevância no sistema de recompensa proporcionado pelos jogos, onde um grande motivador do usuário poderia ser então a taxa de sucesso e acerto no aplicativo, em detrimento aos recursos de dinâmica do jogo.

Palavras-chave: Aplicativos educacionais. Educação básica. Dinâmica. Engajamento. Satisfação.

ABSTRACT

A resource used in Elementary Education aiming to improve learning, computers in schools bring knowledge closer to students in a playful and attractive way. This task is often made with Educational Apps, which through their symbols, icons, colors and animations capture the children's attention and promote the learning of content by their school level. Several software equally promise to fulfill the role of educating through the computer, but the approaches and systems aimed to meet this goal are diverse. The dynamics resources of games present a potential of attractiveness for children, as they highlight elements that move on the screen and instigate the user to find the game's actions: would it be possible to use these dynamics to increase the engagement to Educational Applications? Aiming to evaluate this question, an experiment was developed with students from the 4th and 5th grade of Elementary School in a public school at the city of Porto Belo / SC, evaluating the performance metrics and user satisfaction questionnaires after five minutes of interaction with three Educational Apps that teach math and have been rated high, medium, or low dynamic. The results suggest a small difference between the tested applications, and low relevance of the dynamic factor to the aspects of preference and performance of the participants, contributing to the refutation of the initial research hypothesis. However, despite the data obtained from users being very similar in terms of preference in these three dynamics analyzed, an interesting trend was evidenced: 75% of users chose the same game where they answer as "most liked" app in the final satisfaction questionnaire, and the number of correct answers obtained in the proposed mathematical equations was higher, regardless of whether it was of high, medium or low dynamics. This observation suggests a relevance to the reward system provided by games, where a great user motivator could be success rate and right answering in apps, instead game's dynamic resources.

Keywords: Educational apps. Elementary education. Dynamic. Engagement. Satisfaction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Metodologia MDA	18
Figura 2 – Interface entre Jogador e Designer no MDA	19
Figura 3 – Arquitetura do aplicativo.....	20
Figura 4 – Comparativo Escala SUS dos Sistemas	22
Figura 5 – Layout para experimento de usabilidade.....	37
Figura 6 – Tela de interface do aplicativo “Logo”	40
Figura 7 – Fluxograma de Tarefas.....	47
Figura 8 – Aplicativo Baixa Dinâmica	48
Figura 9 – Aplicativo Média Dinâmica	49
Figura 10 – Aplicativo Alta Dinâmica	50
Figura 11 – Tela de Avaliação – Morae	51
Figura 12 – Pergunta final - Aplicativo preferido	52
Figura 13 – Gráfico Média de tempo de utilização	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estágios do Desenvolvimento Cognitivo, segundo Piaget	26
Tabela 2 – Quadro resumo de desempenho no Ideb – Brasil 2005-2019.....	32
Tabela 3 – Tempo de utilização por aplicativo para cada participante	56
Tabela 4 – Notas atribuídas aos aplicativos pelos usuários.....	60
Tabela 5 – Número de tentativas X Número de acertos nas questões	63
Tabela 6 – Preferência do usuário (nº de participantes)	64
Tabela 7 – Preferência do usuário X Dinâmica com maior nº de acertos	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Alta Dinâmica
BD	Baixa Dinâmica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEPSH	Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos
DDE	Design, Dinâmica, Experiência
MD	Média Dinâmica
MDA	Mecânica, Dinâmica e Estética
MEC	Ministério da Educação
MIT	Massachusetts Institute of Technology
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SUS	System Usability Scale
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	14
1.3	HIPÓTESE	14
1.4	VARIÁVEIS	14
1.4.1	Variável independente	14
1.4.2	Variável dependente.....	14
1.4.3	Variável interveniente	14
1.4.4	Variável de controle	15
1.5	OBJETIVOS.....	15
1.5.1	Objetivo Geral	15
1.5.2	Objetivos Específicos.....	15
1.6	JUSTIFICATIVA	15
1.7	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	GAME DESIGN.....	17
2.2	PEDAGOGIA E APRENDIZAGEM.....	25
2.3	USABILIDADE E METODOLOGIA DE TESTE.....	34
2.4	NATIVOS DIGITAIS	38
2.5	SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO.....	41
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
3.1	OBJETIVO DE PESQUISA	44
3.1.1	Questões de Pesquisa.....	44
3.1.2	Características dos participantes	44
3.2	MÉTODO DE PESQUISA	45
3.2.1	Lista de Tarefas	46
3.2.2	Papel do moderador	46

3.2.3	Fluxograma de Tarefas	47
3.2.3.1	Aplicativo categorizado como Baixa Dinâmica	48
3.2.3.2	Aplicativo categorizado como Média Dinâmica	49
3.2.3.3	Aplicativo categorizado como Alta Dinâmica	50
3.2.4	Métricas avaliadas.....	51
3.3	AMBIENTE, EQUIPAMENTOS E LOGÍSTICA DO TESTE	52
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	55
4.1	TEMPO DE UTILIZAÇÃO	55
4.2	SATISFAÇÃO DO USUÁRIO.....	59
4.3	MÉTRICAS DE DESEMPENHO.....	62
4.4	PREFERÊNCIA DO USUÁRIO	64
4.5	CRUZAMENTO DOS DADOS	65
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
	REFERÊNCIAS	70
	ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	73
	ANEXO B – Instrução Normativa 002/SME	74
	ANEXO C – Base Nacional Comum Curricular – BNCC	82

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A transformação ocorrida no século XXI com o advento da popularização das tecnologias digitais, com destaque para a internet, promoveu mudanças profundas na sociedade. A velocidade com que a informação é transmitida e absorvida pelos indivíduos foi acelerada, e criou uma necessidade de adaptação para as gerações que cresceram em um ambiente muito mais analógico do que o atual, sem a convivência diária com celulares, tablets, computadores, etc. O sucesso de plataformas digitais e das redes sociais, interligando globalmente pessoas de diversas culturas e continentes, fomentou um novo tipo de mídia de comunicação que ocupou um espaço que até então era praticamente exclusivo das tecnologias pré-digitais, dentre elas as mídias em suporte físico como revistas, livros, jornais; hoje a comunicação tornou-se mais acessível, direta e objetiva. Por outro lado, observando o sistema educacional, percebe-se que muitas escolas ainda carecem de uma infraestrutura digital adequada a esta realidade, de maneira que ainda se observa majoritariamente o tradicional vínculo entre professor e aluno de forma hierárquica e centrada em distribuição de elementos do espaço físico (sala de aula, disposição de mesas e cadeiras, quadro-negro, mesa do professor...), livros, cadernos, biblioteca.

Não obstante, de forma geral a Educação Básica brasileira apresenta esta sistemática metodológica do século passado, com materiais didáticos impressos e com lições propostas a serem reproduzidas e respondidas com a “tecnologia” lápis e papel. Dados dos 2 últimos Saeb (Sistema de Avaliação da Educação Básica), realizados em 2019 e 2017 e divulgados no site do Ministério da Educação, indicam que os estudantes brasileiros apresentam defasagem no aprendizado de matemática, alcançando na média nacional desempenho no limite inferior do nível básico, alcançando apenas o nível 4 em uma escala de 0 a 10.

Autores como Prensky (2001) e Papert (1994) argumentam que a revolução digital impôs mudanças que ampliaram a forma como os indivíduos interagem entre si e em relação às instituições, trazendo às crianças e jovens um papel protagonista na seleção de conteúdos de entretenimento e na determinação de demandas de consumo; diferentemente da era “passiva” de infâncias desenvolvidas assistindo TV e programas infantis, onde os estímulos eram gerados por alguns canais emissores de conteúdo e direcionados aos “espectadores” (observe o sentido do termo), agora o usuário infantil pode escolher (dentre as milhares de opções disponíveis a um clique do mouse ou toque da tela) qual conteúdo deseja assistir,

enquanto os algoritmos computacionais trabalham silenciosamente investigando opções similares que possam satisfazer e entreter por mais tempo o usuário.

Tal situação difere do contexto passivo de transmissão de conhecimentos adotado por muitas escolas, e sugere um certo desconforto para os indivíduos que, rotineiramente, estão acostumados à uma dinâmica de interações com seus dispositivos eletrônicos para resolver situações e desenvolver atividades em sua vida, mas que se interrompe no momento que adentra o ambiente escolar e submete-se ao processo educacional. A diferença entre o processo de ensino tradicional que se articula na temática de lousa - professor – lápis – livro – caderno “desconecta” abruptamente os jovens das novas gerações, da atual “Game Generation” - como o pesquisador Marc Prensky (2001) denominou os indivíduos que já nasceram e cresceram em ambientes “conectados”, com computadores ou outros dispositivos digitais em casa com acesso à internet.

Segundo Vigotsky (2007), a criança aprende utilizando o conhecimento que ela já possui internalizado aliado à fatores externos, como o ambiente, os amigos, colegas, parentes, professores... Esta dinâmica poderia ser potencializada ou mesmo fragilizada no sistema de ensino tradicional: familiarizados com processos dinâmicos e respostas rápidas, faz pouco sentido para este público copiar conteúdos e repetir conceitos em avaliações, já que não se percebem neste momento como e quando serão utilizados estes conhecimentos; a tarefa se torna monótona e muito mais desagradável ainda se comparada aos estímulos dinâmicos proporcionados por celulares, tablets, redes sociais, vídeos, jogos digitais, etc. Nesta análise específica, cabe destacar o papel que os jogos digitais educativos cumprem no esforço de entreter e engajar o aluno nas tarefas escolares; seu objetivo é ensinar o conhecimento elencado pelas diretrizes curriculares educacionais de forma lúdica e atrativa ao público infantil, com a premissa de tornar o aprendizado uma “brincadeira”.

Porém a popularidade da maioria dos Aplicativos Educacionais é incomparável aos grandes sucessos de vendas da indústria de games de entretenimento, os que virtualmente “não ensinam nada”, os “joguinhos”, que servem apenas para passar o tempo e se divertir jogando. Pelo menos (como também não é a proposta destes produtos), não ensinam conteúdos que se adequem aos currículos escolares da educação formal.

Mas o que torna, por um lado, os games tão atrativos? Poderia-se aumentar o engajamento proporcionado pelos Aplicativos Educacionais, com elementos e recursos utilizados nos games? As vantagens seriam inegáveis do ponto de vista educacional, pois o mesmo engajamento proporcionado pelo lazer de um jogo livre no computador seria um aliado da escola na apresentação e memorização dos conceitos e conhecimentos da grade

escolar, fato que contribuiria para a formação instrucional dos indivíduos para a vida adulta, e sem tornar essa tarefa de aprendizagem lenta e tediosa, como atualmente é percebida por boa parte dos alunos.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

É possível aplicar os recursos de entretenimento dos games aos Aplicativos Educacionais, de forma a aumentar o interesse dos alunos e favorecer o aprendizado dos conteúdos escolares?

1.3 HIPÓTESE

Se o Aplicativo Educacional possuir Alta Dinâmica, então haverá maior satisfação e engajamento do usuário infantil na tarefa (comparado a Média ou Baixa Dinâmica).

1.4 VARIÁVEIS

1.4.1. Variável independente

Categorias de Dinâmicas presentes na interface do aplicativo (Alta, Média ou Baixa Dinâmica).

1.4.2. Variável dependente

Satisfação do usuário com o aplicativo, aumentando o engajamento e inibindo a desistência da tarefa.

1.4.3. Variável interveniente

Maior interesse dos alunos.

1.4.4. Variável de controle

Idade, série educacional, experiência em informática.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo Geral

Avaliar como os recursos da dinâmica dos elementos dos games podem ser absorvidos por Aplicativos Educacionais no aumento da sua atratividade dos conteúdos ministrados.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar revisão bibliográfica sobre os autores de game design, design de interação, teóricos da pedagogia infantil e de novas tecnologias digitais educacionais;
- Empreender pesquisa de campo com usuário infantil, testando diferentes categorias de Aplicativos Educacionais;
- Comparar os Aplicativos Educacionais observando os fatores que diferenciam um sistema do outro, através do registro das interações do usuário no teste;
- Analisar os dados obtidos destacando os aspectos que promoveram maior satisfação e engajamento do usuário.

1.6 JUSTIFICATIVA

A pesquisa pretende gerar uma base de dados que permita direcionar tanto a escolha de Aplicativos Educacionais pelos professores, para uso em aula no Ensino Fundamental, bem como uma lista de critérios a serem observados pelos game designers que desejem desenvolver softwares com conteúdo e foco educativo. A relevância de alternativas educacionais que fomentem o ensino no Brasil é oportuna, pois de acordo com os resultados do Saeb (Sistema de Avaliação da Educação Básica) de 2019 e 2017, os estudantes brasileiros

apresentam defasagem no aprendizado de matemática (por exemplo), alcançando apenas o nível 4 em uma escala de 0 a 10.

A iniciativa, proposta por pensadores da área computacional como Marc Prensky e Seymour Papert de utilizar computadores e recursos digitais como “mediadores” do processo de aprendizagem postulado por Vigotsky (2007), se bem-sucedida, poderia contribuir para a melhoria dos índices de desempenho da Educação brasileira, e assim fomentar o desenvolvimento do país como nação. Nesta esfera, a contribuição deste trabalho consiste então na tarefa de identificar, registrar e tabular os dados das interações dos usuários, visando reconhecer os elementos que distinguem o aplicativo educacional como satisfatório e atrativo para os alunos.

1.7 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos, sendo desenvolvida a partir do capítulo de Introdução onde são elencados os aspectos motivadores do trabalho, contexto e panorama de pesquisas na área, hipóteses, variáveis, e objetivos geral e específicos do estudo. O segundo capítulo de Referencial Teórico apresenta os autores e pesquisadores relacionados tanto às metodologias de Design de Games, como os pensadores oriundos da área da Educação que apresentam as referências relacionadas à aprendizagem e pedagogia infantil. O capítulo de Materiais e Métodos detalha todo o processo desenvolvido no experimento em campo com os participantes do estudo, as características e pormenores do processo, questões e dificuldades que surgiram na parte prática da pesquisa. No capítulo 4 de Apresentação e Discussão dos Resultados são desenvolvidas as conclusões sobre os dados obtidos, descrevendo o esforço de interpretação e as possíveis inter-relações a partir das dinâmicas de interação e das respostas dos usuários aos questionamentos propostos. Por fim, as Considerações Finais retomam os objetivos iniciais da pesquisa, analisam os resultados obtidos verificando sua adequação à hipótese inicial, descrevem os dados levantados e apresentam novas linhas e pesquisas para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

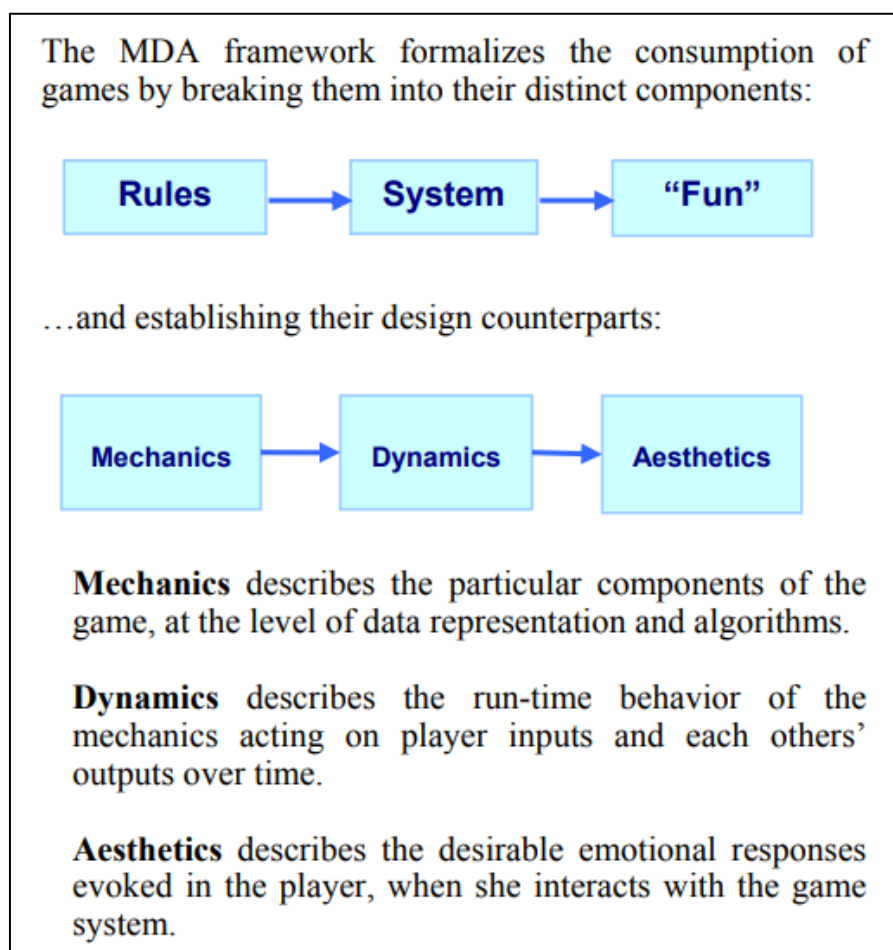
Neste capítulo estão elencados os autores e pesquisadores que estabeleceram os primeiros passos a serem seguidos no desenvolvimento deste trabalho, desde os estudiosos das dinâmicas, narrativas e metodologias de Game Design como Hunicke *et al.* (2004) e Walk *et al.* (2017), os pesquisadores das relações de interface humano-máquina e usabilidade como Preece *et al.* (2015) e William Albert e Thomas Tullis (2013), além das publicações de referência na área da Educação e pedagogia infantil como os trabalhos de Jean Piaget e Lev Vygotsky. Também foram assimilados os conceitos propostos por defensores de uma nova forma de ensinar, que utiliza os meios digitais como elemento transformador do processo de ensino-aprendizagem, como Seymour Papert e Marc Prensky. Esses autores defendem que o computador e outros recursos digitais podem trazer o estudante ao papel de protagonista do seu aprendizado, desenvolvendo a autonomia e a motivação nos estudos, e contribuindo para melhores resultados e desempenho escolar.

2.1 GAME DESIGN

Metodologia proveniente da área da Computação e Game Design, o MDA proposto por Hunicke *et al.* (2004) aborda categorias para projeto e pesquisa de games que avaliam os critérios que compõem a sua sigla: “M” de Mechanics (Mecânica) compõe todos os comandos e instruções a serem implementadas na programação do software de forma a projetar a forma de apresentação e operação do mesmo, toda a parte a ser desenvolvida pelo programador, os algoritmos, etc. “D” de Dynamics (Dinâmica) considera os aspectos de fluxo do jogo digital em si, as estratégias e narrativas desempenhadas pelo jogador na tarefa, a forma como o jogo se apresenta e se desenvolve de acordo com as ações do player. Por fim, “A” de Aesthetics (Estética) descreve o impacto que as decisões de Mecânica e Dinâmica do game vão proporcionar no usuário (player), ou seja, no desenvolvimento de um projeto em que se utilize o MDA, a Estética seriam as reações percebidas e desejadas pelos usuários do game, que nesta abordagem caracteriza-se como um produto de consumo.

Desta forma, na Figura 1 (extraída do artigo de Hunicke *et al.*, 2004) destacam-se os componentes que apresentam a metodologia MDA: “Rules” (ou regras) está relacionado aos requisitos para criar a Mecânica do jogo, para desenvolver a programação dos algoritmos do software. O componente “System” (ou sistema) concerne ao modo como se desenvolve a interação, a Dinâmica do jogo, o ambiente que o usuário está inserido ao utilizar o aplicativo. E por fim, o elemento “Fun” (ou diversão) demonstra o impacto do jogo no jogador, as emoções e sensações (ou Estética, estesia¹) que ele deve provocar, como por exemplo: medo, alegria, motivação, irritação, fantasia, desafio...

Figura 1 – Metodologia MDA



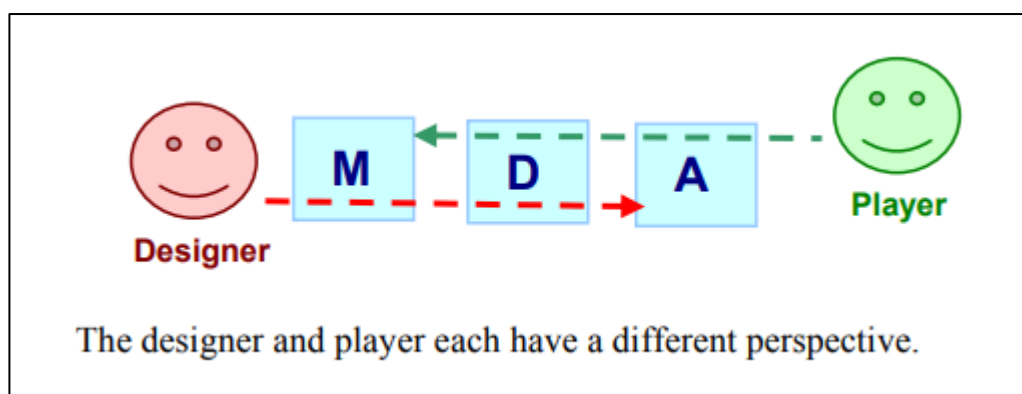
Fonte: Hunicke *et al.*, (2004).

Estes componentes se inter-relacionam e contribuem para que o jogo desenvolvido atinja os objetivos esperados pelos seus desenvolvedores; ao se dividir o projeto em três elementos através da metodologia MDA, possibilita-se visualizar isoladamente como cada

¹ Estesia: faculdade ou capacidade de perceber sensações; sensibilidade. Michaelis, 2021

item impacta no conjunto, no produto de consumo (que no caso se apresenta como um jogo digital, ou game). As tarefas de criação tornam-se mais claras quando observa-se o contexto de utilização do jogo, como exemplifica a Figura 2 que apresenta em cada ponta da metodologia MDA, os atores Desenvolvedor (Designer) e Consumidor (Player). Cada um destes indivíduos tem uma perspectiva diferente sobre o mesmo aplicativo, e estas percepções acabam se encontrando justamente da Dinâmica da interação.

Figura 2 – Interface entre Jogador e Designer no MDA



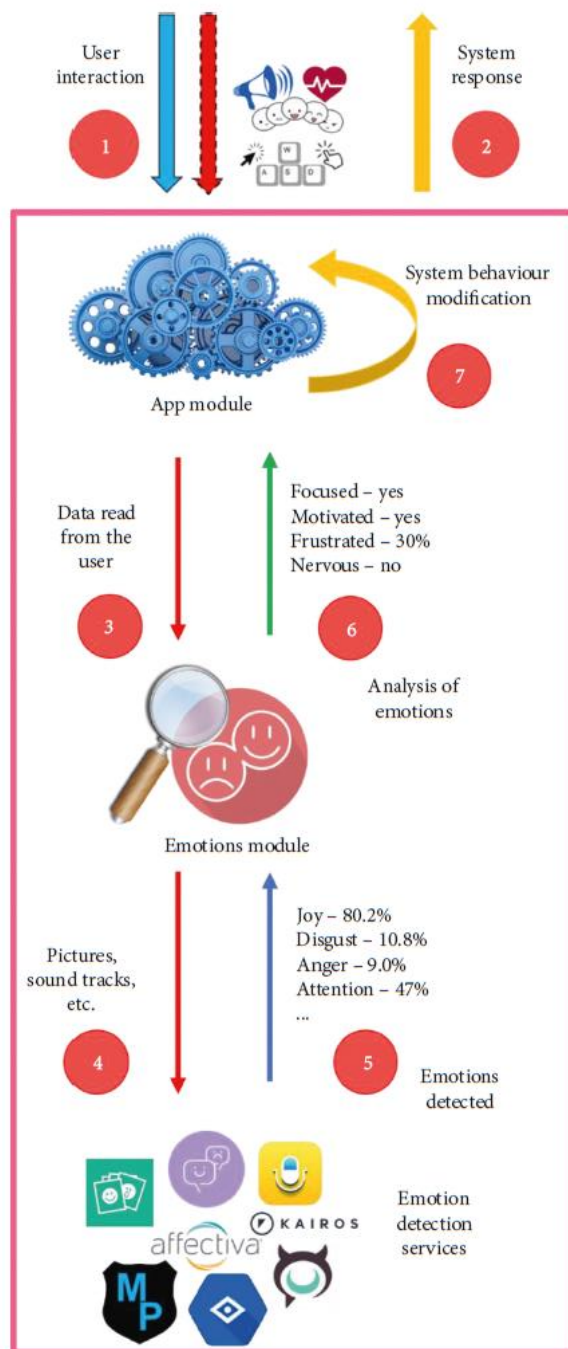
Fonte: Hunicke *et al*, (2004).

Nesse esquema ilustrativo, fica evidente a importância da Dinâmica do jogo na definição e verificação dos objetivos do produto: ela estabelece o elo entre o “Player” (jogador) e o Designer, recebendo as regras e diretrizes da programação computacional na Mecânica, e proporcionando ao usuário a diversão (“Fun”). Hunicke *et al*. (2004) argumentam que um eventual “ajuste” a partir das devolutivas de Dinâmica e Estética, poderia até implementar melhorias na diversão e atratividade de jogos consagrados, pois a partir do feedback dos jogadores e alternativas de Dinâmica, buscava-se modificar a programação contida na Mecânica e então atingir um maior nível de satisfação.

Essa sistemática de “ajuste” proposta por Hunicke *et al*. (2004) foi testada pelos pesquisadores Garcia-Garcia *et al*. (2018) da Universidade de Castilla-La Mancha na Espanha, que desenvolveram um aplicativo educacional voltado ao ensino do idioma inglês para crianças entre 9 e 11 anos de idade. Este software apresentava elementos figurativos na tela e solicitava ao usuário responder os nomes dos itens em inglês. Através da câmera, teclado e microfone do computador utilizado pelo participante o software recebia informações sobre os estados de humor do usuário, adaptando então o grau de dificuldade das tarefas.

A Figura 3 apresenta o esquema de funcionamento do aplicativo, onde na parte superior temos exemplificado a entrada de dados do usuário (“User interaction”) onde através da voz, digitação e leitura facial o software faz uma leitura multimodal e procede à uma interpretação sobre como o usuário está se sentindo ao desempenhar a tarefa proposta pelo aplicativo.

Figura 3 – Arquitetura do aplicativo



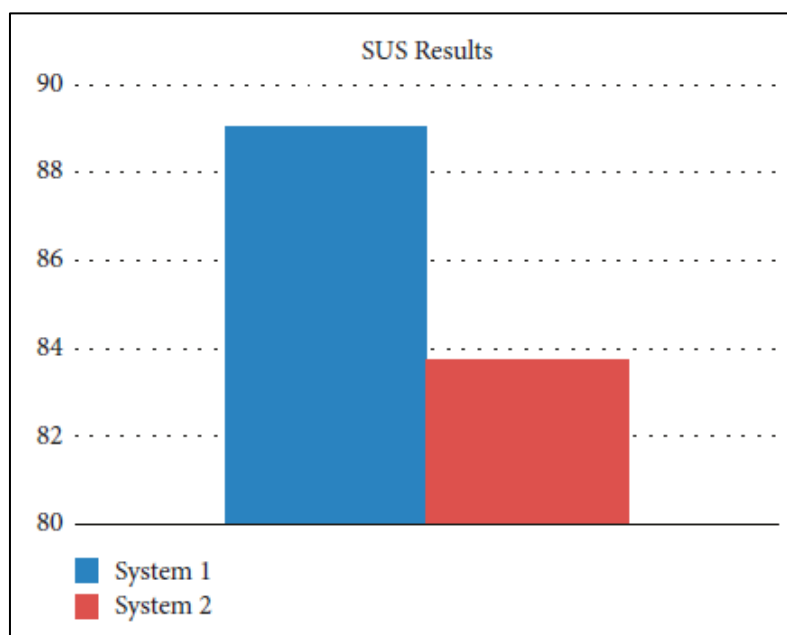
A partir da leitura feita das emoções do usuário, as informações passam por um módulo (“Emotions module”) que reúne os dados recebidos de diferentes aplicativos (“Emotion detections services”) que monitoram paralelamente as expressões faciais, o tom de voz e o ritmo de digitação do usuário. Estas métricas são então reunidas e condensadas em uma “interpretação” do estado emocional do usuário, e este dado é utilizado para modificar o grau de dificuldade dos exercícios, mudando o comportamento do sistema/aplicativo como um todo. Caso sejam detectadas emoções como frustração e nervosismo pelo aplicativo, o sistema passa a propor exercícios mais fáceis na próxima “fase” dos exercícios.

Os pesquisadores Garcia-Garcia *et al.* (2018) testaram o protótipo deste aplicativo com 16 crianças de idades entre 10 e 11 anos, e devido a detalhes técnicos não foi possível incorporar ao protótipo em questão a leitura de voz para inferência do estado emocional dos participantes; apenas as leituras de expressão facial e velocidade de digitação foram empregados, através dos aplicativos Affectiva e Keylogger respectivamente (GARCIA-GARCIA *et al.*, 2018). O grupo foi dividido em dois, e cada dupla de participantes interagiu ao mesmo tempo em dois computadores dispostos frente à frente, porém um com a tecnologia de leitura do estado emocional, e o outro com o sistema padrão normal (sem obter informações do usuário).

Após os testes, foi aplicado um questionário SUS (System Usability Scale) adaptado ao público infantil (GARCIA-GARCIA *et al.*, 2018) para identificação do grau de satisfação atingido por cada aplicativo, com e sem detecção de estados emocionais. Para efeito de classificação, os sistemas foram denominados como Sistema 1 (“System 1”) no caso do aplicativo que utilizou dados de leituras faciais e de digitação do usuário e modulou seu funcionamento, e de Sistema 2 (“System 2”) o aplicativo com funcionamento normal padrão, sem detecção de estado emocional do participante. A média das notas de satisfação obtidas foi de 89.06 para o Sistema 1, e de 83.75 para o Sistema 2.

Estes resultados apontaram maior preferência pelo software que fez a leitura e adaptou seu comportamento/funcionamento de jogo ao estado de humor do participante, conforme exemplifica o gráfico da Figura 4 extraído do artigo de Garcia-Garcia *et al.* (2018):

Figura 4 – Comparativo Escala SUS dos Sistemas



Fonte: Garcia-Garcia *et al.* (2018, p. 8).

Recentemente, pesquisadores da Alemanha e Estados Unidos utilizaram-se da base do MDA e propuseram uma atualização da metodologia, criticando as nomenclaturas de Mecânica e Estética ao considerá-las como oriundas de interpretações reduzidas do processo de game design: Walk *et al.* (2017) propõem o termo Design como mais adequado ao contexto de desenvolvimento de games, em oposição à Mecânica, que sugeriria apenas critérios e regras relacionadas ao funcionamento do software; e Experiência (Experience) como a palavra que descreve com melhor exatidão os fatores subjetivos que envolvem a percepção do usuário que está jogando o game, ao invés de Estética, que evoca uma representação mais pictórica e do belo como um atributo. A partir destas observações os pesquisadores desenvolveram então a metodologia DDE (Design, Dinâmica, Experiência), que se apresenta como uma alternativa mais atual, ampla e abrangente para utilização em projetos de jogos digitais.

Essa atualização, embora crítica ao modelo proposto no MDA, por um lado corrobora a importância da metodologia de 2004 pois parte de suas bases e amplia o entendimento para um nível superior, de certa forma reconhecendo seu pioneirismo e inovação à época. Também

referencia o MDA como ainda sendo a metodologia de projeto mais aceita por game designers profissionais (WALK *et al.*, 2017).

Em seu artigo, os autores Walk, Görlich e Barret (2017) apresentam como exemplo (paralelo porém similar de aplicação destas metodologias de game design) o automóvel, um produto de consumo, relacionando a experiência de dirigir com a atividade de jogar um game: Mecânica (MDA) ou Design (DDE) representaria, como exemplo, o conjunto de peças e montagem do carro (motor, bancos, engrenagens, portas); a Dinâmica (ponto central de ambas metodologias) incorpora a inter-relação de todos os componentes do automóvel entre si e com o meio-ambiente (estrada, clima, paisagem, trânsito); e a Estética (MDA) ou Experiência (DDE) resulta do impacto de todos os fatores mencionados no usuário, ou seja, como o motorista se sente ao dirigir. Desta analogia podemos deduzir mais claramente a importância do aspecto de Dinâmica em um jogo digital, a partir da representação comum e familiar do ato de dirigir: o que torna agradável ou não a direção de um veículo inclui todos os elementos que o constituem fisicamente somado ao ambiente em que está inserido, assim como em um game o que geraria o engajamento seriam os modos de operação, percursos, processos de interação, narrativas, etc. do software.

Ou seja, o conceito de “Dinâmica” procede da escolha de elementos do game (por parte do designer) que vão interferir forma de jogar; se há ou não um tempo limite para o jogador concluir as tarefas (fases) do jogo, quantidade de “vidas” disponíveis, elementos de recompensa como pontuações e bônus, personagens ou avatares que possam ser escolhidos ou se relacionem com o usuário, etc.

Destas conclusões sobre a importância do elemento “Dinâmica” no projeto de jogos digitais, pôde ser extraída uma classificação dos Aplicativos Educacionais analisados nesta pesquisa, considerando o fator Dinâmica: aplicativos com **Baixa Dinâmica** possuem interface predominantemente estática, onde a quase totalidade das ações dependem da iniciativa do usuário, por meio do mouse ou do teclado. A tela inicial apresenta a tarefa a ser desenvolvida ou a questão a ser respondida de forma imóvel, sem tempo máximo definido; se o usuário não tomar nenhuma atitude, nada acontece, não se perdem pontos e nem acaba o jogo. Apenas após o usuário clicar ou digitar algo podem (ou não) ser observados elementos apresentando movimento como aumento da pontuação, personagens parabenizando, ou efeitos comemorativos, explosivos, ou similares.

No caso de jogos com **Média Dinâmica**, a tela inicial já comunica elementos que atraem e direcionam a atenção do observador, como personagens animados indicando pontos de interesse, cronômetro com contagem regressiva (sugerindo tempo limite), ou elementos

piscando e/ou se movendo, que incentivem o usuário a tentar clicar ou digitar algo que corresponda à interpretação percebida da intenção do elemento de animação.

Por fim, aplicativos com **Alta Dinâmica** já iniciam com movimento na primeira interação, impelindo o jogador a tomar uma atitude imediata para permanecer no jogo e não encerrá-lo sem tomar nenhuma decisão, e provocam certa ansiedade e surpresa ao iniciarem. Geralmente utilizam-se estratégias de game design como as exemplificadas por Hunicke *et al.* (2004): “Dynamics work to create aesthetic experiences. For example, challenge is created by things like time pressure and opponent play.” Neste exemplo, os autores indicam recursos como contagem regressiva do tempo de jogo e personagens inimigos atacando para criar uma estética (estesia/sensação) de desafio no jogador. Ao se deparar com estes estímulos, o usuário tende a se sentir motivado e a desempenhar as ações do aplicativo vivenciando um sentimento de ser desafiado.

Todas estas metodologias e recomendações vistas até agora neste Referencial Teórico, fazem parte dos elementos que dizem respeito ao projeto e metodologias de construção de games e aplicativos. Este conhecimento está estritamente vinculado às formas de conceber e desenvolver softwares, uma parte importante deste trabalho, mas não de forma isolada; no caso objetivo desta dissertação, onde avalia-se o engajamento e satisfação em Aplicativos Educacionais voltados especificamente para o público infantil, cabe ressaltar a importância da contribuição dos teóricos da pedagogia e aprendizagem como os provedores de um meio para identificar, classificar e avaliar o modo de aprender e de interagir das crianças, bem como os elementos que são percebidos como facilitadores do aprendizado destes indivíduos. No subcapítulo a seguir (2.2 Pedagogia e Aprendizagem) são descritas as bases utilizadas na construção do pensamento desta dissertação no campo da Educação, referenciando os autores que propuseram as teorias clássicas da área utilizadas até os dias atuais em muitas escolas e ambientes de ensino. Essas referências mencionadas direcionaram o trabalho de pesquisa no entendimento das necessidades, expectativas, diferenças e peculiaridades do público infantil, favorecendo uma interpretação mais bem embasada dos resultados observados e das metodologias de teste propostas.

2.2 PEDAGOGIA E APRENDIZAGEM

No campo da Educação, os estudos de pesquisadores referenciais nas teorias de pedagogia e aprendizagem apresentam elementos relevantes no contexto de interpretação dos comportamentos e características das crianças que estão em período escolar, trazendo importantes contribuições na investigação dos fatores envolvidos no engajamento e satisfação do usuário infantil. Buscando uma identificação dos elementos que motivam e são percebidos pelas crianças em suas interações com o mundo, fomenta-se a ideia de atender os requisitos e desejos desse tipo de público, tão específico e dotado de particularidades.

O ilusório conceito de que o pensamento e cérebro infantis são apenas “réplicas em miniatura” de um cérebro adulto, foi desmistificada por Piaget no início do século XX (MYERS, 2012). Segundo Myers (2012), “Piaget sustentava ainda que a mente de uma criança se desenvolve através de uma série de estágios, em uma marcha ascendente desde os reflexos simples do recém-nascido até o poder de raciocínio abstrato do adulto.”, ou seja, há uma evolução cognitiva que perpassa diferentes estágios na mente infantil, que reflete sua capacidade de compreensão e interação com indivíduos ou sistemas. Desta forma, a partir destes estudos de Piaget (2007) foi elaborada sua Teoria Cognitiva relacionando as idades com os períodos de desenvolvimento cognitivo, proporcionando uma base para compreensão mais efetiva do processo de aprendizagem da criança. Esses processos estão divididos em estágios, considerando a idade da criança, e compõem-se de quatro: Sensório-motor, Pré-operacional, Operacional Concreto e Operacional Formal.

A contribuição de teóricos da pedagogia permeia esta pesquisa como referência de embasamento para definição de características e requisitos a serem testados em campo; pouco adiantaria a elaboração de protocolos de teste baseados em experiências com o público adulto, se estes não respeitassem as características e peculiaridades do participante infantil. No tocante mais específico deste trabalho, que se propõe a avaliar engajamento e satisfação no uso de Aplicativos Educacionais nesta faixa etária, torna-se crítico o respeito às particularidades e capacidades intelectuais da criança, uma vez que a impossibilidade de resolução de atividades propostas pelo simples fato da inadequação do conteúdo à maturidade do participante, por si só já geraria impaciência e frustração. As métricas poderiam correr o risco de se apresentarem inexatas pela incapacidade do participante em realizar a tarefa.

Jean Piaget (2007), pesquisador que se dedicou a estudar o comportamento infantil e as relações entre o raciocínio e amadurecimento descreve em sua elaborada Teoria Cognitiva o estágio Operacional Concreto como o que insere a maioria dos estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, caracterizando as idades entre 7 e 11 anos (Tabela 1).

Tabela 1 – Estágios do Desenvolvimento Cognitivo, segundo Piaget

Faixa Etária Típica	Descrição do Estágio	Fenômenos do Desenvolvimento
Nascimento até aproximadamente 2 anos	<i>Sensório-motor</i> Vivência o mundo através dos sentidos e das ações (vendo, ouvindo, tocando, provando e segurando)	<ul style="list-style-type: none"> • Permanência do objeto • Ansiedade diante do estranho
De 2 a 6 anos	<i>Pré-operacional</i> Representa coisas com palavras e imagens; usa a intuição em vez do raciocínio lógico	<ul style="list-style-type: none"> • Brincadeira de faz de conta • Egocentrismo
Em torno de 7 a 11 anos	<i>Operacional concreto</i> Pensamento lógico sobre eventos concretos: entende analogias concretas e efetua operações aritméticas	<ul style="list-style-type: none"> • Conservação • Transformações matemáticas
Em torno de 12 anos até a idade adulta	<i>Operacional formal</i> Raciocínio abstrato	<ul style="list-style-type: none"> • Lógica abstrata • Potencial para raciocínio moral amadurecido

Fonte: Adaptado de Myers (2012).

Nesse período, segundo Piaget (2007), as crianças começam a perceber com mais propriedade as relações lógicas entre números, quantidades, volumes, proporções, ou seja, as noções matemáticas que serão fundamentais para o seu desenvolvimento como ser humano completo e protagonista de sua cidadania. Sendo estas as capacidades em desenvolvimento nos alunos que poderiam, então, serem facilitadas e se beneficiarem do emprego de estratégias de engajamento e atratividade possibilitadas pelos recursos digitais dos Aplicativos Educacionais.

As características dos indivíduos com idades entre 7 e 11 anos que compõe o estágio Operacional Concreto, possuem a capacidade de compreender aspectos e interações antes obscuras em idade mais jovem; este período do amadurecimento infantil é definido por Piaget (2007) como:

[...] quando as crianças chegam aos 6 ou 7 anos, elas entram no estágio das operações concretas. Ao receberem materiais concretos, elas começam a compreender a conservação – na qual a mudança na forma não significa mudança na quantidade. Elas conseguem mentalmente despejar o leite de um copo para o outro, entre copos de formas diferentes [...].

Piaget acreditava que, durante o estágio das operações concretas, as crianças adquirem total capacidade para entender as transformações matemáticas e a conservação. Quando minha filha Laura tinha 6 anos, fiquei surpreso com sua incapacidade para reverter operações aritméticas simples. Quando lhe perguntavam “Quanto é 8 mais 4?”, ela precisava de 5 segundos para calcular “12”, e de mais 5 segundos para calcular quanto eram 12 menos 4. Aos 8 anos, ela podia responder à segunda questão instantaneamente. (MYERS, 2012, p. 140).

Observa-se que a limitação no conhecimento matemático, poderia então por vezes não ser por falta de empenho ou incapacidade intelectual do aluno, mas sim por uma incompatibilidade no processo de amadurecimento da criança com o conteúdo e as relações que são apresentadas a ele; o exemplo citado acima demonstra a evolução cognitiva da menina Laura, que apesar de conhecer o conteúdo que lhe foi questionado e ser capaz de realizar a operação matemática solicitada, com o passar dos anos conseguiu realizar a tarefa com mais rapidez, demonstrando características adequadas aos indivíduos que se incluem no estágio Operacional Concreto proposto por Piaget (2007).

A partir dos 12 anos as crianças já não demonstram capacidade apenas nas relações e pensamentos concretos, como também iniciam o desenvolvimento do pensamento abstrato. Myers (2012) diz que:

Aos 12 anos, nosso raciocínio se expande do puramente concreto (envolvendo a experiência real) para abranger o pensamento abstrato (envolvendo realidades e símbolos imaginados). Segundo Piaget, à medida que se aproximam da adolescência, muitas crianças se tornam capazes de resolver proposições hipotéticas e deduzir consequências: se isso, então aquilo. O raciocínio sistemático, denominado por Piaget pensamento **operacional formal**, está agora ao alcance delas. (MYERS, 2012, p. 140).

Este denominado como Operacional Formal se consolida como o último estágio da Teoria Cognitiva de Piaget (2007), onde já estão presentes características de um cérebro

maduro adulto. A partir daí o pensador não mais distingue diferenças significativas entre as sucessivas idades, partindo da ideia de que seu trabalho esteve focado em crianças e jovens.

Como ilustrou a Tabela 1 - Estágios do Desenvolvimento Cognitivo, segundo Piaget – desde a infância os indivíduos evoluem cognitivamente, desde o nascimento até os 2 anos de idade através da experimentação pelos sentidos (paladar, visão, tato, audição) vendo, manipulando, ouvindo e colocando na boca objetos para estabelecer uma relação e vivência de mundo; esse é período denominado Sensório-motor. Após, entre 2 e 6 anos de idade (no estágio Pré-operacional) as crianças começam a formar mentalmente representações de imagens e palavras, e esse período é marcado pelas brincadeiras de faz-de-conta. Também uma personalidade egoísta pode aflorar nesta fase, por conta da ainda ausente capacidade de perceber a perspectiva e ponto de vista dos outros, seus semelhantes (MYERS, 2012).

Também teórico dos estudos pedagógicos, o russo Lev Vygotsky (2007) considera as relações sociais como fatores significativos para os processos de aprendizagem, e sugere parâmetros que categorizam os tipos de aprendizagem infantil em diferentes meios de acesso ao conteúdo educacional; desta forma, para o pesquisador, a criança pode aprender tanto com o auxílio de um professor, que ensina, ou mesmo de outra criança que já possua o conhecimento, bem como através de seu próprio esforço individual, utilizando-se de recursos pedagógicos adequados. Nesta interação assume papel preponderante o desenvolvimento da linguagem, que possibilita a transmissão das ideias, e segundo Vygotsky (2007) exerce influência na relação entre o meio ambiente e o indivíduo na aquisição de conhecimentos e cultura.

Outro elemento relevante na mediação da aprendizagem proposta por Vygotsky (2007), diz respeito ao papel da linguagem para as crianças como favorecedora do aprendizado: “A linguagem, um importante ingrediente do processo de orientação social, oferece os elementos básicos do pensamento, observou Vygotsky (que nasceu no mesmo ano que Piaget, mas morreu prematuramente de tuberculose)” (MYERS, 2012, p. 143). Ou seja, para Vygotsky (2007) a linguagem e a interação com outros indivíduos promovem o aprendizado, pois são fornecidos exemplos e elementos nestas interações que possibilitam uma imitação e assimilação de um conteúdo novo.

Estes aspectos, combinados entre si, fornecem uma gama de possibilidades de interpretação dos processos cognitivos que envolvem a aprendizagem na criança; combinando as teorias dos dois pensadores, partimos de uma base sólida para a investigação e o entendimento dos modos de pensar dos estudantes:

A ênfase de Piaget no desenvolvimento da mente infantil por meio da interação com o ambiente físico é complementada pela ênfase de Vygotsky em como a mente da criança se desenvolve por meio da interação com o ambiente social.

Se a criança de Piaget era um jovem cientista, a de Vygotsky era um jovem aprendiz. (MYERS, 2012, p. 142).

Este exemplo da união das teorias de dois pensadores da área da psicologia e pedagogia, remetem ao caráter multidisciplinar deste trabalho; a busca por fatores que adequem a idade dos participantes do teste ao modelo de experimento, que poderia contar com uma forma mediada de interação, traz subsídio para determinação dos protocolos e metodologias a serem seguidos no desenvolvimento da pesquisa, bem como na posterior interpretação dos dados.

No caso das teorias elaboradas por Vygotsky (2007), que defendem a mediação através do ambiente ou interações sociais com colegas, observa-se uma adequação deste conceito de elemento mediador ao proposto por Aplicativos Educacionais, onde através da interface humano-máquina desempenhada pelo computador ou equipamento digital é apresentado o conhecimento ao usuário, proporcionando o aprendizado.

Essa interação é proporcionada através de um elemento eletrônico, que pode ser um computador, um tablet ou até mesmo um celular, que possua capacidade de armazenar e executar software destinado a entreter o usuário e ao mesmo tempo ensinar conteúdos e propor desafios. Esse recurso provê as ferramentas para que o usuário infantil, a criança, possa representar e se questionar a respeito do que é apresentado na tela, e de que forma funciona este sistema que a princípio, denota um conhecimento novo. Ou seja, o aplicativo educacional, baseando-se nas teorias de Jean Piaget (2007) e Lev Vygotsky (2007), desempenha um papel sequer imaginado por estes pensadores ao desenvolverem suas teorias ainda no início do século XX; o avanço da tecnologia permitiu a inovação e o desenvolvimento de soluções voltadas ao ensino, com a intenção de auxiliar o processo educativo.

Estas iniciativas acabaram por se assemelharem ao pensamento de teóricos da área da Educação, que analisaram o funcionamento do cérebro infantil e a forma como a criança

assimila informações e agrega o aprendizado de conteúdo: “Crianças no segundo ano escolar que murmuram para si mesmas enquanto resolvem problemas de matemática entendem melhor o programa de matemática da terceira série no ano seguinte” (BERK, 1994 *apud* MYERS, 2012, p. 140). Neste exemplo a mediação proposta por Vygotsky (2007) é induzida na criança através da linguagem e da verbalização do problema, pois como foi observado os alunos que vocalizavam a resolução de uma questão matemática apresentaram melhor desempenho na sequência de seus estudos, deduzindo uma melhor compreensão do conteúdo do que os seus colegas que não utilizaram tal recurso.

A ocorrência desta sistemática que permitiria então favorecer o aprendizado, poderia por sua vez ser transportada para a realidade de uso de Aplicativos Educacionais dentro ou fora da sala de aula; o suporte fornecido pela tela de um equipamento eletrônico dotado de software educacional, permitiria ao usuário uma mediação entre o conteúdo a ser estudado (no caso um problema matemático) com o aluno, promovendo a compreensão e assimilação dos conceitos, como propõe Piaget (2007) em sua Teoria Cognitiva.

Partindo destas constatações, cabe ressaltar o importante papel que o uso de Aplicativos Educacionais direcionados e adequados a este propósito, pode cumprir. O fomento à Educação em seus mais diversos níveis, eleva os patamares de desenvolvimento de uma nação, e quando se avaliam os impactos de uma boa formação no início da vida escolar, quando as crianças estão entrando no processo educacional, são ainda maiores. Afinal, conteúdos básicos como Português e Matemática permitirão ao indivíduo o seu acesso à cidadania plena e são pré-requisitos para o domínio de conteúdos mais complexos e ascensão a níveis mais elevados, educacional e profissionalmente.

Observando os resultados das avaliações periódicas às quais são submetidos os estudantes periodicamente, podemos estabelecer objetivos, comparar desempenho, avaliar eficácia e projetar resultados futuros. Um diagnóstico da situação educacional é uma ferramenta alinhada ao planejamento estratégico de governos que vislumbrem a ampliação de receita e desenvolvimento socioeconômico de seus cidadãos.

A tarefa de empreender iniciativas que demandem investimento com retorno à médio e longo prazo, precisa estar fundamentada em dados e estatísticas para fundamentar o volume financeiro empregado; seguindo essa lógica, percebemos a importância de não caracterizar e subentender o investimento em Educação e ferramentas de avaliação educacional em grande escala como “custo” ou “gasto”, pois a tendência destas iniciativas é que a partir dos resultados e conclusões aprendidas possa-se adequar o processo analisado e contribuir para o seu aperfeiçoamento e melhores resultados. Não é possível medir um aumento de desempenho

se não temos um ponto de partida, uma base, um índice inicial que forme a primeira análise da questão.

No Brasil, iniciativas como o Saeb (Sistema de Avaliação da Educação Básica) possibilitam gerar um panorama educacional brasileiro separando os índices de aprendizado e aproveitamento estratificados por região do país, alunos de escolas públicas e privadas, idade, nível educacional, disciplina, etc.: “O Saeb oferece subsídios para a elaboração, o monitoramento e o aprimoramento de políticas com base em evidências, permitindo que os diversos níveis governamentais avaliem a qualidade da educação praticada no país” (SAEB, 2019). Os dados são apresentados destacando o desempenho dos estudantes e apontando as deficiências observadas nas disciplinas, permitindo que seja evidenciada determinada carência em uma área específica e possibilitando a justificativa de tomadas de decisão direcionadas.

A partir destas análises, observou-se que a questão da aprendizagem no ciclo escolar dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, que compreende a faixa etária aproximada de 9 a 12 anos de idade, apresenta desafios para a realidade dos educadores no Brasil. Segundo os resultados do Saeb de 2019 e 2017, os estudantes brasileiros apresentam defasagem no aprendizado de matemática (por exemplo), alcançando apenas o nível 4 em uma escala de 0 a 10. Este dado é obtido por meio de avaliações periódicas realizadas em todo o território brasileiro:

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.

O Saeb permite que as escolas e as redes municipais e estaduais de ensino avaliem a qualidade da educação oferecida aos estudantes. O resultado da avaliação é um indicativo da qualidade do ensino brasileiro e oferece subsídios para a elaboração, o monitoramento e o aprimoramento de políticas educacionais com base em evidências. (SAEB, 2019)

De forma geral, os resultados representam o desempenho da educação no país, especialmente no período escolar do 5º ano: “a cada 2 anos os estudantes do 5º e do 9º ano do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio são avaliados pelo Saeb em Leitura e Matemática.” (SAEB, 2019).

Observando os dados da Tabela 2 (Quadro resumo de desempenho no Ideb – Brasil 2005-2019) percebe-se um decréscimo de desempenho a partir dos Anos Iniciais, quando as notas começam a diminuir de 5,9 para 4,9 nos Anos Finais, e por fim alcançam apenas 4,2 pontos em 2019; considerando que a escala compreende conceitos de 0 a 10, o resultado pode ser considerado bem fraco, o que fomenta a necessidade de iniciativas para melhorar o desempenho discente nas três esferas de ensino.

Tabela 2 – Quadro resumo de desempenho no Ideb – Brasil 2005-2019

Dependência administrativa	Ano							
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Anos iniciais								
Total	3,8	4,2	4,6	5,0	5,2	5,5	5,8	5,9
Estadual	3,9	4,3	4,9	5,1	5,4	5,8	6,0	6,1
Municipal	3,4	4,0	4,4	4,7	4,9	5,3	5,6	5,7
Pública	3,6	4,0	4,4	4,7	4,9	5,3	5,5	5,7
Privada	5,9	6,0	6,4	6,5	6,7	6,8	7,1	7,1
Anos finais								
Total	3,5	3,8	4,0	4,1	4,2	4,5	4,7	4,9
Estadual	3,3	3,6	3,8	3,9	4,0	4,2	4,5	4,7
Municipal	3,1	3,4	3,6	3,8	3,8	4,1	4,3	4,5
Pública	3,2	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4	4,6
Privada	5,8	5,8	5,9	6,0	5,9	6,1	6,4	6,4
Ensino médio								
Total	3,4	3,5	3,6	3,7	3,7	3,7	3,8	4,2
Estadual	3,0	3,2	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,9
Pública	3,1	3,2	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,9
Privada	5,6	5,6	5,6	5,7	5,4	5,3	5,8	6,0

Fonte: SAEB (2019).

Desta contextualização unindo o período verificado pela avaliação nacional do Saeb (2017, 2019), com o estágio de aprendizado proposto pela teoria de Piaget (2007) e ainda os conceitos demonstrados por Vygotsky (2007) sobre a aprendizagem social, determinou-se o objeto de estudo da pesquisa, caracterizado por estudantes com idades entre 9 e 12 anos. Os

dados apresentados nas pesquisas avaliando o baixo desempenho em matemática (SAEB 2019, 2017) de uma maneira geral em todo o país, também reforçam a importância do tema como relevante para a melhoria dos índices educacionais brasileiros, através dos softwares direcionados ao aprendizado.

De forma a adequar o conteúdo proposto em matemática para o nível educacional da faixa etária selecionada (entre 9 e 12 anos), foi observado o conteúdo constante na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é o documento que norteia a aplicação e verificação do nível educacional dos estudantes brasileiros: “A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BRASIL, 2018).

Como os alunos de 9 a 12 anos estão em sua grande maioria matriculados no 4º e 5º anos do Ensino Fundamental, extraíram-se da BNCC conteúdos da grade curricular de matemática constantes em ambos os anos escolares (ANEXO C), compreendendo atividades de multiplicação de acordo com os critérios estabelecidos no documento (BRASIL, 2018).

Os dois anos escolares, dentro da esfera da Unidade Temática “Números”, constam como requisito a resolução de operações de multiplicação através de cálculo mental, sendo referenciados nos conteúdos do 4º ano como:

(EF04MA06) Resolver e elaborar problemas envolvendo diferentes significados da multiplicação (adição de parcelas iguais, organização retangular e proporcionalidade), utilizando estratégias diversas, como cálculo por estimativa, cálculo mental e algoritmos.

E no 5º ano:

(EF05MA08) Resolver e elaborar problemas de multiplicação e divisão com números naturais e com números racionais cuja representação decimal é finita (com multiplicador natural e divisor natural e diferente de zero), utilizando estratégias diversas, como cálculo por estimativa, cálculo mental e algoritmos. (BRASIL, 2018).

Ambos os anos escolares exigem dos alunos a capacidade de resolução de equações de multiplicação através de cálculo mental, o que viabiliza um tipo similar de exercício com problemas matemáticos adequados aos 4º e 5º anos no mesmo teste. Esta situação facilita o trabalho do pesquisador na elaboração dos protocolos do experimento científico, pois caso

não se identificasse um conteúdo comum nem exercício similar para ser aplicado aos dois níveis escolares, se aumentaria o trabalho na elaboração de métodos e processos distintos.

Desta forma, concluída a análise das referências de projeto de games (subcapítulo 2.1 - Game Design) e de teóricos e diretrizes educacionais (subcapítulo 2.2 – Pedagogia e Aprendizagem), surge a necessidade de iniciar o planejamento do experimento científico em si, buscando fontes de pesquisa adequadas ao game design e à interação e interface cognitiva com heurísticas de usabilidade e elementos de análise para avaliação na pesquisa de campo. Sem esse trabalho necessário, corre-se o risco de invalidar todo o conhecimento adquirido dos campos do game design e da pedagogia e educação, pois sem estruturar adequadamente o método de teste, coleta de dados, interpretação dos resultados e análise do experimento, as conclusões então obtidas poderiam tornar-se questionáveis e parciais pela falta de embasamento científico.

Nessa tarefa foram valiosas as contribuições de pesquisas de autores que publicaram experiências de experimentos na área de interfaces humano-máquinas, boa parte relacionados aos fatores humanos na interação com computadores, interfaces cognitivas, experimentos de usabilidade, bem como os demais estudos similares analisados. O subcapítulo a seguir 2.3 Usabilidade e Metodologia de Teste procede ao detalhamento dos aspectos funcionais e práticos do experimento em campo, embasando as decisões a serem tomadas no planejamento de teste e exemplificando possíveis adversidades a serem defrontadas nos testes práticos.

2.3 USABILIDADE E METODOLOGIA DE TESTE

O processo de elaborar um experimento de usabilidade envolve o estabelecimento de procedimentos, planejamento, análise e projeto de uma dinâmica de interação, observando quais objetivos o usuário possui ao interagir com o produto analisado (TULLIS, ALBERT, 2013). Sem esta avaliação, corre-se o risco de produzirem-se elementos dissociados do trabalho planejado. Rubin e Chisnell (2008) estabelecem uma série de recomendações para que o experimento de usabilidade ocorra com melhor aproveitamento, evitando perda de tempo e dados equivocados.

Nesse sentido, a seleção e otimização dos protocolos a serem desenvolvidos no teste compreendem não apenas a sequência de atividades, mas também a escolha dos participantes.

Afinal, de nada adiantaria focar em procedimentos e métodos sem ter adequado a escolha dos indivíduos que proverão as respostas para as perguntas a serem respondidas pela pesquisa. No caso do projeto abordado nessa dissertação, onde busca-se avaliar como impactam no usuário

infantil as interfaces cognitivas e a satisfação gerada pelos Aplicativos Educacionais, devemos considerar o grau de familiaridade com informática dos participantes. Segundo Rubin e Chisnell (2008), critérios de usuário iniciante ou experiente são úteis nessa tarefa, como forma de não interferir nos resultados a capacidade de executar a tarefa. Por exemplo, o processo de avaliar a satisfação promovida por um software qualquer, não pode ser submetida ao desconhecimento do modo de funcionamento deste pelo operador. É lógico que um indivíduo que não conheça determinada tecnologia, não conseguirá desempenhar tarefas simples e ficará frustrado com a interação.

Trazendo essa reflexão para o objeto de estudo, segundo os critérios propostos por Rubin e Chisnell (2008), foi estabelecido como requisito para participação na pesquisa o conhecimento em informática básica pela criança, de forma a mensurar apenas os dados de satisfação e desempenho no aplicativo, sem interferência de uma possível insatisfação por não conseguir desempenhar as tarefas. Esta necessidade foi adequada impondo a restrição de apenas selecionar para a pesquisa alunos de escolas onde há na grade curricular a disciplina de Informática, de modo que os conceitos básicos de operacionalidade do computador e periféricos já estariam absorvidos. Por já estarem habituados a utilizarem o computador em suas aulas na escola, eventuais erros por inabilidade em usar o mouse, dificuldade em reconhecer símbolos do teclado, e baixa eficiência ao digitar ou clicar, seriam minimizados. Dessa forma, possíveis índices de insatisfação ou desempenho baixo não seriam provocados por uma frustração ou incapacidade de operar o software, aumentando a confiabilidade dos dados pesquisados.

O conceito de Usabilidade adotado no caso desta pesquisa, considera a satisfação subjetiva percebida pelo usuário como mais importante do que outros critérios comuns nesse tipo de experimento, como rapidez na execução de comandos, por exemplo (NIELSEN, 1994). Por se tratar de usuário infantil, e com o objetivo de identificar dentre as três dinâmicas de jogo selecionadas no trabalho a que promove maior engajamento e satisfação na tarefa, optou-se por considerar como meta principal a ser visualizada a preferência do participante comparativamente entre os três aplicativos. Essa tarefa foi desempenhada no experimento baseando-se nas metodologias de Questionário Pós-tarefa e Escala de Satisfação ao final do experimento (RUBIN, CHISNELL, 2008; TULLIS, ALBERT, 2013), adequando as ferramentas ao contexto de uma interação com crianças entre 9 e 12 anos de idade. Ou seja, o papel do moderador foi atribuído a orientar e questionar durante o teste o usuário, quanto às suas preferências por determinado jogo ou aspecto deste. Neste processo foram geradas

anotações e registros a respeito do comportamento dos participantes, denotando uma sistemática também observacional na pesquisa.

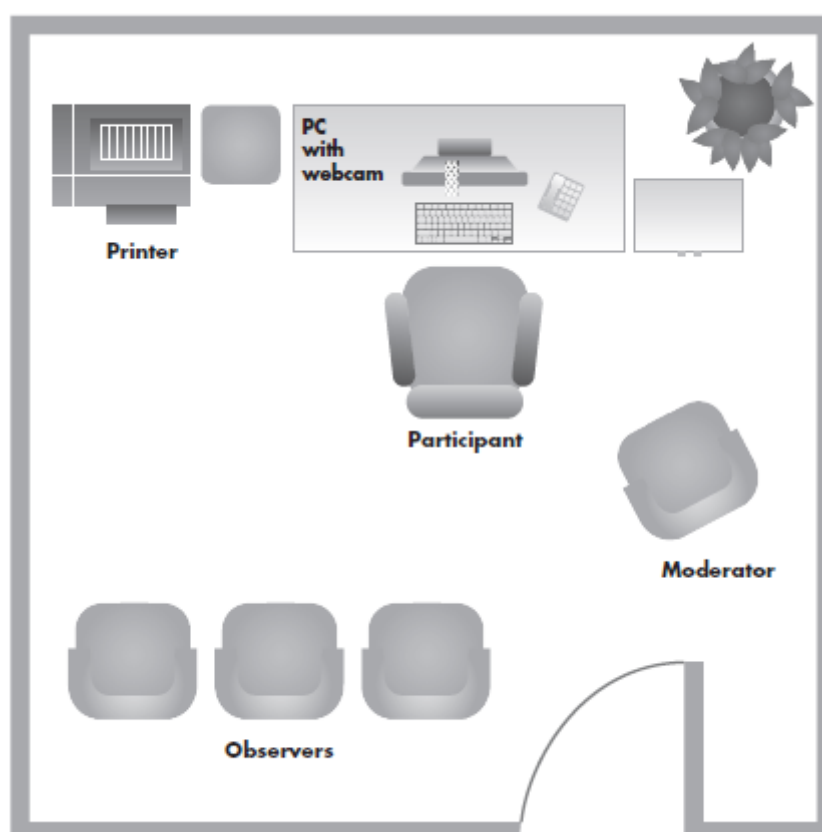
Como cita Jakob Nielsen (1994), a respeito dos critérios utilizados para avaliação em um teste de usabilidade, no caso de games por vezes é mais importante a satisfação obtida pelo aplicativo do que o tempo necessário para completar as tarefas, já que o usuário pode querer passar mais tempo se entretendo com o aplicativo e não necessariamente preocupado com a velocidade da interação.

[...] subjective satisfaction, refers to how pleasant it is to use the system. Subjective satisfaction can be an especially important usability attribute for systems that are used on a discretionary basis in a nonwork environment, such as home computing, games, interactive fiction, or creative painting [Virzi 1991]. For some such systems, their entertainment value is more important than the speed with which things get done, since one might want to spend a long time having fun [Carroll and Thomas 1988]. Users should have an entertaining and/or moving and/or enriching experience when using such systems since they have no other goal. (NIELSEN, 1994, p. 33).

No caso dos Aplicativos Educacionais analisados no experimento, o engajamento e a motivação geradas pelos sistemas pode superar os dados mensuráveis de desempenho e rapidez na execução das tarefas; quanto maior a satisfação do usuário com o desenvolvimento das atividades no jogo, maior a tendência dele se estender no desempenho dos exercícios e acabar por exceder os tempos previstos pelo moderador. Neste caso, pode ser adequado o emprego de uma estratégia de delimitação de tempo máximo de teste, de forma a não despender recursos desnecessários em tempo de experimento e posterior análise dos registros, que não trariam informações diferenciadas. A utilização racional dos tempos de teste permite um melhor aproveitamento do período dispendido na coleta de informações e na efetividade da disponibilidade proporcionada pelos participantes do experimento, bem como no uso adequado do ambiente utilizado na pesquisa.

Outro aspecto observado que repercute na dinâmica do experimento, diz respeito ao layout do espaço físico onde será conduzido o experimento; a disposição da mesa, cadeiras do participante e moderador do teste, local para acomodação dos observadores do teste (caso existam) são todos aspectos a serem planejados antes da pesquisa em campo. Por exemplo, conforme recomendam Rubin e Chisnell (2008) a disposição do computador utilizado no experimento preferencialmente deve ficar fora do campo de visão da porta de entrada / saída, o moderador deve permanecer ao lado na diagonal do usuário. Caso haja outras pessoas na sala observando o teste, estas devem ficar a uma distância razoável do participante, e fora do seu campo de visão. O ideal recomendado seria que os observadores ocupassem uma outra sala e acompanhassem o experimento através de um sistema de vídeo monitoramento (RUBIN, CHISNELL, 2008); como isso nem sempre é possível, por razões de estrutura na maioria dos ambientes, os autores indicam a planta-baixa esquemática (Figura 5) abaixo como sugestão de layout:

Figura 5 – Layout para experimento de usabilidade



Fonte: Rubin, Chisnell (2008, p. 102).

Da mesma forma, buscando adequar os estudos de usabilidade às especificidades do público infantil, conforme preconizam os mesmos autores, é necessário obter autorização expressa dos pais da criança para a participação no experimento, considerando que determinados tipos de interação (como preenchimento de questionários através da internet) podem ser inviáveis ou até mesmo proibidos por lei (RUBIN, CHISNELL, 2008).

Após esta análise e pesquisa das recomendações para o experimento em campo, onde previamente se revisaram as orientações dos aspectos de projeto de software e as especificidades educacionais e pedagógicas do público analisado, prosseguiu-se para o item de fechamento da fundamentação teórica deste trabalho, que objetivou absorver o panorama de novas ideias relacionando jogos digitais e aprendizado, pesquisadores precursores de tecnologias educacionais emergentes para as novas gerações de estudantes do século XXI, e novas formas de ensinar atualizadas a estes indivíduos.

2.4 NATIVOS DIGITAIS

Ao investigar metodologias de projeto de games nesta pesquisa, busca-se formas de compreender, analisar e identificar os elementos de cada jogo que são responsáveis pela formação de um todo que é o jogo digital em si, com suas características de engajamento e de promoção de entretenimento e lazer. Marc Prensky (2001), já no início deste século, pondera sobre as possibilidades de utilização de jogos digitais como instrumento de ensino, e descreve em seu livro “Digital Game-Based Learning” exemplos de softwares desenvolvidos para diversos treinamentos inclusive corporativos, onde a diversão (“Fun”) proporcionada pelos games aparece como fator de engajamento e exerce forte influência para o sucesso e aprendizado dos usuários:

Digital Game-Based Learning is an alternative that is being used — with amazing and increasing success — in pockets and "skunk works" around our corporations, schools and institutions such as the military. From business simulators to pre-school "edutainment" titles, a new learning paradigm — learning via play — is gradually emerging:

- Pre-schoolers learn the alphabet and reading through computer games
- Elementary students learn the K-6 curriculum on Playstations; scores rise 30-40%
- Computer chess becomes a big part of K-12 curriculums
- Typing games are among the top-selling software products
- High schools students play a multiplayer online game to learn electoral politics
- Financial traders use computer games to hone their skills

- Policy makers play a Sim City-style game to understand the health care system
- Business executives play at running simulated HR departments and oil refineries
- Engineers use a consumer-style videogame to learn new CAD technology
- Military trainees fight realistic battles in videogame-like simulators.

(PRENSKY, 2001, p. 8)

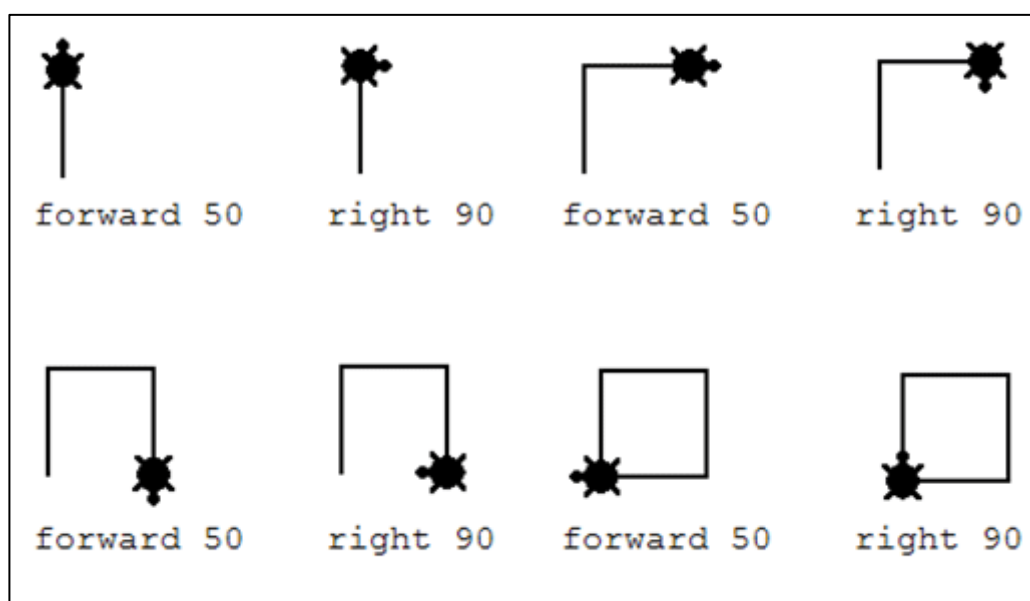
Para Prensky, a possibilidade de utilizar o entretenimento proporcionado por um jogo digital como ferramenta para o aprendizado de conteúdos que seriam estudados em cursos presenciais ou nos bancos escolares, representa um potencial de inovação e melhoria de desempenho no ensino (PRENSKY, 2001). O fato de aprender “brincando”, ou jogando (como o autor sustenta) já traz, segundo sua argumentação, engajamento e satisfação aos usuários adultos; o mesmo processo aplicado às crianças traria consequentemente uma resposta ainda mais positiva, pela característica própria de uma geração que já cresceu “conectada” ao mundo digital, os “nativos digitais” como Prensky (2001) denomina estes indivíduos.

O mundo das pessoas que vivem ou viveram a infância no século XXI é diferente das outras gerações. Os estímulos quase sempre presentes das mídias (rádio, TV, internet, redes sociais) e de equipamentos eletrônicos (celular, computador, tablet, vídeo-game, etc.) imprimiu mudanças no modo de pensar, interagir e se posicionar na sociedade (PRENSKY, 2001). Cabe aos educadores e desenvolvedores adaptarem-se a esta realidade, e o uso de tecnologias digitais na Educação pode ser um aliado para alcançarmos níveis mais elevados de aprendizagem nos contextos educacionais.

Um dos pioneiros nesta tarefa de inserir a tecnologia computacional na esfera escolar, Seymour Papert (1994) desenvolveu no MIT (Massachusetts Institute of Technology) um programa chamado “Logo”, destinado a ensinar conceitos básicos de programação para crianças. O pensador considerava o papel emancipador do computador como uma oportunidade para a educação, incentivando os alunos a elaborarem estratégias para resolver determinado problema, e através do aplicativo verificarem o efeito de suas ações na tela, corrigindo sozinhos eventuais erros (PAPERT, 1994).

Na Figura 6, observamos a tela de interface do aplicativo Logo, onde por meio da digitação de coordenadas o elemento “Turtle” (tartaruga) se movimenta na tela, gerando o exemplo de um quadrado desenhado. O funcionamento do jogo se dá através da digitação de comando e números (coordenadas) no teclado. O ponto circular que se movimenta representa, de maneira lúdica / infantil, uma tartaruga que se desloca pela tela deixando um “rastro” de linhas retas.

Figura 6 – Tela de interface do aplicativo “Logo”



Fonte: Logo Foundation (2015).

No Brasil, José Armando Valente *et al.* (2007) desenvolveram o conceito de Construcionismo originado das bases da teoria de Papert (1994), ampliando a discussão do uso do computador como recurso de ensino no país. Para estes pesquisadores, a possibilidade de uma ferramenta que fomenta o protagonismo do aluno no seu aprendizado, apresenta-se promissora. Como aborda o Construcionismo, o modo de aprender através do sistema de tentativa e erro, com o aluno percebendo em tempo real o efeito de suas ações e corrigindo ativamente os seus erros, permite um desenvolvimento mais amplo do indivíduo (PAPERT, 1994; VALENTE *et al.*, 2007).

Estes indivíduos das novas gerações, os chamados “nativos digitais” por Prensky (2001) não mais entendem o porquê de passar horas copiando conteúdos em um caderno, para depois reproduzir aquele texto em uma prova ou trabalho escolar; acostumados à interatividade e respostas rápidas, podem passar horas jogando online e memorizar facilmente

conceitos e expressões relacionadas a esta atividade de entretenimento. Uma boa oportunidade, portanto, seria agregar esse conhecimento com conteúdos escolares em uma apresentação que faça sentido ao aluno, desperte sua atenção e curiosidade.

As iniciativas de Papert (1994), Prensky (2001) e, no Brasil, Valente *et al.* (2007) indicam um caminho promissor a seguir no sentido de explorar com mais profundidade os recursos tecnológicos para a educação de crianças e jovens; estes pesquisadores, dentre outros colegas, estão lançando as bases para o caminho de novos projetos que visem ampliar o aprendizado e a forma de acesso ao conhecimento.

Para desempenhar esse papel de forma efetiva, torna-se necessário compreender os fatores interacionais dos aplicativos em questão e do público a ser atendido, e é neste aspecto que se encaixa a relevância desta pesquisa: compreender em parte a atratividade de determinado tipo de aplicativo educacional, para permitir o entendimento e a replicação de sua dinâmica, caso seja bem-sucedida.

2.5 SÍNTESE DO REFERENCIAL TEÓRICO

O caráter da pesquisa proposta nesse trabalho denota aspectos multimodais, representados por diferentes áreas do conhecimento que se reúnem em um objetivo / justificativa comum: promover um aperfeiçoamento no aprendizado de estudantes da Educação Básica através de Aplicativos Educacionais.

Para esta tarefa, este Referencial Teórico assimilou conhecimentos oriundos das áreas de Game Design (Informática e Computação), Pedagogia infantil (Educação), Design de Interação (Usabilidade e Interfaces Cognitivas) e campos recentes do conhecimento que ainda são inovadores e visionários de um futuro onde estariam associadas a Informática e a Educação [tal tese é defendida por autores / pesquisadores visionários como Marc Prensky (2001) e Seymour Papert (1994)]. Para estes teóricos, o uso de tecnologias digitais para promover a Educação traria resultados muito melhores de engajamento dos estudantes e desempenho escolar, visto que as gerações de jovens que já cresceram ambientados às tecnologias digitais poderiam sentir-se mais adequados e motivados para o aprendizado de conteúdos escolares: “‘The reason most kids don’t like school,’ says Seymour Papert, ‘is not that the work is too hard, but that it is utterly boring...’” (Papert apud Prensky, 2001, p. 3). Essa constatação pode ser um dos motivos de, ao menos no Brasil, os índices educacionais medidos principalmente em escolas públicas serem tão baixos: segundo dados de 2019 e

2017, os estudantes brasileiros apresentam defasagem no aprendizado de matemática, alcançando apenas o nível 4 em uma escala de 0 a 10 (SAEB, 2019, 2017).

Desta forma, foram utilizados os conceitos apresentados por Hunicke *et al.* (2004) e Walk *et al.* (2017) para estabelecer a Dinâmica dos jogos digitais como um critério a ser comparado, dentre três alternativas, como o tipo que revelasse maior satisfação pelo usuário infantil. Ambos os autores definem a Dinâmica como o processo que provê a forma de jogar, onde o usuário percebe e se relaciona com o aplicativo. Esse discernimento contribuiu para o estabelecimento da metodologia de teste empregada na verificação da hipótese de pesquisa, que consistiu em identificar dentre os Aplicativos Educacionais à disposição no mercado uma categorização que os comparasse relacionados às suas Dinâmicas, atribuindo aos aplicativos níveis de Alta, Média ou Baixa Dinâmica [embasado nas conceituações propostas por Hunicke *et al.* (2004) e Walk *et al.* (2017)].

A partir da compreensão dos tipos de métricas a serem mensuradas no experimento dedicado a testar a hipótese de pesquisa, iniciou-se a busca por referências que orientassem o tipo de dado e a forma de coleta na pesquisa em campo. Pesquisadores do campo da Usabilidade, ramo do Design que se ocupa de verificar aspectos dos fatores humanos na interação com máquinas e/ou sistemas, Rubin, Chisnell (2008) e Tullis, Albert (2013) estabelecem os procedimentos para a coleta de dados, medição de satisfação, disposição do espaço físico, etc. que nortearam a elaboração do Plano de Teste e interpretação dos dados para este trabalho.

Por fim, trabalhos clássicos que são referência na área pedagógica, como as publicações de Jean Piaget (2007) e Lev Vigotsky (2007) trazem um panorama do comportamento e modo de aprender dos estudantes, servindo como uma base de dados interessante para se justificar e interpretar determinadas reações dos estudantes, quando participando do teste e submetidos ao protocolo de pesquisa. As considerações elaboradas por estes teóricos auxiliam no entendimento e na interpretação dos resultados, assim como na proposição de atividades a serem avaliadas, adequando a faixa etária e compreensão dos participantes do experimento.

Segundo Reis *et al.* (2018), diversos estudos relacionando Aplicativos Educacionais que possuem sistemas orientados a perceber e se ajustar às respostas emocionais dos usuários são encontrados nas bases de dados acadêmicas, o que revela um campo de estudo fértil para desenvolvimento de conceitos que promovam a Educação através de recursos digitais. O pesquisador Marc Prensky (2001) relacionava uma série de exemplos já no final do século passado de aplicação de conceitos de Game Design (denominado pelo autor “Digital Game-

Based Learning”, ou “Aprendizado Baseado em Entretenimento / Jogos Digitais” – tradução nossa) em aplicativos destinados ao treinamento de funcionários nas mais diversas áreas do mundo corporativo, com resultados positivos no nível de engajamento e satisfação. Dentre os exemplos citados, destacam-se a aplicação dos recursos de Game Design em treinamentos onde o conteúdo seja muito técnico, difícil e maçante, público pouco acessível, processos complexos, análises sofisticadas e comunicação estratégica corporativa.

Em trecho de seu livro “Digital Game-Based Learning”, o autor relaciona estas possibilidades de aplicação baseados em exemplos reais originados da experiência e atividade profissional do pesquisador na área:

Despite what corporatespeak might dictate the material be called, companies in the business world are increasingly turning to Digital Game-Based Learning for:

- Material that is dry, technical and, yes, boring
- Subject matter that is really difficult
- Audiences that are hard to reach
- Difficult assessment and certification issues
- Complex process understanding
- Sophisticated “what if” analyses
- Strategy development and communication. (PRENSKY, 2001, p. 9).

Estes exemplos bem-sucedidos de aplicação de tecnologias baseadas em games de entretenimento como promotores de aprendizado, citados por Prensky (2001) revelam o potencial desafio e horizonte de oportunidades para o desenvolvimento da educação através das tecnologias digitais.

O trabalho a ser desenvolvido é extenso, e deve contar com o auxílio multidisciplinar das diversas áreas do conhecimento como Educação, Design e Computação, de forma a potencializar o atingimento dos objetivos educacionais em uma ou mais soluções que atendam e satisfaçam as expectativas do usuário.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

São descritas neste capítulo as estratégias utilizadas na pesquisa de campo realizada neste trabalho, que busca compreender os elementos que proporcionam o engajamento do usuário à tarefa. São incorporados softwares que registram a interface digital e filmam o participante durante o experimento, possibilitando a extração de dados de tempo e visualização de posturas e expressões que indiquem padrões de engajamento ou desinteresse.

3.1 OBJETIVO DE PESQUISA

Analisar comparativamente Aplicativos Educacionais, buscando identificar padrões de engajamento e desinteresse no desenvolvimento de tarefas pelo usuário infantil. Desta forma a pesquisa pretende contribuir com a ampliação de alternativas educacionais que complementem o ensino na Educação Básica, que historicamente apresenta índices de baixo desempenho no Brasil.

3.1.1. Questões de Pesquisa

- Por quanto tempo os usuários utilizam o aplicativo, sem desistir?
- Os usuários demonstram sinais posturais de tédio e impaciência?
- Qual das dinâmicas de jogo foi a mais citada como preferida? Foi a mesma que teve maior tempo de utilização?

3.1.2. Características dos participantes

Os critérios estabelecidos para seleção da amostra de estudo consideraram alunos de 9 a 12 anos de idade dos anos iniciais do Ensino Fundamental (turmas de 4º e 5º anos), população que segundo dados da última avaliação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb) do Ministério da Educação (MEC), possuem nível de proficiência em Matemática no limite inferior do nível básico: “os estudantes brasileiros matriculados no 5º ano do Ensino Fundamental possuem, em média, o Nível 4 de 10 em Matemática.” (SAEB, 2019, 2017).

De forma a evitar influência por inaptidão no desempenho dos participantes durante o experimento, foram excluídos os usuários inexperientes em informática ou que não tenham acesso frequente à computadores; seguindo este critério foram selecionados estudantes matriculados no Centro Educacional Prof^a. Alda Furtado dos Santos, escola pública da rede municipal de Porto Belo - SC, município que oferece em sua grade curricular aulas de Informática em dois períodos de 45 minutos semanalmente, para os alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (Pré-escola ao 5º ano).

3.2 MÉTODO DE PESQUISA

Comparativo entre três aplicativos com conteúdo educacional de Matemática, classificados em Alta, Média e Baixa Dinâmica - critérios estabelecidos de acordo com as metodologias de game design: MDA - Hunicke *et al.* (2004) e DDE - Walk *et al.* (2017), que relacionam a experiência do jogo digital como resultado de elementos da Dinâmica projetada pelo designer do software; fatores como tempo limite, ação de jogadores adversários, personagens sugestivos, avatares interativos e elementos de animação são identificados no softwares e servem como parâmetros de categorização.

Cada usuário utiliza os três aplicativos em sequências alternadas, com tempo máximo de 5 minutos para cada jogo. As tarefas consistem na resolução de equações matemáticas de multiplicação com grau de dificuldade de acordo com a regulamentação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), estabelecida pelo Ministério da Educação (MEC).

Para esta atividade foi necessário obter autorização dos pais ou responsáveis pelos participantes da pesquisa, pois todos eram menores de idade; foi elaborado, com orientação e autorização do Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina – CEPESH/UEDESC, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) - (ANEXO A) que compreende a síntese dos procedimentos de pesquisa a serem desenvolvidos com as crianças, bem como os possíveis riscos a que elas estariam expostas durante o teste e as medidas tomadas pelo pesquisador responsável para evitar estes riscos. Este termo, juntamente com a declaração de Consentimento para Fotografias, Vídeos e Gravações foram assinados pelos responsáveis legais dos participantes, garantindo da mesma forma a desistência livre e desimpedida a qualquer tempo do indivíduo de sua participação no experimento.

3.2.1 Lista de Tarefas

Ao iniciar o experimento, é feita a apresentação pelo moderador do 1º aplicativo a ser avaliado (a ordem de utilização dos aplicativos Alta – Média – Baixa Ordem é alternada para cada usuário, de forma a evitar tendência). Explicação da dinâmica do jogo, esclarecimento de dúvidas, início da gravação com o Morae. O nível de dificuldade das tarefas considera o conteúdo de matemática recomendado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), proposta pelo Ministério da Educação (MEC) para os estudantes de 4º e 5º ano do Ensino Fundamental, faixa que considera o público-alvo da pesquisa.

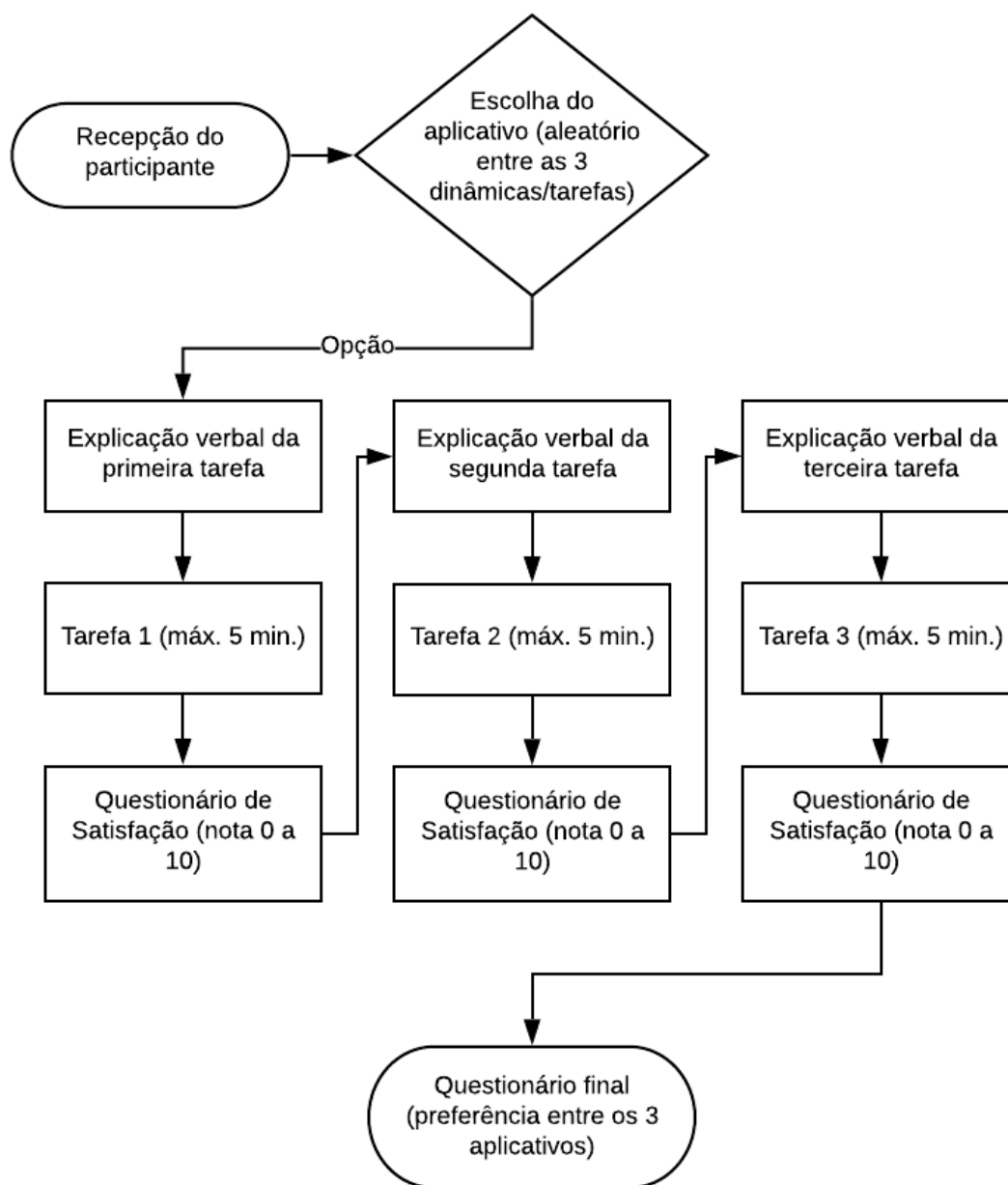
Cada um dos três aplicativos é utilizado pelos participantes da pesquisa realizando o desenvolvimento das tarefas por até 5 minutos, empregando-se cronômetro / alarme de celular modelo Samsung J1 para interromper a tarefa ao final do tempo estipulado e proceder a troca para o próximo aplicativo a ser avaliado (o Fluxograma de tarefas é apresentado na Figura 7). Ao longo do experimento os usuários também são questionados sobre seu desejo de trocar ou encerrar o jogo (aplicativo), contemplando os requisitos demandados pelo Comitê de Ética (CEPSH/UDESC) que exige plena autonomia do participante de desistir ou recusar a tarefa a qualquer momento do teste, bem como considerando também este tempo de utilização como uma métrica que sugere o nível de envolvimento, interesse e engajamento do usuário no desenvolvimento da tarefa.

3.2.2 Papel do moderador

Demonstração da dinâmica de jogo de cada um dos três aplicativos propostos, gerenciamento do tempo de cada tarefa, auxílio no caso de dúvidas da criança, indicação dos números e resultados das equações em caso de dificuldades do usuário (considerando que os acertos nas respostas não são o foco da pesquisa, mas sim a capacidade de engajamento do aplicativo).

3.2.3 Fluxograma de Tarefas

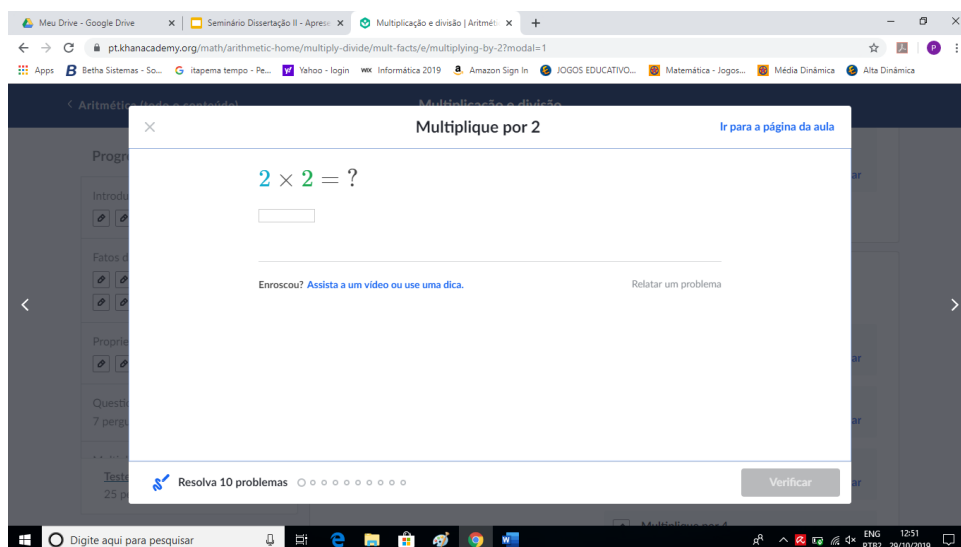
Figura 7 – Fluxograma de Tarefas



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3.2.3.1 Aplicativo categorizado como Baixa Dinâmica

Figura 8 – Aplicativo Baixa Dinâmica

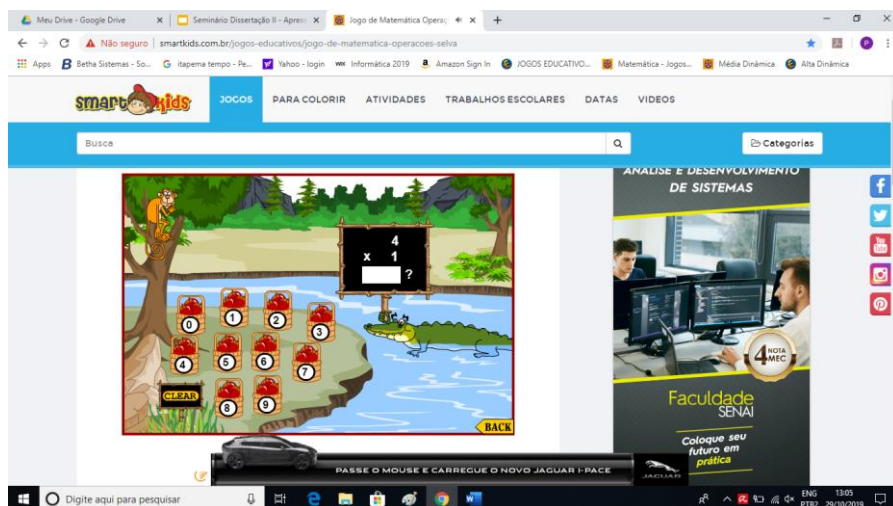


Fonte: Khan Academy (2021).

Resolução de equações de multiplicação a partir dos numerais 2 e 3, digitação do resultado, clique no botão “Verificar”. A partir desta ação o software indica se o resultado está correto ou incorreto, em caso de acerto é apresentada nova equação, caso haja erro o programa retoma a equação apresentada até que seja digitada a resposta certa ou que o usuário “pule” a pergunta. A interface do aplicativo é apresentada na Figura 8 - Aplicativo Baixa Dinâmica.

3.2.3.2 Aplicativo categorizado como Média Dinâmica

Figura 9 – Aplicativo Média Dinâmica

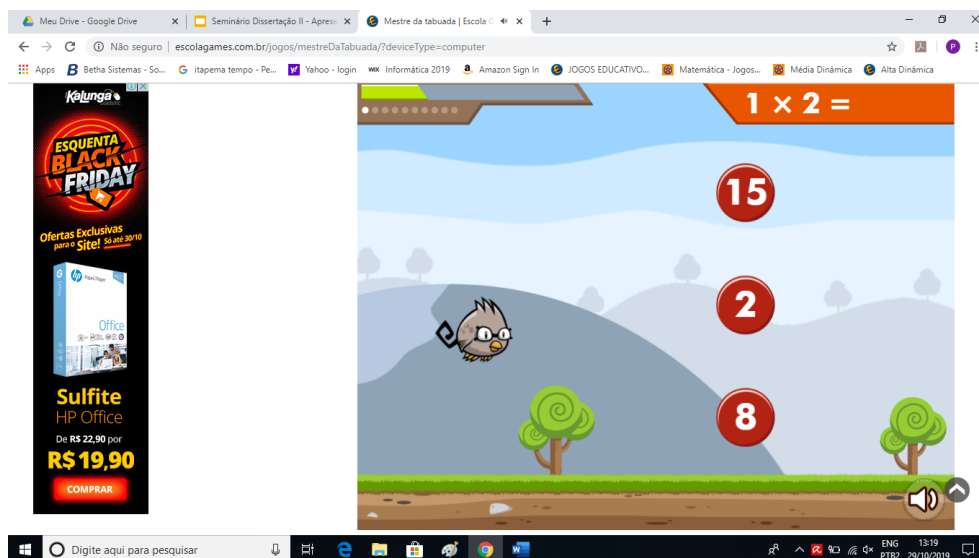


Fonte: Smartkids (2019).

Resolução das equações de multiplicação e clique no resultado; a partir do acerto o personagem “macaco” inicia movimentação e atravessa o cenário com as maçãs em segurança, caso seja clicada na resposta errada (equação incorreta) o jacaré come as maçãs e o personagem macaco demonstra insatisfação (Figura 9). No set-up inicial deste aplicativo, é selecionado pelo moderador o modo de jogo “easy” (fácil).

3.2.3.3 Aplicativo categorizado como Alta Dinâmica

Figura 10 – Aplicativo Alta Dinâmica



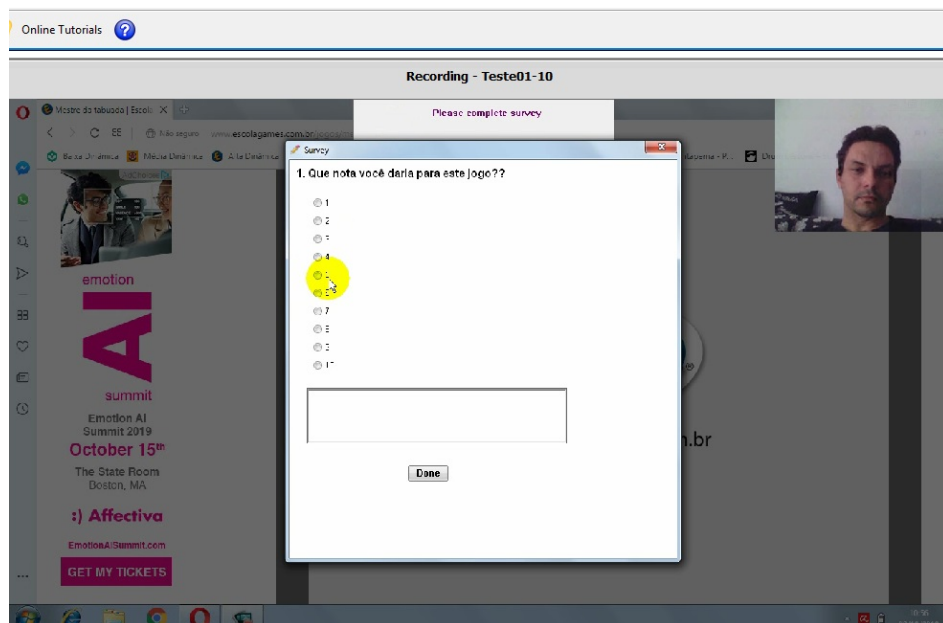
Fonte: Escola Games (2021).

Navegação pela tela através das setas direcionais \uparrow e \downarrow do teclado, fazendo o personagem “coruja” desviar dos seus inimigos e alcançar os resultados (números) das equações de multiplicação. Caso esbarre nos obstáculos ou atinja os números com resultado equivocado das equações apresentadas (erro), o personagem perde pontos e fica mais próximo do nível de fim de jogo. A interface é apresentada na Figura 10.

3.2.4 Métricas avaliadas

Segundo Tullis e Albert (2013), as métricas chamadas auto-reportadas pelos usuários (percepção dos indivíduos, normalmente registrada por meio de questionário/pergunta) podem ser coletadas logo após o término de cada tarefa (avaliação pós-tarefa) e ao final de todo o experimento (avaliação pós-estudo). Para esta necessidade foi configurado o Morae para que ao final das tarefas de cada um dos três aplicativos, o software apresente a tela de avaliação com a pergunta: “Que nota você daria para este jogo??”, para que o usuário possa atribuir uma nota de 1 a 10 ao aplicativo utilizado e demonstrar assim o seu nível de satisfação com o sistema (Figura 11 - Tela de Avaliação - Morae). Esta classificação fica armazenada no arquivo de registro de atividades do teste no Morae, e pode gerar uma tabela de dados qualitativos de todos os usuários para posterior análise.

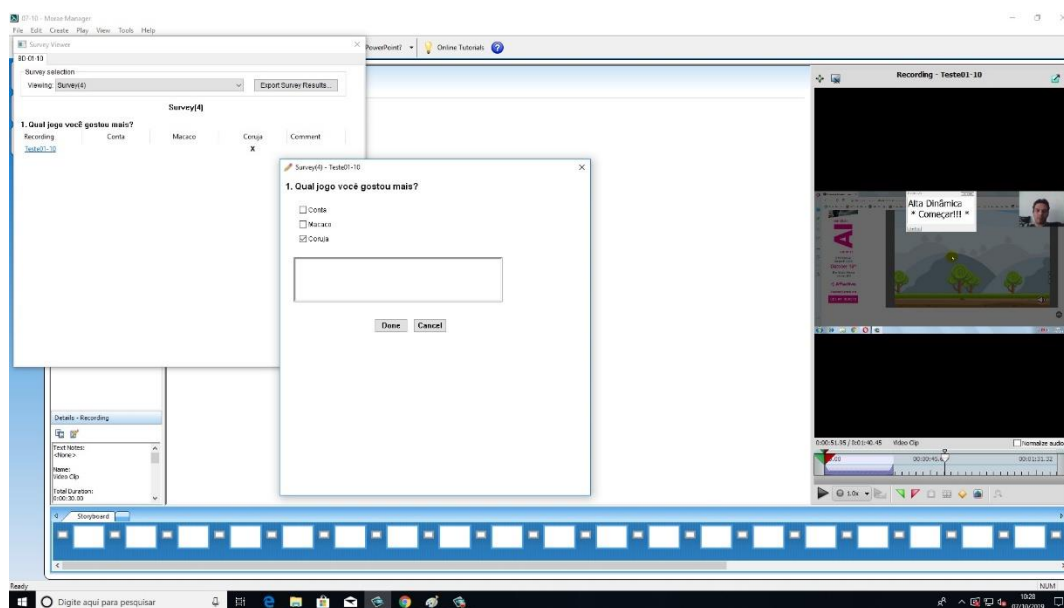
Figura 11 – Tela de Avaliação – Morae



Fonte: Arquivo do autor (2021).

Da mesma forma, ao final do teste dos três aplicativos é apresentada uma pergunta final, solicitando ao participante da pesquisa qual dos aplicativos ele gostou mais (Figura 12 - Pergunta final - Aplicativo preferido). Estas informações também ficam armazenadas nos registros do Morae e podem ser tabuladas através do software e apresentadas em forma de tabela, facilitando a visualização dos resultados pelo pesquisador.

Figura 12 – Pergunta final - Aplicativo preferido



Fonte: Arquivo do autor (2021).

Além das avaliações relacionadas ao engajamento e satisfação do usuário nas tarefas propostas comparando entre si os três Aplicativos Educacionais, métricas relacionadas ao desempenho dos estudantes ao solucionarem as questões matemáticas apresentadas foram igualmente quantificadas. O número de acertos por aplicativo, bem como a quantidade de equações desenvolvidas e o tempo em que o usuário permanece no aplicativo sem desistir da tarefa tornam-se um fator de avaliação do conteúdo educacional dos softwares analisados, bem como oferecem dados relacionados ao interesse e engajamento proporcionados pelo jogo.

3.3 AMBIENTE, EQUIPAMENTOS E LOGÍSTICA DO TESTE

O estudo foi desenvolvido no ambiente escolar dos próprios usuários (alunos), de forma a facilitar o acesso destes à pesquisa e minimizar estranhamento e constrangimentos por parte dos participantes, bem como o possível receio de pais e/ou responsáveis na

eventualidade de deslocamentos das crianças para a participação no experimento. Os procedimentos foram desenvolvidos em comum acordo com a direção e professores do Centro Educacional Prof^a. Alda Furtado dos Santos, utilizando-se dos horários destinados aos períodos livres ou atividades alternativas, bem como no espaço de tempo ocioso de alunos que precocemente houvessem finalizado suas tarefas escolares antes do restante da turma. Desta forma, de acordo com a disponibilidade de espaço físico na instituição, foram desenvolvidos os experimentos em salas de aula, eventualmente na Sala dos Professores da escola, ou na sala destinada aos alunos em reforço escolar, no contraturno das aulas. Cabe ressaltar que em todos os ambientes utilizados no experimento havia fácil e direto acesso, em caso de necessidade por parte da criança, aos setores de Direção da escola, bem como Secretaria e a própria Sala dos Professores; este fator atende à necessidade de minimização de riscos ao participante da pesquisa orientada pelo Comitê de Ética UDESC, que reitera a voluntariedade da participação e a desistência livre e desimpedida em qualquer etapa do teste. Como se observou a possibilidade de constrangimento e incapacidade do participante de manifestar sua vontade em razão da pouca idade e insegurança típicas desta faixa etária, minimizou-se este risco ao possibilitar ao usuário buscar apoio com seus professores, bem como com a diretora e/ou secretária da escola, que em casos extremos poderiam até mesmo entrar em contato com os pais da criança em busca de conforto emocional para a eventualidade de algum participante ficar severamente desconfortável e constrangido durante a pesquisa.

De forma a viabilizar esta dinâmica de ambientes diversificados (porém sempre inseridos no contexto escolar) foi empregado no experimento computador portátil, um notebook Lenovo modelo G550 com processador Intel Pentium Dual Core, dotado de uma Webcam acoplada logo acima da tela de 15 polegadas, responsável pelos registros visuais dos participantes que possibilitaram observar as reações dos usuários durante o desenvolvimento do teste. O computador contou com sistema operacional Windows 7, conexão de internet fibra ótica através de roteador Wifi de 20 Mbps, navegadores de internet (utilizados no desempenho das tarefas) Google Chrome, Opera, Opera GX e Mozilla Firefox. O software instalado para monitoramento das tarefas e registro das interações dos usuários com os 3 aplicativos foi o Morae Recorder, do fabricante americano TechSmith; os arquivos gerados e salvos no notebook durante o experimento foram, posteriormente, transferidos, visualizados e analisados nos computadores do Laboratório de Pesquisas Ergonômicas em Design da UDESC, que possui a licença utilização do software Morae Manager, responsável por fazer a leitura das gravações e oferecer ferramentas analíticas para mensuração dos dados e exportação dos vídeos das interações para formato compatível com sistema Windows.

Em todos os ambientes onde foi desenvolvido o experimento, a configuração espacial dos equipamentos e dos participantes/moderador do teste permaneceu a mesma: o computador situado sobre uma mesa, cadeira fixa com encosto para o usuário e o pesquisador, que permaneciam em posição paralela (lado a lado) durante o teste; também sobre a mesa estavam dispostos o celular com cronômetro, que emitia sinal sonoro ao término do tempo máximo de 5 minutos estipulado para cada aplicativo, além de um bloco de anotações para controle das tarefas e registros de ocorrências e de observações/declarações espontâneas dos participantes.

Em virtude da pandemia mundial de Covid-19 ocorrida em 2020, foi necessário interromper os experimentos ao ser decretado pelo Governo do Estado de Santa Catarina a paralisação das aulas presenciais e consequente fechamento das escolas. Neste período (ocorrido em março de 2020) a pesquisa estava praticamente na metade, e infelizmente não houve como continuar os experimentos pela necessidade de distanciamento e isolamento social impostos; consequentemente, foi necessário postergar as atividades presenciais do trabalho e surgiu uma janela de tempo entre os experimentos, que foram retomados no primeiro semestre de 2021, com as adaptações necessárias à nova realidade de interação social vigente.

Foram aplicadas as resoluções da Instrução Normativa nº 002/SME (ANEXO B), determinada pela Secretaria Municipal de Educação do município de Porto Belo/SC, incluindo uso de máscaras durante todo o experimento pelo moderador e participantes, distanciamento de 1,5m entre eles, uso de álcool gel nas mãos antes e depois do teste, desinfecção com álcool líquido em spray do computador, teclado, mouse, mesa e cadeiras, assim como a medição da temperatura corporal através de termômetro digital infravermelho de todos que circulavam na escola, por meio de controle no portão de entrada. Todas as medidas visavam evitar a transmissão e contaminação do vírus Coronavírus no ambiente, possibilitando um uso seguro das instalações escolares nesse momento de pandemia vivido, e retomando gradualmente a rotina normal da escola.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram observados nos registros das interações entre os usuários e os três Aplicativos Educacionais propostos (de Alta, Média e Baixa Dinâmica – AD, MD e BD respectivamente), os tempos de utilização (quantitativos) e a qualificação por nota referente ao grau de satisfação (referências qualitativas) pelos sujeitos participantes da pesquisa. Os resultados foram tabulados e analisados com o intuito de testar a hipótese de pesquisa, que considera que os Aplicativos Educacionais que apresentam maiores graus de Dinâmica (Alta e Média) promoveriam maior engajamento e satisfação ao usuário infantil, contabilizando maiores tempos de utilização e score mais alto no questionário verbal de preferência, em comparação aos softwares de Baixa Dinâmica.

4.1 TEMPO DE UTILIZAÇÃO

Considerando que cada participante foi esclarecido a respeito da possibilidade de interromper a tarefa em curso, tanto para suceder ao próximo aplicativo como mesmo para desistir da participação no experimento, foram então computados os tempos de utilização de cada software de Alta, Média e Baixa Dinâmicas. Na Tabela 3 (Tempo de utilização por aplicativo para cada participante) mostrada a seguir estão destacados em negrito, sublinhado e com grifo em verde os minutos dos participantes que ficaram por mais tempo utilizando o aplicativo de Alta Dinâmica (ou até o tempo máximo estipulado); em amarelo e entre parênteses os minutos dos participantes que permaneceram por mais tempo em Média Dinâmica; e por último, em vermelho tachado estão os dados de tempo do participantes que se estenderam mais no aplicativo de Baixa Dinâmica, sendo que esta situação por sua vez tenderia a refutar a hipótese inicial de pesquisa, já que um tempo maior em Baixa Dinâmica supostamente indicaria um maior engajamento nesta categoria de aplicativo.

Tabela 3 – Tempo de utilização por aplicativo para cada participante

Participante	Tempo de utilização (min.)		
	Alta Dinâmica	Média Dinâmica	Baixa Dinâmica
P1	5:00	(5:00)	3:00
P2	5:00	(5:00)	2:00
P3	3:00	(5:00)	5:00
P4	3:30	(5:00)	4:30
P5	3:00	3:30	5:00
P6	3:00	2:00	2:30
P7	5:00	(5:00)	5:00
P8	5:00	(5:00)	3:00
P9	4:00	(5:00)	4:00
P10	5:00	(5:00)	5:00
P11	5:00	(5:00)	4:00
P12	5:00	4:30	3:30
P13	5:00	(5:00)	5:00
P14	1:30	2:30	4:30
P15	2:30	(3:00)	3:00
P16	4:00	(5:00)	2:00
P17	4:30	3:50	5:00
P18	4:00	2:00	2:00
P19	5:00	2:30	2:30
P20	4:00	(5:00)	5:00
P21	5:00	(5:00)	5:00
P22	5:00	4:30	5:00
P23	5:00	(5:00)	4:00
P24	5:00	(5:00)	5:00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com tempo máximo de 5 minutos para cada aplicativo testado, a grande maioria dos participantes utilizou este período máximo em ao menos um dos três softwares avaliados durante o experimento, o que sugere empenho, interesse e engajamento na tarefa proposta;

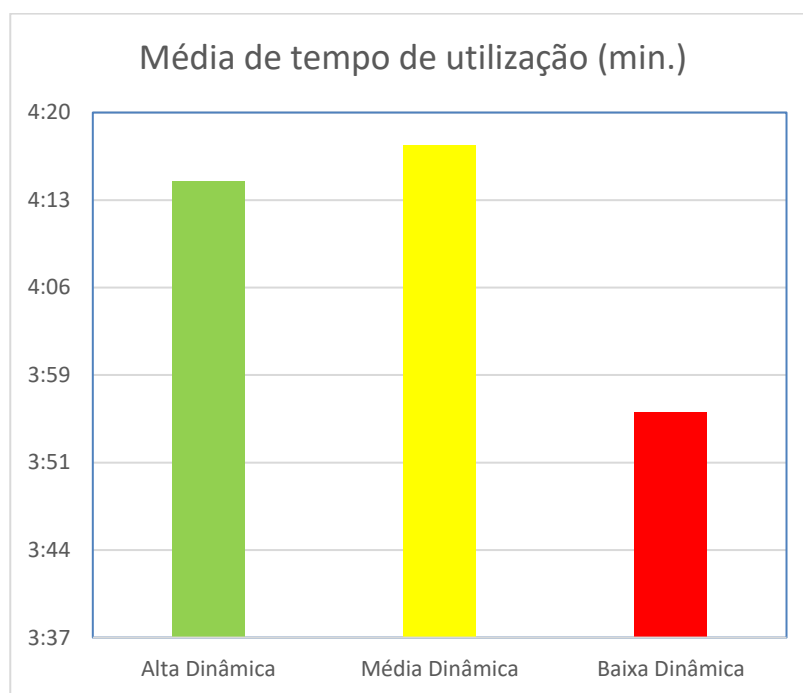
aproximadamente 25% dos usuários utilizaram todos os três aplicativos até o tempo máximo limite do experimento, denotando motivação para o desempenho das tarefas independentemente do tipo de Dinâmica apresentada pelo aplicativo. Ou seja, o simples fato de estarem utilizando o computador para jogos que exigem o cálculo de equações matemáticas como resultado já motivou suficientemente as crianças participantes, a ponto de mesmo questionadas se gostariam de parar e trocar de jogo, recusaram e preferiram continuar jogando até que soasse o alarme do cronômetro informando o final do tempo estipulado.

Desta forma, foram computados os aplicativos das dinâmicas Alta, Média e Baixa que foram utilizados por mais tempo (minutos) em cada experimento pelos participantes. A intenção foi de identificar o jogo mais desejado pela criança a partir da constatação de qual tipo ela permaneceu mais tempo, sem cansar e pedir para trocar.

Observou-se, a partir dos dados dos 24 participantes do experimento, que as dinâmicas Alta e Média praticamente empatam em número de usuários com maior engajamento, com a pequena diferença de 16 (Média) para 15 (Alta) indivíduos que ficaram jogando cada dinâmica por mais tempo; e o número pouco expressivo de 12 usuários que ficaram mais tempo na Baixa Dinâmica, pode ainda ser considerado pouco relevante ao se observar uma peculiaridade do software avaliado: a sua interação está baseada no cumprimento de “fases”, ou seja, ao concluir os exercícios da “tabuada do 2” o sistema encerra a proposição de equações e parte para a configuração da “tabuada do 3”, ou subsequente. Essa dinâmica (como observado pelo moderador nos testes presencialmente) por vezes interrompe a continuidade de interação com o usuário e acaba desmotivando-o a continuar, por suscitar a impressão de que “a tarefa foi concluída” quando na verdade o tempo do experimento ainda não encerrou; essa ocorrência foi observada nas três categorias de aplicativos avaliados, e mostrou-se mais frequente em alunos que possuíam maior proficiência em matemática e multiplicação, e que por este motivo concluíam os exercícios mais rapidamente. No caso mais “extremo” observado, o participante P21 chegou a concluir quatro fases ou “tabuadas” do aplicativo, demonstrando conhecimento avançado de multiplicação nos algarismos 2, 3, 4 e 5 chegando a resolver questões na tabuada do 6, enquanto a maioria dos seus colegas dispendia todo o tempo apenas na multiplicação por 2.

O gráfico da Figura 13 abaixo apresenta a média dos tempos de utilização de cada dinâmica pelos participantes, demonstrando também que a Baixa Dinâmica ficou colocada ligeiramente atrás dos outros softwares testados: os tempos médios ficaram em 4 min. e 15 s para Alta Dinâmica, 4 min. e 18 s para Média Dinâmica e 3 min. e 56 s para Baixa Dinâmica.

Figura 13 – Gráfico Média de tempo de utilização



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Neste caso das médias de tempo de utilização, a situação observada na quantidade de usuários que ficaram até o tempo máximo de 5 minutos descrita no parágrafo anterior pode também ser referenciada ao analisar a constatação de média de tempo inferior no aplicativo de Baixa Dinâmica: a característica do software em questão propor a evolução por “fases” e tabuadas pode influenciar a decisão do participante em encerrar o experimento por entender que o jogo terminou, e não apenas aquela etapa. Esta percepção pode também ser objeto de reflexão quando da elaboração e planejamento de Aplicativos Educacionais por seus desenvolvedores, pois como observado pelo moderador no experimento em campo, esta ocorrência de finalizações de etapas e “fases” por vezes interrompe o fluxo do jogo e acaba por desestimular o usuário infantil a prosseguir para as atividades seguintes. Uma possibilidade no sentido de evitar esse tipo de ocorrência, seria a sugestão de desenvolver elementos de transição mais leves e menos “abruptos” entre as etapas de jogo, que evitassem

telas de finalização que dependem da ação do usuário para continuar, como por exemplo uma espécie de contagem regressiva ou transição automática entre as fases do aplicativo. Desta forma, o próprio aplicativo já direcionaria ao usuário a iniciativa de continuar, mantendo a atenção do indivíduo condicionada a esperar pelo que vem a seguir na tela.

Entretanto, cabe ressaltar que apenas a medição de tempo de utilização dos aplicativos não trouxe conclusões ou resultados definitivos de forma isolada, sendo necessário a observação de outras métricas e aspectos comportamentais dos participantes no experimento, de forma a obterem-se resultados mais robustos e melhor embasados. Os subcapítulos a seguir demonstram os elementos analisados nesta investigação, e apresentam ao final as conclusões decorrentes deste processo avaliativo.

4.2 SATISFAÇÃO DO USUÁRIO

Outra estratégia adotada no sentido de mensurar qualitativamente o engajamento e a satisfação do usuário infantil no uso de Aplicativos Educacionais foi a adaptação de questionários de avaliação de satisfação do usuário SUS (System Usability Scale) para a interação com o público infantil, com o objetivo de registrar a opinião dos participantes sobre os aplicativos testados no momento do experimento. Essa ferramenta permite colher feedback dos usuários e tabular os dados comparativamente, fornecendo material de análise para subsidiar a interpretação dos resultados obtidos no experimento.

O questionário de satisfação aplicado logo após cada tarefa de Alta, Média e Baixa Dinâmica solicitava ao participante a atribuição de uma nota de acordo com sua percepção de contentamento com o aplicativo recém testado. Foram atribuídos conceitos de 1 a 10 para cada aplicativo, considerando quanto mais alta a nota, maior a satisfação do usuário. Os resultados estão tabulados na Tabela 4 - Notas atribuídas aos aplicativos pelos usuários.

Tabela 4 – Notas atribuídas aos aplicativos pelos usuários

Participante	Notas atribuídas		
	Alta Dinâmica	Média Dinâmica	Baixa Dinâmica
P1	9.0	5.0	10
P2	<u>10</u>	9.0	10
P3	6.0	5.0	10
P4	7.0	5.0	10
P5	7.0	8.0	10
P6	9.0	9.0	10
P7	<u>10</u>	(10)	10
P8	<u>10</u>	(10)	9.0
P9	<u>10</u>	9.0	10
P10	<u>10</u>	(10)	10
P11	<u>10</u>	(10)	9.0
P12	<u>10</u>	9.0	10
P13	<u>10</u>	9.0	10
P14	<u>10</u>	5.0	10
P15	<u>10</u>	(10)	8.0
P16	<u>10</u>	(10)	10
P17	9.0	(10)	10
P18	<u>9.0</u>	(9.0)	8.0
P19	<u>10</u>	(10)	10
P20	9.0	(10)	9.0
P21	<u>10</u>	9.0	10
P22	9.0	(10)	10
P23	9.0	(10)	9.0
P24	<u>10</u>	9.0	8.0
Média	<u>9,3</u>	(8,8)	9,6

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As médias das notas obtidas (considerando uma escala de 1 a 10) ficaram em 9.3 para Alta, 8.8 para Média e 9.6 para Baixa Dinâmica, denotando uma pouca relevância destas categorias de dinâmica dos softwares para o quesito satisfação do usuário através de nota/conceito: os dois aplicativos opostos em dinâmica (Alta e Baixa) obtiveram notas praticamente idênticas nos questionários de satisfação respondidos nesta amostra, com uma diferença de apenas 3 décimos.

Desse resultado podemos perceber uma tendência de refutação da hipótese inicial proposta na pesquisa, de que uma Alta Dinâmica favoreceria o interesse e engajamento das crianças em jogos educativos.

Outro aspecto observado na coleta e posterior análise dos dados, concerne à uma particularidade do aplicativo escolhido para o experimento na categoria de Média Dinâmica: mesmo selecionando o modo “Easy” (fácil) na configuração inicial do jogo, eventualmente o software apresentava equações com nível alto de dificuldade, como a tabuada do 8 ou do 9, equações pouco adequadas para o público da amostra de pesquisa. Isso gerava dificuldade para os participantes do teste, que por vezes atribuíram notas baixas para o aplicativo: a média do software, testado entre o final de 2019 e o 1º semestre de 2020, ficou em 8.3.

Ao se retomarem os experimentos na reabertura das escolas em 2021 [atendendo a todos os protocolos de segurança (ANEXO B) demandados pelas autoridades, em virtude da pandemia de Covid-19], o jogo “Operações na Selva” utilizado anteriormente não estava mais disponível no site www.smartkids.com.br, devido à incompatibilidade de software e atualizações do Flash; consequentemente, foi necessário identificar outro aplicativo educacional com proposta e conteúdo similar, que apresentasse características de Média Dinâmica como o jogo anterior. Foi então selecionado o jogo “Tabuada do Dino”, disponível no site www.escolagames.com.br, considerando os elementos de dinâmica presentes no software de forma a manter o mesmo nível de categoria. Porém, como esse aplicativo apresentava apenas exercícios adequados ao perfil da amostra, com tabuada do 2 e 3 e sem dificuldade aleatória, observou-se um aumento da média de nota atribuída pelos participantes da pesquisa que o utilizaram: 9.6, conceito mais próximo aos recebidos por Alta e Média durante todo o experimento. A partir dessa avaliação, consideramos que as notas obtidas pelas três categorias de aplicativos (Alta, Média e Baixa Dinâmicas) apresentam pouca diferença de acordo com as respostas da amostra pesquisada, não apresentando a dinâmica um efeito expressivo sobre a preferência e satisfação do usuário neste experimento.

4.3 MÉTRICAS DE DESEMPENHO

Os três Aplicativos Educacionais avaliados promovem o desenvolvimento de cálculos em operações matemáticas, com opções de equações e nível de dificuldade configuráveis de acordo com as preferências do usuário. Nas tarefas do experimento realizado foi definida a sequência de equações de apenas um algarismo, em operações de multiplicação pelos números 2 e 3.

Foram observados e registrados o número de equações desempenhadas pelos participantes do experimento, bem como a quantidade de acertos nas questões apresentadas.

Tabela 5 – Número de tentativas X Número de acertos nas questões

Participante	Nº tentativas / Nº acertos		
	Alta Dinâmica	Média Dinâmica	Baixa Dinâmica
P1	7 / 6	10 / 9	10 / 10
P2	8 / 8	30 / 30	10 / 10
P3	8 / 4	10 / 8	21 / 20
P4	8 / 7	11 / 9	11 / 10
P5	5 / 5	10 / 5	25 / 24
P6	6 / 6	10 / 10	10 / 10
P7	10 / 8	16 / 5	13 / 13
P8	8 / 8	9 / 6	7 / 7
P9	11 / 5	6 / 1	13 / 11
P10	14 / 9	8 / 4	6 / 2
P11	10 / 8	19 / 16	10 / 10
P12	8 / 7	10 / 7	7 / 7
P13	11 / 10	9 / 2	11 / 11
P14	2 / 1	6 / 2	9 / 9
P15	6 / 5	6 / 5	9 / 8
P16	6 / 6	5 / 3	2 / 2
P17	12 / 10	14 / 8	14 / 12
P18	9 / 7	10 / 10	7 / 7
P19	7 / 7	10 / 10	7 / 7
P20	11 / 10	26 / 25	19 / 18
P21	10 / 9	24 / 23	24 / 23
P22	11 / 10	20 / 20	16 / 15
P23	15 / 10	18 / 16	8 / 5
P24	14 / 8	10 / 7	4 / 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Analisando os dados da Tabela 5 - Número de tentativas X Número de acertos nas questões, pode-se perceber maior quantidade de acertos no uso do aplicativo e Baixa Dinâmica, que obteve taxa de sucesso superior no total de participantes avaliados. Desta

forma, compreende-se preliminarmente a hipótese inicial de maior engajamento e satisfação do usuário infantil nos Aplicativos Educacionais de maior dinâmica como inversa ao aproveitamento do conteúdo educativo proposto pelo software; ou seja, a partir da amostra pesquisada observou-se que os aplicativos de Alta e Média Dinâmica que hipoteticamente promoveriam maior engajamento, na verdade revelariam um desempenho educacional inferior em relação à Baixa Dinâmica, resultando em uma lacuna de eficiência não desejável em aplicativos que objetivam caracterizarem-se como educativos.

4.4 PREFERÊNCIA DO USUÁRIO

Ao final do experimento, passando pelos três aplicativos, era solicitado ao participante escolher um deles como o preferido, através da pergunta: “Qual jogo você gostou mais?”. Essa questão originou a Tabela 6 - Preferência do usuário (nº de participantes), onde podemos observar mais uma vez, assim como em categorias anteriores, como são similares os resultados de preferência entre as três dinâmicas de software na amostra pesquisada; os resultados novamente sugerem uma interferência baixa do tipo de Dinâmica na satisfação e engajamento do usuário de Aplicativos Educacionais que ensinam matemática, para crianças de 9 a 12 anos de idade.

Tabela 6 – Preferência do usuário (nº de participantes)

Alta Dinâmica	Média Dinâmica	Baixa Dinâmica
8	7	9

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os dados coletados revelam uma ligeira vantagem do aplicativo categorizado como Baixa Dinâmica em relação ao seu oposto, onde nove participantes escolheram-no como preferido contra os oito que ficaram mais satisfeitos com o software de Alta Dinâmica. A Média Dinâmica mostrou também comportamento neutro, com sete avaliações positivas dos usuários, revelando uma razoável equidade de resultados de satisfação no caso das três dinâmicas avaliadas no experimento.

4.5 CRUZAMENTO DOS DADOS

Tabela 7 – Preferência do usuário X Dinâmica com maior nº de acertos

Participante	Dinâmica com maior nº de acertos			Aplicativo preferido
	AD	MD	BD	
P1	6	9	<u>10</u>	<u>BD</u>
P2	8	30	10	BD
P3	4	8	<u>20</u>	<u>BD</u>
P4	7	9	<u>10</u>	<u>BD</u>
P5	5	5	<u>24</u>	<u>BD</u>
P6	6	<u>10</u>	<u>10</u>	<u>BD</u>
P7	8	5	13	AD
P8	<u>8</u>	6	7	<u>AD</u>
P9	5	1	11	AD
P10	<u>9</u>	4	2	<u>AD</u>
P11	8	<u>16</u>	10	<u>MD</u>
P12	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>MD</u>
P13	10	2	11	AD
P14	1	2	<u>9</u>	<u>BD</u>
P15	5	5	8	MD
P16	<u>6</u>	3	2	<u>AD</u>
P17	10	8	<u>12</u>	<u>BD</u>
P18	7	10	7	AD
P19	7	<u>10</u>	7	<u>MD</u>
P20	10	<u>25</u>	18	<u>MD</u>
P21	9	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>BD</u>
P22	10	<u>20</u>	15	<u>MD</u>
P23	10	<u>16</u>	5	<u>MD</u>
P24	<u>8</u>	7	1	<u>AD</u>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na Tabela 7 - Preferência do usuário X Dinâmica com maior nº de acertos, demonstra-se o cruzamento entre as variáveis preferência do usuário e número de acertos de cada participante; os resultados revelam a observação de um ponto em comum nas análises: quanto maior o número de acertos, maior a probabilidade de o aplicativo ser citado como preferido.

Nessa análise gerada com a tabulação dos dados da pesquisa, observou-se uma ocorrência de 75% dos aplicativos onde o usuário obteve maior taxa de acerto ser o escolhido como o que mais agradou (dentre os três testados), através da verificação feita na pergunta final após o experimento. Foram 18 ocorrências nos 24 indivíduos da amostra. Se considerarmos a peculiaridade do participante P12, que curiosamente obteve o exato mesmo número (sete) de acertos nos três aplicativos testados de Alta, Média e Baixa Dinâmica, como exceção e assumirmos a percepção hipotética de que quanto melhor o desempenho e taxa de acerto do usuário no software, mais ele irá gostar e se motivar com o desempenho da atividade.

Desta forma, o resultado proposto pela hipótese inicial de pesquisa, mostrou-se duvidoso; o elemento Dinâmica do jogo, que envolve as formas de apresentação do aplicativo, narrativa, personagens, tempo de utilização, mostraram-se pouco relevantes na tarefa de engajar e satisfazer o usuário, pois estas métricas avaliadas pouco diferiram entre si. De maneira singular, o número de acertos, métrica que inicialmente não era considerada como relevante na pesquisa, demonstrou-se imprescindível para a observação da relação desta com a preferência citada no questionário dos participantes. Este aspecto denota a importância do fator recompensa quando os usuários estão utilizando os sistemas, e os processos internos que surgem a partir da percepção de acerto das questões, que resultam em satisfação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa avaliou características de três Aplicativos Educacionais, classificando-os de acordo com sua dinâmica de interação e avaliando a percepção de usuários entre 9 e 12 anos de idade, em relação ao engajamento proporcionado e satisfação no uso. Foram comparadas as categorias de Alta, Média e Baixa Dinâmicas relacionadas aos fatores de tempo de uso, desempenho nas equações matemáticas e percepção de satisfação por parte do usuário.

O estudo compreendeu a análise das métricas que demandam atenção e supostamente suscitam a atratividade dos aplicativos em relação à população pesquisada. Desta forma foi possível atender aos objetivos iniciais da pesquisa, constituídos da verificação e registro do impacto que estas tecnologias digitais educacionais promovem nos usuários infantis, através da categorização entre os tipos de dinâmica e experimento em campo com o público-alvo do trabalho. Foram levantados dados que permitem uma avaliação comparativa entre as dinâmicas destacadas e possibilitam o uso deste conhecimento como fonte de requisitos para novos projetos de jogos digitais educativos, pois comparando os resultados obtidos entre os 3 aplicativos pode-se observar quais daqueles aspectos agradam mais, ou têm menor aceitação entre as crianças da faixa etária pesquisada.

O processo de desenvolvimento do protocolo de teste durante a pesquisa foi basicamente experimental, pois não foi encontrado protocolo similar que fornecesse diretrizes relevantes para este tipo de investigação científica, direcionada ao estudo do comportamento infantil e preferências na utilização de tecnologias digitais educacionais. Através de diversos experimentos iniciais exploratórios e pré-testes com tecnologias diversificadas, revisões bibliográficas sistemáticas e até mesmo cursos de jogos educativos e diálogos com especialistas em computação (além dos seminários de estudo, desenvolvimento e pesquisa do mestrado), foi possível configurar e refinar o protocolo do experimento como ele foi aplicado nesta pesquisa, em relação às definições dos tempos de teste, público-alvo, tipos de dinâmica, categorias de software, e todos os demais critérios estabelecidos no procedimento.

Durante a análise dos dados obtidos da amostra de 24 participantes do teste, observou-se que muitas das métricas preliminarmente supostas como decisivas para a corroboração da hipótese de maior engajamento e satisfação do usuário quando o aplicativo educacional apresentasse Alta Dinâmica, apresentaram pouca relevância. Padrões de tempo de uso, avaliação por nota pelos usuários, números de erro e acerto, e preferência individual mostraram-se muito similares no universo dos três aplicativos testados, representantes das

Dinâmicas Alta, Média e Baixa A impressão inicial era de que, independentemente da dinâmica, os participantes preferiam o software apenas por seu gosto pessoal, sem relação se o jogo era com interface simples e sem movimento ou cheio de personagens infantis e explosões com elementos lúdicos e supostamente atrativos para o público infantil. Com isso, a hipótese inicial de pesquisa, que considerava que quanto maior a dinâmica de um aplicativo maior seria o engajamento e satisfação proporcionados ao usuário, foi refutada com os dados coletados, pois não houve diferença significativa nas métricas dos softwares analisados de Alta, Média e Baixa Dinâmica nos resultados obtidos da amostra pesquisada.

Esta constatação proveu um novo leque de questionamentos ao pesquisador e indicou a necessidade de aprofundamento da pesquisa em novos elementos inter-relacionados e de maior complexidade, em uma busca por fatores além de apenas a Dinâmica dos jogos, que direcionaria a experiência de interação digital. Por exemplo, poderia haver relação entre os dados de satisfação maior auferida em uma Baixa Dinâmica que também possui liderança nos resultados de número de acertos das questões matemáticas? Seria a recompensa de atingir a resolução de equações mais motivadora para uma criança do que os elementos vivos e dinâmicos de personagens animados que se movimentam na tela?

Após o cruzamento dos dados de quantidade de acertos com a preferência mencionada ao final do experimento com os três aplicativos, observou-se um ponto em comum: 75% dos participantes responderam preferir o jogo no qual ele obteve o maior número absoluto de respostas corretas. Quando ocorria um empate do maior número de acertos entre duas ou mais dinâmicas, sempre estava presente a citação de preferência de um deles.

A partir destas observações e reflexões surgiu a possibilidade de formular uma nova hipótese de pesquisa, que questionaria a influência do fator desafio no engajamento e satisfação do usuário infantil. Partindo dos dados já coletados e dos aspectos comportamentais infantis percebidos durante os experimentos de campo e registrados neste trabalho, concerne a perspectiva de uma investigação concisa relacionada aos aspectos de uma dinâmica agora centrada no eixo desafio-recompensa-satisfação, onde seriam investigados os caminhos que levam o usuário a empreender engajamento com foco em recompensa (acerto das questões propostas pelo aplicativo).

Aliado a este embasamento inicial, em pesquisas e trabalhos futuros projeta-se como potencialmente frutífera a inter-relação dos dados aqui produzidos com as referências publicadas por Garcia-Garcia *et al.* (2018) e Craig *et al.* (2008), que discorrem sobre seus estudos e testes desenvolvidos com softwares educacionais dotados de Computação Afetiva (sistemas que reconhecem e se ajustam aos estados de humor do usuário). Nesta tecnologia,

os aplicativos “percebem” sinais biométricos e fisiológicos do usuário que está desenvolvendo as tarefas educacionais e busca facilitar ou auxiliar a resolução dos problemas propostos ao detectar a frustração do usuário com os erros, promovendo assim o engajamento nas tarefas.

Desta forma, percebe-se o panorama de pesquisas em tecnologias digitais educacionais como um campo do conhecimento vasto e carente de fomento na atualidade, pois ainda não se encontra um número expressivo de pesquisadores e trabalhos publicados na área; o nível de complexidade e importância do tema (Educação) denota relevância por seu impacto e abrangência, e sugere um esforço mais dedicado em benefício dos mais variados setores da economia e mesmo da sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 11 jun. 2021.

CRAIG, S. D., D'Mello, S., Witherspoon, A., & Graesser, A. Emote aloud during learning with AutoTutor: Applying the Facial Action Coding System to cognitive–affective states during learning. **Cognition and Emotion**, v.22, n.5, p.777-788, 2008.

ESCOLA Games. **Jogo Mestre da Tabuada**. Uberaba: Núcleo TI, 2021. Disponível em: <http://www.escolagames.com.br/jogos/mestreDaTabuada>. Acesso em: 11 jun. 2021.

ESCOLA Games. **Jogo Tabuada do Dino**. Uberaba: Núcleo TI, 2021. Disponível em: <http://www.escolagames.com.br/jogos/tabuadaDino>. Acesso em: 11 jun. 2021.

GARCIA-GARCIA, J. M., Penichet, V. M., Lozano, M. D., Garrido, J. E., & Law, E. L. C. Multimodal Affective Computing to Enhance the User Experience of Educational Software Applications. **Mobile Information Systems**, v.2018, 2018.

HUNICKE, Robin; LEBLANC, Marc; ZUBEK, Robert. MDA: A formal approach to game design and game research. *In: Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*. 2004. p. 04-04.

KHAN Academy. **Aritmética: Multiplique por 2**. São Paulo: Lemann, 2021. Disponível em: <http://pt.khanacademy.org/math/arithmetic-home/multiply-divide/mult-facts/e/multiplying-by-2>. Acesso em: 11 jun. 2021.

LOGO Foundation. **What is Logo?** New York: Logo Foundation, 2015. Disponível em: <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/index.html>. Acesso em: 11 jun. 2021.

MARTINS, Diogo G. **Diretrizes para Criação e Avaliação de Interfaces de Usuário para Jogos Digitais Educacionais aplicados à Educação Infantil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Design) – Centro de Artes, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MICHAELIS moderno dicionário da língua portuguesa. 2021. São Paulo: Melhoramentos. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>. Acesso em: 15 jun. 2021.

MYERS, David G. **Psicologia**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

NIELSEN, Jakob. **Usability engineering**. Morgan Kaufmann, 1994.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**. Porto Alegre: Artmed, 1994.

PIAGET, Jean. **Epistemologia genética**. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

PREECE, Jenny; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen. **Interaction design: beyond human-computer interaction**. John Wiley & Sons, 2015.

PRENSKY, Marc. **Digital Game-Based Learning**. New York: McGraw-Hill, 2001.

REIS, H. M., Jaques, P. A. & Isotani, S. Sistemas Tutores Inteligentes que Detectam as Emoções dos Estudantes: um Mapeamento Sistemático. **Brazilian Journal of Computers in Education**, v.26, n.3, p.76-107, 2018.

RUBIN, Jeffrey; CHISNELL, Dana. **Handbook of usability testing: How to plan, design and conduct effective tests**. 2nd ed. Indianápolis: John Wiley & Sons, 2008.

SAEB. **Sistema de Avaliação da Educação Básica Brasileira**. 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb>. Acesso em: 11 jun. 2021.

SAEB. **Sistema de Avaliação da Educação Básica Brasileira**. 2017. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb>. Acesso em: 30 jun. 2019.

SMARTKIDS. **Jogo de matemática Operações na Selva**. Disponível em: <http://www.smartkids.com.br/jogos-educativos/jogo-de-matematica-operacoes-selva>. Acesso em: 30 jun. 2019.

TULLIS, Thomas; ALBERT, William. **Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics**. 2nd ed. Burlington: Morgan Kaufman, 2013.

VALENTE, José Armando; MAZZONE, Jaures S; BARANAUSKAS, Maria Cecilia Calani, (org.). **Aprendizagem na era das tecnologias digitais: conhecimento, trabalho na empresa e design de sistemas**. São Paulo: Cortez, 2007.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WALK, Wolfgang; GÖRLICH, Daniel; BARRETT, Mark. Design, Dynamics, Experience (DDE): an advancement of the MDA framework for game design. *In: **Game Dynamics***. Springer, Cham, 2017. p. 27-45.

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA



Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Seres Humanos

GABINETE DO REITOR

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) seu(u) filho(a)/dependente está sendo convidado a participar de uma pesquisa de mestrado intitulada "Interfaces e Interações Cognitivas nos Jogos Digitais: Análise da Usabilidade focada no Usuário Infantil", que fará uma observação tendo como objetivo analisar comparativamente aplicativos educacionais, buscando identificar padrões de engajamento e desinteresse no desenvolvimento das tarefas pelo usuário infantil. Serão previamente marcados a data e horário para a observação, utilizando computadores, câmeras e softwares para registro da tela dos jogos digitais analisados e do comportamento das crianças ao jogarem. Estas medidas serão realizadas no Centro Educacional Prof. Alda Furtado dos Santos. Não é obrigatório participar de todas as etapas da pesquisa.

O(a) seu(u) filho(a)/dependente e seu/sua acompanhante não terão despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Todas as despesas decorrentes de sua participação serão ressarcidas. Em caso de danos decorrentes da pesquisa será garantida a indenização.

Os riscos destes procedimentos serão médios por envolver grupo de participantes vulnerável, podendo ocorrer constrangimento ou incapacidade de interromper/recusar a participação na pesquisa por parte da criança. Como forma de amenizar estes riscos proporciona-se ao participante livre acesso aos seus tutores, que poderão proporcionar o conforto e segurança emocional requeridos pela criança que eventualmente sentir-se constrangida: as observações serão desenvolvidas com o aluno tendo acesso direto aos seus tutores escolares (professora regente, diretora da escola, secretária, etc.) que podem entrar em contato com os pais da criança em caso de necessidade ou desconforto emocional. De acordo com os protocolos sanitários serão empregados o uso de máscara, uso de álcool gel nas mãos antes e depois do procedimento, bem como desinfecção dos equipamentos a cada utilização (computador, teclado, mouse, mesa, cadeira, etc.)

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo incorporam a possibilidade de uma metodologia de seleção de aplicativos educacionais para uso em sala de aula que motivem e atraiam os alunos, contribuindo com um maior aprendizado dos conteúdos escolares de forma lúdica, com reflexos positivos nos indicadores educacionais na comunidade e potencialmente a longo prazo em toda a sociedade.

A pessoa que individualmente estará realizando estes procedimentos será o pesquisador estudante de mestrado Tiago Rocha Matias.

O(a) senhor(a) poderá retirar o(a) seu(u) filho(a)/dependente do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso dos dados do(a) seu(u) filho(a)/dependente para a produção de artigos técnicos e científicos. A privacidade do(a) seu(u) filho(a)/dependente será mantida através da não-identificação do nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa.

NOME DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: Tiago Rocha Matias

NÚMERO DO TELEFONE: (47) 99689-9246

ENDEREÇO: Rua 147, nº 60 ap. 304 – Itapema/SC

ASSINATURA DO PESQUISADOR:

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPESH/UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC - 88035-901

Fone: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: cepsh.reitoria@udesc.br / cepsh.udesc@gmail.com

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SRTV 701, Via W 5 Norte – Lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte - Brasília-DF - 70719-040

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: conep@saude.gov.br

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a respeito do meu(minha) filho(a)/dependente serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em meu(minha) filho(a)/dependente, e que fui informado que posso retirar meu(minha) filho(a)/dependente do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso _____

Assinatura _____ Local: _____ Data: ____/____/____.

ANEXO B – INSTRUÇÃO NORMATIVA 002/SME**ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO BELO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO**

Instrução Normativa nº 002/SME, de 24 de fevereiro de 2021.

Regulamenta o disposto na Lei nº18.022 e a Portaria nº982/2020, que detalha todos os procedimentos pertinentes as atividades educativas e escolares, da Instrução Normativa nº 002/SME/2021.

A Secretária de Educação, no uso de suas atribuições legais, em conformidade com inciso III do parágrafo único do Art. 116 da Lei Orgânica do Município de Porto Belo, a,

CONSIDERANDO a necessidade de regulamentar o Protocolo de Retorno às Aulas Presenciais na rede municipal de ensino de Porto Belo, resolve editar a seguinte Instrução normativa:

Art. 1º - A presente Instrução Normativa diz respeito ao Protocolo de Retorno às Aulas Presenciais para o ano letivo de 2021, nas escolas de rede municipal de ensino e compreende as diretrizes de retorno estabelecidas por leis e decretos.

§ 1º - Apresenta diretrizes sanitárias com ênfase na prevenção e cuidados para a não contaminação do coronavírus, de acordo com as orientações divulgadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS), pela Secretaria do Estado Da Saúde e pelos órgãos afins.

§ 2º - Estabelece diretrizes pedagógicas para a Educação Básica que orientam o planejamento curricular das escolas e dos sistemas de ensino para o ano letivo de 2021.

§ 3º - Define estratégias administrativas de gestão de pessoas, infraestrutura e comunicação.

Art. 2º - Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

Porto Belo, 24 de fevereiro de 2021.

Rosane Maria Grauppe

Secretária Municipal de Educação



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO BELO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO



**PROTOCOLO
PARA RETORNO
DAS ATIVIDADES PEDAGÓGICAS
NA REDE MUNICIPAL
DE ENSINO DE PORTO BELO/SC**

Porto Belo, fevereiro de 2021.

EQUIPE ADMINISTRATIVA E PEDAGÓGICA

Secretária de Educação: Rosane Maria Grauppe

Diretora de Ensino Educação Infantil: Nubia Estela Cervellin

Diretora de Ensino Educação Fundamental Anos Iniciais: Valdirene Dietrich

Diretora de Ensino Educação Fundamental Anos Finais e EJA: Adriana Aparecida Schimiguel

Diretora de Ensino da Educação Inclusiva: Daniela da Silva

Assessoria Técnica e Revisão: Vagner Hildo Marques



APRESENTAÇÃO

Neste documento constam as Diretrizes para a Retomada das Atividades Pedagógicas nas Escolas da Rede Municipal de Porto Belo.

As diretrizes aqui apresentadas atendem a marcos legais acerca da educação e estão assentadas em premissas que deverão garantir a retomada das atividades, baseando-se em questões sanitárias, pedagógicas, administrativas e de pessoal. Essas diretrizes buscam possibilitar uma resposta em situações que envolvam infraestrutura e recursos, fundamentais para a retomada.

As estratégias de discussões e deliberações para construção deste documento tiveram como objetivo apresentar à sociedade encaminhamentos factíveis e abertos a sugestões para que possam contemplar os atores envolvidos no processo de retomada das atividades escolares.

São premissas deste documento:

- ✓ Retorno com medidas de biosegurança e vigilância: as medidas de segurança e de redução dos riscos de transmissão da Covid-19 devem ser adaptadas à realidade do ambiente de cada escola, com monitoramento permanente de possíveis casos, com protocolos específicos;
- ✓ Retorno híbrido: conciliando aulas presenciais com o ensino a distância;
- ✓ Retorno parcial: as turmas deverão ser divididas e cumprirão alternadamente um cronograma de aulas que intercalem atividades presenciais e não presenciais;
- ✓ Autonomia das famílias para decidir sobre a volta dos filhos: as escolas deverão continuar com a opção de atividades não presenciais para os alunos cujas famílias optarem por continuar com o aprendizado de forma remota.

1. DIRETRIZES SANITÁRIAS

A seguir, serão apresentadas as orientações gerais que subsidiarão a elaboração do Planejamento de Retomada das atividades presenciais por parte das instituições educacionais, com prevenção e cuidados para a não contaminação pelo coronavírus, de acordo com as orientações divulgadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), pela Secretaria de Estado da Saúde e pelos órgãos afins.

De acordo com as informações atuais disponíveis, a transmissão do vírus, de pessoa para pessoa, ocorre por meio de gotículas respiratórias, que são expelidas durante a fala, tosse ou espirro e por contato com as superfícies contaminadas por essas gotículas. Qualquer pessoa que tenha contato próximo (menos de 1,5 metro) com uma pessoa infectada pelo coronavírus, estando ou não com sintomas, ou com superfícies contaminadas pelas gotículas dessa pessoa, está em risco de ser também infectada.

Portanto, é necessário que todos os cuidados preventivos de distanciamento social, etiqueta respiratória e de higienização sejam rigorosamente observados e incorporados à rotina das escolas, com medidas de alcance individual, ambiental e comunitário.

A partir deste documento, cada instituição educacional deverá constituir "comitê sanitário", responsável por elaborar, implementar e acompanhar as medidas de prevenção e controle, por meio de plano específico, observando as recomendações gerais deste protocolo, bem como as especificidades locais de contaminação pelo coronavírus.

O objetivo é assegurar o cumprimento das medidas sanitárias recomendadas para evitar contaminação pelo coronavírus.

AÇÕES A SEREM DESENVOLVIDAS:

- Elaboração de documento norteador das medidas de segurança na entrada, permanência e saída nas unidades escolares;
- Estabelecer parcerias com a Secretaria da Saúde, Secretaria da Assistência Social, Centro de Atenção Psicossocial (CAPS), Centro de Referência de Assistência Social (CRAS) e Centro de Referência Especializado de Assistência Social (CREAS), Conselho Tutelar, dentre outros, que promovam acolhimento psicoemocional aos estudantes e servidores;
- Acompanhar o cumprimento das medidas de higienização e desinfecção dos ambientes escolares e transporte escolar.

1.1. PROTOCOLO DA ENTRADA E SAÍDA DAS INSTITUIÇÕES EDUCACIONAIS

O acesso à instituição deverá ser precedido de planejamento para definição de estratégias adequadas a cada realidade, observando as diretrizes:

- Marcar pontos de distanciamento de um metro e meio no acesso à instituição e na área destinada à verificação da temperatura, a fim de evitar aglomerações nos momentos de entrada e saída;
- Respeitar o fluxo de uma pessoa por vez, na entrada e saída, para evitar o cruzamento de pessoas;
- Somente terão acesso às salas de aula os responsáveis por crianças sem mobilidade e/ou autonomia;
- Organizar os horários de entrada e saída dos professores, profissionais da educação e estudantes evitando aglomerações mediante escalonamento, conforme planejamento das aulas diárias;
- Aferir a temperatura de professores, profissionais da educação e estudantes, na entrada à instituição, utilizando termômetro sem contato (infravermelho);
- Informar aos pais ou responsáveis quando o estudante apresentar temperatura acima de 37,5 graus Celsius, devendo o mesmo aguardar em local seguro e isolado, até a chegada da família. O retorno escolar estará condicionado ao cumprimento do período de quarentena (7 dias), ou conforme prescrição médica.
- Estabelecer a obrigatoriedade do uso da máscara facial para todas as pessoas, em todo o ambiente escolar.
- Crianças com até dois anos não devem usar máscara e as crianças com até seis anos o uso é recomendável.
- Fazer a higienização das mãos com sabonete líquido, álcool líquido ou em gel, 70%, antes de adentrar as instalações da instituição, antes e após cada nova atividade ou ambiente.
- Proibir a entrada e/ou permanência de pessoas sintomáticas para covid-19 no espaço escolar, direcionando-as para atendimento médico (Unidade de Saúde de Referência);
- Controlar, ao máximo, o acesso de pessoas que não integram a comunidade escolar (fornecedores, prestadores de serviço, voluntários etc.) nas dependências internas da escola; e quando essa restrição for inevitável, observar os cuidados de proteção e higienização;
- Priorizar o atendimento ao público por meio não presencial (telefone, site e aplicativos);
- Definir ambiente para promoção do isolamento imediato de qualquer pessoa que apresente os sintomas característicos de contaminação, reforçando a limpeza e

desinfecção das superfícies mais utilizadas pelo caso suspeito, incluindo as áreas de isolamento;

- Realizar marcação do distanciamento recomendado em ambientes como refeitório, banheiro, acesso a bebedouro, entre outros;
- Demarcar as carteiras que não serão utilizadas, a fim de cumprir o distanciamento mínimo, observada a metragem da sala de aula, ou retirá-las do ambiente;
- Manter janelas e portas abertas a fim de melhor ventilar os espaços. O uso do ar-condicionado e ventilador deve ser evitado.
- Orientar estudantes a trazer para a escola o mínimo de material possível;
- Proibir compartilhamento de qualquer objeto (canetas, lápis, borracha, livros, cadernos, celular, dentre outros);

1.2. PROTOCOLO DA PERMANÊNCIA NAS ESCOLAS

A pandemia impõe mudanças na rotina das escolas, e essas mudanças precisam estar claras no Planejamento de Retomada das Atividades Presenciais e incorporadas por todos os envolvidos. No que se refere às condições de segurança sanitárias e de saúde, para impedir a circulação do vírus, faz-se necessário:

1. Cumprir, diariamente, todas as orientações de limpeza e desinfecção estabelecidas, independentemente da ocorrência de casos de infecção pelo coronavírus na instituição;
2. Efetuar a limpeza e desinfecção dos ambientes e superfícies frequentemente tocadas (maçanetas, bebedouros, vasos sanitários, acionadores de descarga, pias, torneiras etc), antes do início das atividades escolares, diárias, respeitando os turnos de funcionamento;
3. Estabelecer a obrigatoriedade de uso, além da máscara e luvas para os profissionais que trabalham em atividades de atendimento ao público escolar;
4. Orientar sobre a etiqueta da tosse/higiene respiratória, que consiste em cobrir a boca e o nariz com a parte interna do cotovelo ou lenço quando tossir ou espirrar, descartando-o em local apropriado após o uso;
5. Utilizar a máscara todo o tempo, observando as condições de uso (limpa e seca). O ideal é que cada pessoa tenha pelo menos duas máscaras, durante o turno de estudo, descartando-a em saco plástico ou papel, sempre que apresentar sinais de deterioração/funcionalidade comprometida;
6. Guardar a máscara utilizada na mochila-bolsa, sem contato com demais objetos, realizando o descarte em saco plástico ou papel;

7. Utilizar recipientes individuais para o consumo de água, evitando o contato direto da boca com as torneiras dos bebedouros, assim como o compartilhamento de demais objetos de uso pessoal;
8. Não compartilhar materiais e utensílios; porém, havendo necessidade, fazer a limpeza e desinfecção;
9. Evitar manter nas áreas comuns objetos que não possam ser limpos, lavados ou desinfetados;
10. Evitar a abertura de bibliotecas ou salas de leitura, recorrendo a alternativas virtuais;
11. Fornecer alimentos e água potável de modo individualizado. Caso a água seja fornecida em galões, purificadores, bebedouros ou filtros de água, cada um deve ter seu próprio copo ou recipiente;
12. Orientar o uso de máscara transparente para comunicação com estudantes com deficiência auditiva e em processo de alfabetização;
13. Promover a higienização frequente de equipamentos utilizados por estudantes com deficiência como: bengalas, muletas, barras de apoio, andadores, aparelhos auditivos, cadeiras de roda etc.;
14. Realizar os intervalos e/ou recreios de forma alternada, para evitar aglomerações;
15. Adaptar, sempre que possível, os espaços mais amplos e arejados para serem usados como salas de aula;
16. Estimular a realização das atividades ao ar livre, observando as condições de distanciamento físico e higienização de superfícies.

1.3. PRÁTICA ESPORTIVA

Nas aulas de educação física, assim como nas demais práticas desportivas oferecidas pela instituição educacional, recomenda-se:

1. Orientar professores a não tocar no aluno para a correção de movimento durante as atividades; e havendo necessidade de correção do movimento, que isto seja feito oralmente;
2. Manter o uso da máscara, inclusive durante a prática de atividades esportivas;
3. Priorizar aulas de desenvolvimento físico e tático, sem o contato físico de um aluno com o outro, inclusive em esportes de lutas e modalidades coletivas;
4. Adotar protocolos de avaliação física;
5. Trabalhar as teorias da educação física referentes aos jogos, danças, movimentos, atividade física, saúde entre outros, salvo na educação infantil e anos iniciais.
6. Higienizar o material de uso coletivo, como bolas, petecas, raquetes, etc, com preparação alcoólica a 70%, antes e após o uso, limitando tal material por grupo de alunos, a cada aula.

ANEXO C – BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR – BNCC

MATEMÁTICA – 4º ANO

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Números	Sistema de numeração decimal: leitura, escrita, comparação e ordenação de números naturais de até cinco ordens	(EF04MA01) Ler, escrever e ordenar números naturais até a ordem de dezenas de milhar.
	Composição e decomposição de um número natural de até cinco ordens, por meio de adições e multiplicações por potências de 10	(EF04MA02) Mostrar, por decomposição e composição, que todo número natural pode ser escrito por meio de adições e multiplicações por potências de dez, para compreender o sistema de numeração decimal e desenvolver estratégias de cálculo.
	Propriedades das operações para o desenvolvimento de diferentes estratégias de cálculo com números naturais	(EF04MA03) Resolver e elaborar problemas com números naturais envolvendo adição e subtração, utilizando estratégias diversas, como cálculo, cálculo mental e algoritmos, além de fazer estimativas do resultado. (EF04MA04) Utilizar as relações entre adição e subtração, bem como entre multiplicação e divisão, para ampliar as estratégias de cálculo. (EF04MA05) Utilizar as propriedades das operações para desenvolver estratégias de cálculo.
	Problemas envolvendo diferentes significados da multiplicação e da divisão: adição de parcelas iguais, configuração retangular, proporcionalidade, repartição equitativa e medida	(EF04MA06) Resolver e elaborar problemas envolvendo diferentes significados da multiplicação (adição de parcelas iguais, organização retangular e proporcionalidade), utilizando estratégias diversas, como cálculo por estimativa, cálculo mental e algoritmos. (EF04MA07) Resolver e elaborar problemas de divisão cujo divisor tenha no máximo dois algarismos, envolvendo os significados de repartição equitativa e de medida, utilizando estratégias diversas, como cálculo por estimativa, cálculo mental e algoritmos.
	Problemas de contagem	(EF04MA08) Resolver, com o suporte de imagem e/ou material manipulável, problemas simples de contagem, como a determinação do número de agrupamentos possíveis ao se combinar cada elemento de uma coleção com todos os elementos de outra, utilizando estratégias e formas de registro pessoais.
	Números racionais: frações unitárias mais usuais ($1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$, $1/10$ e $1/100$)	(EF04MA09) Reconhecer as frações unitárias mais usuais ($1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$, $1/10$ e $1/100$) como unidades de medida menores do que uma unidade, utilizando a reta numérica como recurso.
	Números racionais: representação decimal para escrever valores do sistema monetário brasileiro	(EF04MA10) Reconhecer que as regras do sistema de numeração decimal podem ser estendidas para a representação decimal de um número racional e relacionar décimos e centésimos com a representação do sistema monetário brasileiro.

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Números	Sistema de numeração decimal: leitura, escrita e ordenação de números naturais (de até seis ordens)	(EF05MA01) Ler, escrever e ordenar números naturais até a ordem das centenas de milhar com compreensão das principais características do sistema de numeração decimal.
	Números racionais expressos na forma decimal e sua representação na reta numérica	(EF05MA02) Ler, escrever e ordenar números racionais na forma decimal com compreensão das principais características do sistema de numeração decimal, utilizando, como recursos, a composição e decomposição e a reta numérica.
	Representação fracionária dos números racionais: reconhecimento, significados, leitura e representação na reta numérica	(EF05MA03) Identificar e representar frações (menores e maiores que a unidade), associando-as ao resultado de uma divisão ou à ideia de parte de um todo, utilizando a reta numérica como recurso.
	Comparação e ordenação de números racionais na representação decimal e na fracionária utilizando a noção de equivalência	(EF05MA04) Identificar frações equivalentes. (EF05MA05) Comparar e ordenar números racionais positivos (representações fracionária e decimal), relacionando-os a pontos na reta numérica.
	Cálculo de porcentagens e representação fracionária	(EF05MA06) Associar as representações 10%, 25%, 50%, 75% e 100% respectivamente à décima parte, quarta parte, metade, três quartos e um inteiro, para calcular porcentagens, utilizando estratégias pessoais, cálculo mental e calculadora, em contextos de educação financeira, entre outros.
	Problemas: adição e subtração de números naturais e números racionais cuja representação decimal é finita	(EF05MA07) Resolver e elaborar problemas de adição e subtração com números naturais e com números racionais, cuja representação decimal seja finita, utilizando estratégias diversas, como cálculo por estimativa, cálculo mental e algoritmos.
	Problemas: multiplicação e divisão de números racionais cuja representação decimal é finita por números naturais	(EF05MA08) Resolver e elaborar problemas de multiplicação e divisão com números naturais e com números racionais cuja representação decimal é finita (com multiplicador natural e divisor natural e diferente de zero), utilizando estratégias diversas, como cálculo por estimativa, cálculo mental e algoritmos.
	Problemas de contagem do tipo: "Se cada objeto de uma coleção A for combinado com todos os elementos de uma coleção B, quantos agrupamentos desse tipo podem ser formados?"	(EF05MA09) Resolver e elaborar problemas simples de contagem envolvendo o princípio multiplicativo, como a determinação do número de agrupamentos possíveis ao se combinar cada elemento de uma coleção com todos os elementos de outra coleção, por meio de diagramas de árvore ou por tabelas.