



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO MULTIDISCIPLINAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINAR  
EM HUMANIDADES DIGITAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**DETECÇÃO DE DISCALCULIA EM ESTUDANTES USANDO JOGOS  
DIGITAIS**

**Rosymere Cersosimo Moreira**

**Nova Iguaçu  
Junho de 2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO MULTIDISCIPLINAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINAR EM HUMANIDADES DIGITAIS**

**DETECÇÃO DE DISCALCULIA EM ESTUDANTES USANDO JOGOS DIGITAIS**

**ROSYMERE CERSOSIMO MOREIRA**

Sob Orientação do Professor  
**Dr. Sérgio Manuel Serra da Cruz**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Humanidades Digitais no Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Humanidades Digitais**, Área de Concentração em Mineração de Dados.

**Nova Iguaçu**  
**Junho de 2024**

CR841d  
d Cersosimo Moreira, Rosymere , 1971-  
DETECÇÃO DE DISCALCULIA EM ESTUDANTES USANDO JOGOS  
DIGITAIS / Rosymere Cersosimo Moreira. - Rio de  
Janeiro, 2024.  
62 f.: il.

Orientador: Sérgio Manuel Serra da Cruz.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
INTERDISCIPLINAR EM HUMANIDADES DIGITAIS, 2024.

1. Dificuldades de aprendizagem. 2. Transtornos de  
aprendizagem. 3. Humanidades Digitais. 4. Ciência da  
computação. 5. Discalculia. I. Manuel Serra da Cruz,  
Sérgio, 03/02/1965-, orient. II Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
INTERDISCIPLINAR EM HUMANIDADES DIGITAIS III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO MULTIDISCIPLINAR

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINAR EM HUMANIDADES DIGITAIS

## **ROSYMERE CERSOSIMO MOREIRA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Pós-Graduação Interdisciplinar em Humanidades Digitais, área de Concentração em Análise Qualitativa e Quantitativa de Dinâmicas Sociais.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 09/05/2024

**(Assinado digitalmente em 24/06/2024 08:51 )**

ADRIA RAMOS DE LYRA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptCC/IM (12.28.01.00.00.83)  
Matrícula: 1604994

**(Assinado digitalmente em 22/06/2024 15:41 )**

SERGIO MANUEL SERRA DA CRUZ  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DCOMP (11.39.97)  
Matrícula: 362436

**(Assinado digitalmente em 25/06/2024 20:45 )**

ROSYMERE CERSOSIMO MOREIRA  
DISCENTE  
Matrícula: 20211004060

**(Assinado digitalmente em 25/06/2024 22:05 )**

ANA CLÁUDIA DE MACÉDO VIEIRA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 010.879.017-74

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp>  
informando seu número: **146**, ano: **2024**, tipo: **ATA DE DEFESA DE TESE**, data de emissão:  
**22/06/2024** e o código de verificação: **61ecf4fce3**

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço aos meus pais que me ensinaram, desde criança, o valor dos estudos.

Agradeço a minha família que compreendeu as minhas ausências nos momentos de dedicação ao mestrado.

A minha amiga Aline Pimenta Bazilio Thomaz que foi o grande start desta jornada. Sua indicação deste curso e direcionamento no processo de seleção foram primordiais para o meu ingresso.

Agradeço aos novos amigos que ganhei ao longo do curso. Lidadores incansáveis e visionários. Grupo coeso que me serviu de grande apoio durante todos esses meses.

Não poderia deixar de agradecer ao professor Sérgio Manuel Serra da Cruz. Sua persistência e dedicação aos orientandos fazem toda a diferença nesta árdua, porém empolgante caminhada.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código do financiamento 001.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos professores e estudantes que vencem, a cada dia, uma etapa da jornada da educação.

## RESUMO

MOREIRA, Rosymere Cersosimo. Detectando Problemas de Discalculia Em Estudantes Usando Jogos Digitais. Proposta de Dissertação (Mestre em Humanidades Digitais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Multidisciplinar, Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Humanidades Digitais/PPGIHD, Nova Iguaçu, RJ, 2024.

Milhares de crianças se tornam jovens com problemas de aprendizagem que só são percebidos, na maioria das vezes, tardeamente. A detecção precoce desses problemas nas primeiras séries do ensino fundamental 1, com a possibilidade de medição e avaliação de seu grau e intensidade, permite o desenvolvimento e aplicação de técnicas mitigadoras e ou corretivas, além do acompanhamento evolutivo dos resultados propostos. Dessa forma é possível minimizar ou extinguir os prejuízos e levar a uma construção de conhecimento que anteriormente não seria contemplada. Esse trabalho discorre sobre o uso das tecnologias na área de ciência da computação como estratégia de apoio ao auxílio à detecção de um desses transtornos/dificuldades em estudantes do ensino fundamental: A Discalculia, e apresenta técnicas aplicadas à busca de dados para servirem de parâmetro à pesquisa que fundamenta este trabalho acadêmico, bem como a elaboração de um banco de dados público onde os resultados obtidos estarão disposição de outros pesquisadores. Esta proposta leva em consideração alguns princípios da psicopedagogia e o uso das técnicas da ciência da computação para gerar hipóteses a serem observadas e avaliadas posteriormente por profissionais habilitados nas áreas da Psicologia, Psicopedagogia, Neuropsicologia e outras áreas afins.

**Palavras-chave:** Dificuldades de aprendizagem, Transtornos de aprendizagem, Humanidades Digitais, Ciência da computação, Discalculia.

## ABSTRACT

MOREIRA, Rosymere Cersosimo. Detecting Dyscalculia Problems in Students Using Digital Games. Dissertation Proposal (Master in Digital Humanities). Federal Rural University of Rio de Janeiro, Multidisciplinary Institute, Interdisciplinary Graduate Program in Digital Humanities/PPGIHD, Nova Iguaçu, RJ, 2024.

Thousands of children become young people with learning problems that are only noticed, most of the time, late. The early detection of these problems in the first grades of elementary school, with the possibility of measuring and evaluating their degree and intensity, allows the development and application of mitigating and/or corrective techniques, in addition to the evolutionary monitoring of the proposed results. In this way, it is possible to minimize or eliminate losses and lead to the construction of knowledge that would not previously have been contemplated. This work discusses the use of technologies in the area of computer science as a strategy to support the detection of one of these disorders/difficulties in elementary school students: Dyscalculia, and presents techniques applied to the search for data to serve as a parameter for research that underlies this academic work, as well as the creation of a public database where the results obtained will be available to other researchers. This proposal takes into account some principles of psychopedagogy and the use of computer science techniques to generate hypotheses to be observed and evaluated later by qualified professionals in the areas of Psychology, Psychopedagogy, Neurology and other related areas.

**Key words:** Learning difficulties, Learning disorders, Digital Humanities, Computer Science, Dyscalculia.

## **LISTA DE ABREVIASÕES E SIGLAS**

APD	Ambiente Preliminar de Detecção
BADI	Box de Apoio ao Desenvolvimento Infantil
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DAE	Dificuldade de Aprendizagem Específica
EAD	Educação a Distância
GDD	Game Design Document
HD	Humanidades Digitais
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OA	Objeto de Aprendizagem
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SUS	System Usability Scale
WWW	World Wide Web

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1– Blocos de Froebel .....</b>	16
<b>Figura 2– Guarda-Chuva Transtorno .....</b>	21
<b>Figura 3– O Cérebro do Discalcúlico.....</b>	23
<b>Figura 4– Problema Matemático – subtração.....</b>	23
<b>Figura 5– Contagem Com as Mãos.....</b>	24
<b>Figura 6– Tela principal do jogo Huni Kuin .....</b>	28
<b>Figura 7– Tela principal do jogo Mat Educ.....</b>	28
<b>Figura 8– Tela principal do AO Brincalculia .....</b>	29
<b>Figura 9– START .....</b>	29
<b>Figura 10– Diagrama de Objetos do Sistema Badi .....</b>	30
<b>Figura 11– Repositório Zenodo.....</b>	32
<b>Figura 12–: Exercício marcar maior.....</b>	33
<b>Figura 13–: Exercício marcar a mesma cor .....</b>	33
<b>Figura 14– Tela de Login do Jogo.....</b>	34
<b>Figura 15– Tela de Opções do Jogo .....</b>	35
<b>Figura 16– Tela do Jogo das Cores .....</b>	35
<b>Figura 17– Tela do Jogo dos Tamanhos .....</b>	36
<b>Figura 18– Logo do Aplicativo BADI .....</b>	36
<b>Figura 19– Tela Inicial do Aplicativo BADI feito com a biblioteca Streamlit .....</b>	37
<b>Figura 20– Opção Secretaria do Aplicativo BADI.....</b>	37
<b>Figura 21– Opção Professor do Aplicativo BADI .....</b>	38
<b>Figura 22– Opção Relatório do aplicativo Aplicativo BADI.....</b>	38
<b>Figura 23– Opção Análise de Dados do aplicativo Aplicativo BADI.....</b>	39
<b>Figura 24– Diagrama Usabilidade SUS .....</b>	40
<b>Figura 25– Logo BADI .....</b>	44
<b>Figura 26– Planilha CSV carregada no repositório Zenodo.....</b>	45

## **LISTA DE TABELAS**

	Página
<b>Tabela 1– Tipos de DAE .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabela 2– BNCC .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabela 3– Pontuação por usuário do formulário do Aplicativo BADI .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabela 4– Pontuação por usuário do formulário do Jogo BADI .....</b>	<b>42</b>

## **LISTA DE QUADROS**

	Página
<b>Quadro 1</b> -Tipos de Discalculia .....	24
<b>Quadro 2</b> - Faixa etária x dificuldade.....	25
<b>Quadro 3</b> - Formulário – Aplicativo BADI .....	42
<b>Quadro 4</b> - Formulário – Jogo BADI.....	43

## **LISTA DE GRÁFICOS**

	Página
<b>Gráfico 1- Resposta Questionário SUS – Aplicativo BADI.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 2- Resposta Questionário SUS – Jogo BADI.....</b>	<b>43</b>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Motivação</b>	17
<b>1.2 Justificativas</b>	18
<b>1.3 Objetivo Geral</b>	19
<b>1.4 Objetivos Específicos</b>	19
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Humanidades Digitais</b>	19
<b>2.2 Transtorno de Aprendizagem Específico e Dificuldade de Aprendizagem</b>	20
<b>2.3 Discalculia</b>	23
<b>2.4 Jogos na Educação</b>	25
<b>2.5 Trabalhos Relacionados</b>	27
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>30</b>
<b>4. Desenvolvimento do Jogo Digital - GAME DESIGN DOCUMENT (GDD)</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Arquitetura do Jogo</b>	33
<b>4.2 Características Principais</b>	33
<b>4.3 Plataformas</b>	34
<b>4.4 Faixa Etária</b>	34
<b>4.5 Fluxos do Jogo</b>	34
<b>4.6 Mecânica do Jogo</b>	36
<b>5. Aplicativo BADI</b>	<b>36</b>
<b>5.1 A Programação do App BADI</b>	39
<b>5.2 O Banco de Dados do APP BADI</b>	39
<b>6. TESTE DE USABILIDADE DO APP BADI E DO JOGO BADI</b>	<b>40</b>
<b>6.1 Formulários do Teste de Usabilidade do App BADI e do Jogo BADI</b>	41
<b>6.2 Resultados dos Testes de Usabilidade do App BADI e do Jogo BADI</b>	42
<b>7. CONTRIBUIÇÃO PARA O AMBIENTE DE ENSINO/APRENDIZAGEM</b>	<b>44</b>
<b>8. CONCLUSÃO E FUTURAS PESQUISAS</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

“O ato de aprender não se resume à simples transferência de “conhecimento”, mas sim ao despertar do gosto, a curiosidade dos “porquês”, do fazer, tornar-se sujeito ativo da construção do próprio conhecimento” (Chamat, 2008, p.116).

O ato de aprender faz parte da formação do ser humano, mas nem todos aprendem com a mesma intensidade e compreensão. Ao observarmos uma sala de aula conseguimos perceber as diferenças de assimilação e de compreensão de cada estudante. Cada um possui um “tempo” diferente de reagir à formação do conhecimento, mas existem alguns que possuem um comportamento diverso ao ato de aprender.

Existem vários tipos de transtornos de aprendizagem que podem dificultar a vida do estudante e a discalculia é um deles (Paín, 1985). A discalculia é um transtorno de aprendizagem específico que afeta a habilidade de uma pessoa entender e lidar com números e conceitos matemáticos. Geralmente os transtornos de aprendizagem se manifestam durante a infância, tornando-se essencial detectá-los o mais cedo possível para que intervenções adequadas possam ser realizadas. No entanto, muitas vezes, os sinais de discalculia podem passar despercebidos nessa fase inicial, o que resulta em dificuldades persistentes ao longo da vida escolar.

Existem testes nacionais e internacionais que medem a proficiência em matemática, como o PISA, SAEB e a OBMEP (Somavilla, 2017). No caso da disciplina de matemática, esses indicadores (índices) de qualidade e de desempenho dos brasileiros não têm sido muito satisfatórios. Por exemplo, no PISA 2018 (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes), a pontuação em letramento matemático foi de 384 pontos, ficando em 70º lugar dentre 78 países avaliados (Tavares, 2022, v. 39, n. 118, p. 61–82). No PISA 2022 o Brasil se manteve praticamente estável em relação a 2018 (OCDE, 2023). No estudo de matemática um fator que pode trazer atrasos no aprendizado é a Discalculia.

Um estudo desenvolvido no Brasil por Fortes (2016) em quatro regiões do Brasil com 1618 crianças e adolescentes do ensino fundamental 1 e 2 revelou que cerca de 5% a 6% da população brasileira possui alguma deficiência/dificuldade de aprendizagem na área da matemática.

Trabalhos anteriores indicam que existem alguns fatores que contribuem para essas porcentagens, como por exemplo, ausência de fundamentos matemáticos, falta de aptidão, problemas emocionais, ensino inapropriado, inteligência geral, capacidades especiais, facilitação verbal ou ainda questões psiconeurológicas” (Fonseca, 1995, p. 217). Nessas últimas, vale sinalizar as alterações das funções sensoriais, doenças crônicas, transtornos psiquiátricos, deficiência mental e doenças neurológicas” (Ohlweiler, 2016).

Outro estudo feito na cidade de São José do Rio Preto (Bastos, 2016) apontou para uma média de 7,8% de crianças com problemas de discalculia. O crescimento desses índices é preocupante, principalmente quando o baixo rendimento dos estudantes é associado, erroneamente, a preguiça ou ao desinteresse pelo conteúdo ministrado.

Na obra intitulada o *Diagnóstico e tratamento dos problemas de aprendizagem* (Paín, 1985), a autora descreve como o aprendizado se desenvolve nos indivíduos e as dificuldades que podem surgir ao longo desse processo. Através do texto é possível encontrar embasamento para se buscar recursos de avaliação do estudante desde o início da sua vida escolar com o intuito de minimizar os prejuízos na sua vida acadêmica.

A relação entre jogos e educação remonta a tempos antigos na história do ser humano. Ao longo dos séculos, os jogos têm desempenhado um papel importante no desenvolvimento cognitivo, social e físico das pessoas. Na Grécia Antiga, por exemplo, os jogos eram parte integrante do currículo educacional, ensinando habilidades como lógica, matemática, música e ética. Esses jogos eram projetados para promover o pensamento crítico e a participação ativa

dos estudantes no processo de aprendizagem. Ao longo da história, os educadores têm reconhecido o potencial educacional dos jogos (Prometeica, 2016).

No século XIX, o educador alemão Friedrich Fröbel desenvolveu os "jogos ocupacionais", como o famoso cubo de montar conhecido como "bloco Fröbel" na figura 1 ou "presentes de Froebel", que foram projetados para desenvolver habilidades cognitivas, motoras e criativas em crianças (Arce, 2004).

Baseado nesses argumentos, essa pesquisa de mestrado pretende entender as necessidades para o desenvolvimento de um jogo para detecção da discalculia em crianças pode ser uma abordagem diferenciada no campo da identificação precoce de transtornos de aprendizagem.

Diversos estudos Keys e Joseph (1990), Savi (2011), Prensky (2013) e Whitton (2014) indicam que através do uso de jogos digitais é possível criar uma experiência lúdica e interativa que permite identificar dificuldades matemáticas e padrões de pensamento numérico nas crianças. O jogo como ferramenta de triagem poderá facilitar a identificação precoce da discalculia, permitindo que intervenções específicas sejam oferecidas às crianças afetadas além de contribuir para reduzir o estigma associado aos transtornos de aprendizagem, tornando o processo de detecção mais efetivo, acessível e agradável para as crianças.



Figura 1:Blocos de Froebel

Fonte: Imagem de <a href="https://br.freepik.com/fotos-gratis/garoto-brincando-com-jogo-de-formas-coloridas\_7775192.htm#query=blocos%20de%20Froebel%20montessori&position=46&from\_view=search&track=ais&uuid=67f37974-bb15-468d-b90a-b1a546a035c7">Freepik</a>

Com o avanço da tecnologia digital e das Humanidades Digitais, os jogos eletrônicos e jogos de computador se tornaram uma parte importante da educação e deixaram de ser relegados ao mero papel de entretenimento. O potencial interdisciplinar que os jogos têm é imenso (Cardoso, 2021). Programas educacionais interativos e jogos educativos foram desenvolvidos para auxiliar no ensino de diversas disciplinas, desde matemática e ciências até idiomas e história. Esses jogos digitais oferecem uma abordagem mais interativa, engajadora e focada para a aprendizagem.

A relação dos jogos com a educação tem uma longa história. Desde os jogos tradicionais que ensinavam habilidades sociais e culturais até os jogos digitais, eles têm desempenhado um papel significativo no processo de aprendizagem ao longo do tempo. O uso dessa ferramenta na educação continua a evoluir (Kapp, 2012), aproveitando o potencial da tecnologia e buscando formas inovadoras de engajar e motivar os estudantes.

Nesse contexto, esta dissertação investiga se o uso de jogos digitais é um instrumento hábil e adequado a desempenhar um papel crucial no auxílio a identificação precoce dos estudantes discalcúlicos, tendo como objetivo geral estudar e compreender o transtorno e propor o

desenvolvimento de um jogo digital voltado para servir de um artefato de apoio a detecção precoce da discalculia em crianças do terceiro ano do ensino fundamental 1, visto que esse é um período crítico para a identificação desse transtorno cognitivo, pois é o momento no qual as crianças começam a aprender conceitos matemáticos mais complexos, como adição, subtração, multiplicação e divisão.

Por hipótese, com a utilização de tecnologias abertas e abordagens pedagógicas adequadas, acredita-se que ser factível fornecer suporte e intervenções de detecção precoce mais eficazes para crianças com discalculia, assegurando-lhes melhor rendimento acadêmico e emocional no longo prazo.

## 1.1 Motivação

A presente dissertação de mestrado surge das observações de campo baseadas na experiência adquirida ao longo de 25 anos na profissão de professora do ensino médio, bem como a minha formação na área da Ciência da Computação e cidadã.

A vivência diária com estudantes em sala de aula, provenientes de escolas diversas e de classes sociais distintas, trouxe para mim a percepção da necessidade urgente de um acompanhamento mais efetivo nas primeiras etapas de sua formação escolar básica.

A adolescência é uma etapa que exerce grande influência na vida dos indivíduos (Almeida, 2008), onde ocorrem várias alterações com grande significado nos campos biológico, emocional, social, afetivo e intelectual. Essas alterações serão determinantes ao longo da vida futura desse indivíduo. Quando o estudante chega à adolescência com dificuldades de aprendizagem que não foram resolvidas ou tratadas em seus primeiros ciclos de vida, o processo de aquisição de conhecimento torna-se mais complexo ainda.

Uma carga exacerbada de obrigações e a falta de capacitação dos profissionais da educação fazem com que algumas intercorrências relacionadas à aprendizagem dos estudantes passem despercebidas. Por outro lado, os responsáveis legais deles também não detectam tal situação, a qual perdura até o ensino médio.

A revista da Associação Brasileira de Psicopedagogia publicou um artigo sobre discalculia e instrumentos de avaliação psicopedagógica (Souto, 2023). Inseridos nesse artigo estão alguns dados relativos aos resultados dessas dificuldades, na matemática, presentes na vida dos nossos estudantes. Na versão 2018 do PISA foi avaliado que a maioria dos estudantes do Brasil está abaixo do nível 1 (68,1%), ou seja, abaixo do nível mínimo (Tavares, 2022). No PISA 2022, nossos estudantes ficaram com 73%, classificando-se entre a 62<sup>a</sup> e a 69<sup>a</sup> posição dentre os 78 países avaliados (Souto, 2023).

Alguns fatores que contribuem para que o discente desenvolva um quadro de aprendizado deficitário:

- Falta de detecção precoce, por parte dos profissionais, das dificuldades dos estudantes por parte dos profissionais que o acompanham diariamente no ambiente escolar;
- Falta de observação e acompanhamento, por parte dos pais e responsáveis próximos, do desenvolvimento escolar do estudante;
- O próprio ambiente escolar deficitário;
- Questões sociais (fome, violência, entre outros);
- Disfunções do próprio estudante.

Assim, as crianças não recebem diagnóstico, continuando sem tratamento adequado e carregam dificuldades de aprendizagem ao longo dos seus anos de estudos (Gomes, 2021).

Muitas crianças não conseguem se expressar e expor os seus sentimentos, ideias e valores de forma direta e precisa, sendo assim, faz-se necessário o uso mais intenso de técnicas que adentrem o seu mundo, fazendo com que elas se sintam confortáveis e seguras.

Nos dias atuais, as crianças estão tendo uma maior participação e importância nas

investigações dos pesquisadores. As crianças também são produtoras de dados, usando linguagem verbal e não verbal, contribuindo para os estudos e pesquisas (Almeida, 2020).

O pesquisador necessita de conhecimentos sobre o universo infantil e sobre as suas perspectivas em relação ao mundo, utilizando recursos criativos e familiares às crianças na coleta de dados (Almeida, 2020).

Com essa visão, a ideia da criação de formas de diagnósticos que sejam mais prazerosos para as crianças forma uma tentativa do uso de recursos diferenciados de testes (Santos, 2021).

A possibilidade de identificação precoce de possíveis deficiências, ainda na fase do ensino fundamental 1, permitirá o desenvolvimento igualmente precoce de soluções, assegurando uma vida acadêmica mais positiva para os estudantes, ainda na primeira infância, com reflexos positivos em toda sua vida adulta. Essa é a visão que me levou a desenvolver o projeto desse mestrado.

## 1.2 Justificativas

Alguns argumentos que justificam o desenvolvimento desse projeto de pesquisa na área de Humanidades Digitais são:

- Investigar as interfaces, trabalhos relacionados entre as Humanidades Digitais, jogos digitais e transtornos de aprendizagem, em especial a discalculia.

- Investigar a possibilidade de contribuir com meios de detecção precoce das dificuldades de aprendizado nos indivíduos em fase escolar, assim permitindo que eles sejam encaminhados a profissionais para diagnóstico preciso e possam contemplar uma educação de qualidade voltada para as suas especificidades;

- Oferecer novas oportunidades de detecção de problemas cognitivos, induzindo os estudantes a realizarem atividades sem a percepção de que estão sendo observados, assim podendo expor as suas dificuldades sem barreiras ou constrangimentos. Estima-se que, ao conceber, propor e desenvolver um jogo eletrônico baseado em jogos digitais e nas Humanidades Digitais que ajude na detecção precoce de sinais de discalculia, seja possível identificar dificuldades matemáticas específicas em crianças e auxiliar os profissionais da educação a direcionar estratégias de apoio e, até mesmo, indicar tratamento individualizado, contribuindo para um melhor desempenho acadêmico (Caldeira, 2023).

- Proporcionar uma aprendizagem lúdica, engajadora e mais imersiva. As crianças têm uma afinidade natural com jogos eletrônicos, que podem ser utilizados como uma forma divertida e envolvente de aprendizado. Ao estudar e propor um jogo eletrônico que detecte discalculia é possível envolver as crianças em atividades matemáticas de forma lúdica, despertando seu interesse e motivação para explorar conceitos matemáticos;

- Ofertar aos estudantes uma forma prazerosa de avaliação continuada;
- Promover a transposição das limitações dos indivíduos no processo de observação das suas dificuldades;

- Oferecer indícios de acompanhamento contínuo e individualizado através de um jogo digital que poderá coletar dados de desempenho de forma automatizada. Estima-se que isso permitirá um monitoramento detalhado das habilidades matemáticas das crianças ao longo do tempo, facilitando a identificação de padrões e necessidades específicas de cada estudante. Essa abordagem individualizada permitirá promover uma intervenção mais direcionada e efetiva dos problemas cognitivos precocemente detectados.

Minha linha de pesquisa está integrada na área de Métodos Computacionais em Políticas Públicas do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Humanidades Digitais (PPGIHD) que analisa e propõe soluções para uma sociedade melhor.

## **1.3 Objetivo Geral**

Esse projeto de pesquisa tem como objetivo geral propor um protótipo de jogo digital apoiados em técnicas de psicopedagogia que, somadas, sirvam como aliadas nos primeiros passos de uma investigação sobre um desenvolvimento escolar não condizente com o esperado para a faixa etária do estudante.

## **1.4 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Investigar os trabalhos relacionados entre as Humanidades Digitais, Jogos Digitais e transtornos de aprendizagem, em especial a discalculia;
- Propor a criação de um Ambiente Preliminar de Detecção (APD) para a discalculia para projetar um jogo eletrônico/digital e questionários em formulários padronizados através de uma linguagem de programação;
- Carregar o repositório Zenodo com informações, respeitando a LGPT e o anonimato dos indivíduos envolvidos, referente aos índices de dificuldade obtidos através dos testes.

Destarte, pretende-se com tais objetivos contribuir com os primeiros passos para ajudar a identificar os discentes com discalculia e encaminhá-lo precocemente ao profissional competente a fim de que as soluções adequadas possam ser aplicadas, permitindo-lhe alcançar um aprendizado mais adequado, o qual, de outra forma, não seria possível.

Em um primeiro momento, o foco está em estudantes do ensino fundamental I. O estudo leva em consideração alguns autores como Vygotsky (1988) e Piaget (1998), para relacionar o ato da brincadeira de jogar com o ato de aprender e, vai além, fazendo uso desse momento de diversão do indivíduo para avaliar, de forma prazerosa, as possíveis dificuldades de aprendizagem que ele possa ter.

## **2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo traz elementos que irão fazer uma explanação sobre os principais conceitos que servirão como base para:

- A compreensão dos pontos dessa pesquisa;
- O alinhamento entre as Humanidades Digitais (quando trata da questão social presente na sociedade ao qual o indivíduo pertence), a Ciência da Computação e as Técnicas Psicopedagógicas.

## **2.1 Humanidades Digitais**

O ponto de partida para as Humanidades Digitais (HD), frequentemente, é indicado como sendo o trabalho do Padre Jesuíta Roberto Busa em 1949, o Index Thomisticus. Nesse momento houve uma conexão entre a computação e humanidades (Berry, 2017).

As HDs não são uma área estática, pelo contrário. Se apresenta como um organismo que se modifica para sobreviver (Berry, 2017). Elas abrem novos espaços para reflexão e estudos na área das humanidades. Surgem técnicas e métodos aplicáveis as situações propostas fazendo uma transformação no desenvolvimento um projeto (Castro, 2018).

Castro ainda aponta as HDs como uma ferramenta de reconfiguração e potencialização da atividade de pesquisa, alertando a respeito do prejuízo de encará-las apenas como aditivo às práticas metodológicas já vigentes.

Não existe um entendimento uníssono e exclusivo sobre a definição de HDs.

“O que são HDs tem proliferado de tal maneira que os textos com este tema já podem ser considerados um gênero a parte” (Kirschenbaum, 2010).

No início, a ciência da computação era vista como um suporte, apoio, um departamento

à parte das outras ciências e das humanidades. Com o tempo essa visão tem mudado e as HD's tem, a cada dia, integrando mais as ciências que a instituem.

Ao longo dos anos, o desenvolvimento de produtos computacionais trouxe soluções expressivas nesse dueto das ciências nas HDs. A história vem descrevendo vários exemplos de problemas que encontraram, na computação, soluções mais rápidas e precisas na obtenção de resultados.

Na década de 60, algumas instalações de computadores foram implantadas nos institutos de linguística para ajudar na compilação de dicionários. Nessa época começou, também, o uso de computadores para se verificar as autorias de livros e documentos. Como exemplo, temos a investigação de autoria realizada por Mosteller e Wallace nos artigos (1964). Foram 85 artigos escritos pelos federalistas Madison, Hamilton e Jay que tinham o intuito de ratificar a Constituição Americana da época, explicando-a e rebatendo as críticas dos adversários. Fazendo uso de métodos computacionais, Mosteller e Wallace conseguiram demonstrar que doze artigos, sobre os quais havia uma disputa de autoria, eram do candidato Madison.

As limitações da tecnologia, no entanto, ainda traziam algumas dificuldades durante o processo de apuração.

No período entre 1980 e 1990, com o advento dos computadores pessoais e do correio eletrônico, a computação de humanidades teve um avanço significativo. Agora os pesquisadores não precisavam mais ir até as universidades para fazer uso dos computadores. Eles não ficavam mais tão limitados ao espaço acadêmico. Novas formas de armazenamento, processamento, codificação, ferramentas, comunicação e equipamentos foram fundamentais para o crescimento e desenvolvimento das HD nessa época.

O surgimento da internet, WWW, um grande marco nos anos 1990, abriu a possibilidade de pesquisas e trabalhos colaborativos sem a necessidade de deslocamento físico dos pesquisadores até a fonte de informação ou da reunião. O custo e o tempo de realização das pesquisas tiveram uma redução significativa a partir desse momento. Desde então os avanços na área da computação têm sido exponenciais. A cada dia surge uma nova tecnologia, um novo conceito, um novo programa, uma nova plataforma, tornando os resultados das pesquisas em HD cada vez mais rápidos, precisos, aplicáveis e confiáveis.

O mundo de hoje possui uma diversidade enorme de situações problemas para serem analisadas e resolvidas. É de suma importância o fato de a experimentação do problema poder ser feita fora da realidade física, afirma Berry (2017). Esse é um ponto importantíssimo no universo das HD. Poder simular uma situação e testar os seus resultados de acordo com uma condição aplicada, sem a necessidade de recursos caros, perigosos e demorados, pode ser uma grande saída para os pesquisadores.

A aplicação das HD, nessa dissertação, está embasada na situação problema vislumbrada até a solução proposta. Existe um problema de pertencimento das ciências sociais na qual a resolução proposta se encontra na dimensão da ciência da computação e suas tecnologias.

## **2.2 Transtorno de Aprendizagem Específico e Dificuldades de Aprendizagem**

Devido ao risco de as crianças desenvolverem, logo na primeira infância, transtornos psiquiátricos, de desenvolvimento mental e problemas de aprendizagem, a OMS (Organização Mundial de Saúde) tem feito alertas constantes acerca da necessidade do diagnóstico precoce. Esses alertas tendem a evitar problemas futuros que desestabilizam as relações familiares, prejudicam a socialização escolar e colocam o estudante (criança/adolescente/adulto) em risco social e de fracasso ao longo da sua vida.

Segundo o Instituto Neurosaber temos:

No Brasil, em torno de 40% das crianças na escola apresentam dificuldades no processo de aprendizagem escolar. A grande maioria desta cifra decorre de insuficiências do

ambiente pedagógico, falta de infraestrutura, baixo nível de capacidade didática do professor, problemas emocionais ou por questões culturais e incoerências curriculares (Neurosaber, 2016).

Algumas ocorrências, no entanto, não têm conexão com o ambiente ou com a formação dos profissionais envolvidos, mas com motivos intrínsecos que surgem devido a uma disfunção cognitiva ligada a um funcionamento inadequado do cérebro da criança (Distúrbios ou Transtornos de Aprendizagem) (Neurosaber, 2016).

Algumas pessoas, erroneamente, entendem os termos Dificuldade de Aprendizagem e Transtorno Específico de Aprendizagem como sendo a mesma coisa. Porém, estudando mais a fundo, é possível entender a diferença entre eles (Neurosaber, 2021).

A Dificuldade de Aprendizagem é uma situação momentânea. Acontece devido a influências externas e interferem no processo de aprendizagem. Problemas emocionais, familiares, físicos (falta de alimentação correta) e ambiente inapropriado são algumas das possíveis causas dessa dificuldade (Neurosaber, 2021).

Hudson (2021) usa o termo Dificuldade de Aprendizagem Específica (DAE) em sinônimo de Transtorno Específico de Aprendizagem.

O Transtorno Específico de Aprendizagem (pode ser chamado de TEA) é uma condição que se mantém no indivíduo e tem as suas causas na questão neurológica. Torna difícil o aprendizado e o raciocínio de uma determinada habilidade básica.

Um indivíduo pode apresentar somente um único transtorno ou vários. Fora do campo do transtorno diagnosticado, o indivíduo pode possuir diversas habilidades em áreas distintas de conhecimento (Hudson, 2021).

O site do Instituto ABCD (2021) coloca o Transtorno Específico de Aprendizagem como sendo “um termo guarda-chuva” (figura 2) e ainda soma a ele algumas dificuldades que interferem no aprendizado.



Figura 2:Guarda-Chuva Transtorno

Fonte: Imagem adaptada de <a href="https://br.freepik.com/vetores-gratis/guarda-chuva-azul-realista\_3886420.htm#query=guarda%20chuva%20desenho&position=0&from\_view=keyword&track=ais&uuid=c5346291-2850-431a-be74-b3f944a14ea3">Imagen de macrovector</a> no Freepikhttps://institutoabcd.org.br/transtorno-da-aprendizagem/

Existem vários tipos de transtornos e as especificidades de cada um compreende um universo de estudos e aplicações. Como já referido, este trabalho vai limitar-se a DISCALCULIA.

Tabela 1: Tipos de DAE

<b>Descrição do Problema</b>	<b>Tipo</b>
De leitura, escrita e ortografia	Dislexia
Com números	Discalculia
Físicos com escrita à mão	Disgrafia
De movimento e coordenação	Dispraxia
Baixa capacidade de concentração, comportamento agitado e impulsivo	Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade- TDAH
Dificuldades sociais e de comunicação, preocupação com interesses muito restritos	Transtorno de Espectro Autista-TEA
Preocupações e medos infundados que levam a padrões repetitivos de comportamento	Transtorno Obsessivo-Compulsivo-TOC

Fonte: Hudson (2021, p. 12)

Existem casos em que um indivíduo pode apresentar mais de um tipo de transtorno. É preciso atenção a este fato, pois, nesses casos, ambos os transtornos necessitam ser cuidados concomitantemente. Existem casos, ainda, que um indivíduo pode realmente possuir uma limitação em uma área de estudo, devido a um distúrbio, mas ter seu desenvolvimento perfeito ou aguçado em outra área de conhecimento (Hudson, 2021). O caso descrito a seguir, envolvendo um estudante de ensino médio técnico com laudo de TEA, é um exemplo e ocorreu em uma das turmas, de ensino médio, a qual lecionei.

Logo que chegou à unidade de ensino, devido a sua timidez e pouca interação, o estudante foi submetido a acompanhamento diferenciado por parte dos professores da turma, os quais, em reuniões de equipe, traçaram e implementaram métodos e formas para alcançá-lo. Nesse contexto, a predisposição dos docentes no sentido de se adaptar às circunstâncias adversas e implementar formas e métodos adequados às peculiaridades de aprendizagem do portador de TEA foi de fundamental importância para o desenvolvimento do estudante. Como exemplo de adaptação metodológica à peculiaridade da situação com vistas ao melhor aprendizado, podemos citar a implementação pelo docente de um ambiente tranquilo e amigável nas aulas da disciplina de Banco de Dados, utilizando-se de voz baixa em sua explanação e, após ministrar o conteúdo e indicar exercícios para todos os estudantes, sentava-se ao lado dele e realizava uma revisão da aula de forma calma, detalhada e abrangente.

Na sequência, traçava linhas de raciocínio, juntamente com o estudante, no intuito de desenvolver seu raciocínio crítico, conduzindo-o à resolução dos exercícios propostos. Meses transcorreram para que o corpo docente aprimorasse os métodos e formas inicialmente idealizados, alcançando, ao fim, a empatia e a confiança do aluno. No final do ano letivo, foi-nos possível avaliar que o estudante alcançou o resultado previamente definido, tendo absorvido a essência do conteúdo programático da disciplina em questão.

A inabilidade de entender os diagramas de banco de dados e de obter logicamente os resultados dos exercícios propostos, no entanto, não era encontrada na capacidade que ele tinha de decorar percursos. O estudante sabia o número de todas as linhas de ônibus do município do Rio de Janeiro e seus itinerários. Essa habilidade poderia ser um norte na escolha de uma carreira acadêmica para ele.

Na formação de uma classe escolar é possível encontrar um número significativo de estudantes com dificuldade de aprendizagem. Nesse interim, as evidências apontam a possibilidade de existir um número expressivo de estudantes com algum tipo de transtorno em uma classe escolar. A avaliação das atividades pedagógicas a serem aplicadas, em cada sala de aula, deverá ser bem estudada e discutida em face das peculiaridades diagnosticadas, permitindo, assim, o desenvolvimento e aplicação de metodologias e comportamentos adequados a cada

realidade que assegurem um resultado positivo e de qualidade para cada estudante das respectivas classes.

### 2.3 Discalculia

A Discalculia é um problema relacionado à incapacidade do indivíduo de realizar processos matemáticos e lógicos esperados para a sua idade. Ela tem origem neurobiológica com presença de componente genético (Hudson, 2021).

Existem algumas áreas do cérebro (figura 3) que são responsáveis pelo processamento do raciocínio matemático, no discalcúlico essas áreas possuem menos neurônios (Dourado, 2021).

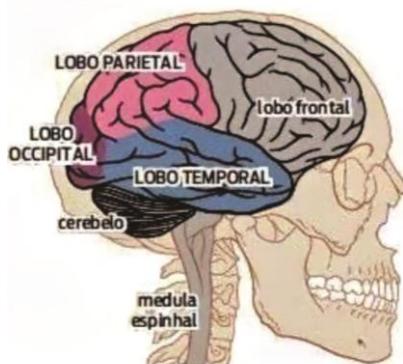


Figura 3:O Cérebro do Discalcúlico

Fonte: Imagem adaptada de <https://universodapsicopedagogia.blogspot.com/2012/09/discalculia.html>

A discalculia é considerada uma capacidade reduzida de compreensão da numerosidade, que é a propriedade essencial para o conceito do número, no qual os processos cognitivos estão implícitos nesses problemas de aprendizagem matemática (De Campos e Manrique, 2021).

A discalculia não compromete outras áreas de conhecimento, podendo o indivíduo ter habilidades em questões que não envolvam, por exemplo, a relação entre porcentagem e divisão e conseguir resolver problemas que envolvam abstração e representação mental.

Um exemplo de discalculia é a dificuldade que um indivíduo possui em resolver uma conta descrita através de um texto. A expressão  $10+3$  é simples de ser calculada, mas quando esses números são retirados de um contexto, o estudante discalcúlico não consegue ter uma compreensão.

Alguns exemplos:

Exemplo 1-Uma loja de brinquedos possui 10 bolas. Conseguiu vender 4. Quantas bolas ainda restam para serem vendidas (figura 4)?

$$\begin{array}{r} 10 \\ - \quad 4 \\ \hline \end{array} = ?$$

O lado esquerdo da equação mostra uma caixa com 10 círculos amarelos dispostos em duas fileiras de cinco. O lado direito mostra uma caixa com 4 círculos amarelos.

Figura 4: Problema matemático - subtração.

Exemplo 2 – Se realizarmos a conta dos dedos da mão do número 1 em direção ao número 10 leremos 10 dedos/números (figura 5). Mas, se começarmos a conta do dedo número 10 em direção ao dedo número 1 obteremos 11. Na figura 4 a demonstração do cálculo.

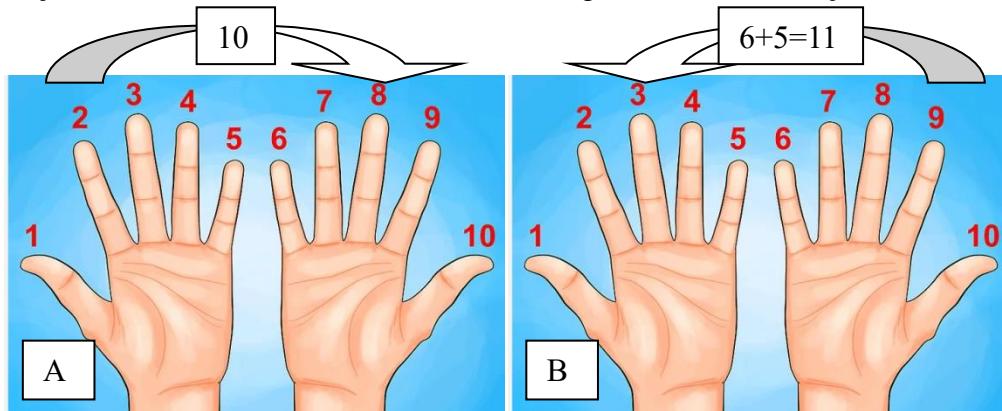


Figura 5: Contagem com as mãos.

Fonte: Imagem adaptada de <https://www.wikihow.com/Multiply-With-Your-Hands>

O estudante discalcúlico não consegue enxergar e entender o que acontece na figura 4B. Ele interpreta a leitura dos números indicados pelos dedos de trás para frente (10-9-8-7-6) como sendo a quantidade de dedos, assim, quando vai realizar a soma encontra na mão direita 6 números e na mão esquerda 5 números. Fazendo a soma ele encontra o número 11 e não 10.

Alguns indivíduos costumam confundir essa dificuldade da criança (discalculia) com preguiça (De Matos; Santos, 2021). Infelizmente é necessária uma formação melhor ou mais completa dos agentes de ensino para que, não só esse problema possa ser detectado, mas todos os outros pertinentes à educação. Uma avaliação inicial, mesmo que de uma forma superficial, poderia direcionar os estudantes para o profissional competente oferecendo assim um tratamento e possível adequação do ensino logo nos primeiros anos do ensino fundamental (Oliveira, 2017).

Alguns sintomas comuns no discalcúlico segundo Bastos (2008):

- 1) erro na formação de números que frequentemente ficam invertidos;
  - 2) dislexia;
  - 3) inabilidade para efetuar somas simples;
  - 4) inabilidades para reconhecer sinais operacionais e para usar separações lineares;
  - 5) dificuldade para ler corretamente o valor de número com multidígitos;
  - 6) memória pobre para os fatos numéricos básicos;
  - 7) dificuldade de transportar números para o local adequado na realização de cálculos;
  - 8) ordenação e espaçamento inapropriado dos números em multiplicações e divisões
- No quadro 1, Moraes (2016) identificou alguns tipos de discalculia:

Quadro 1: Tipos de Discalculia.

<b>Discalculia</b>	<b>Dificuldade Apresentada</b>
Verbal	Nomear quantidades matemáticas, números, termos e símbolos.
Gráfica	Escrita de símbolos matemáticos.
Operacional	Execução de operações e cálculos numéricos.
Practognóstica	Enumeração, manipulação e comparação de objetos reais ou em imagens.
Ideognóstica	Operações mentais e no entendimento de conceitos matemáticos.

O quadro 2 faz uma descrição dos requisitos que um indivíduo deve alcançar, por faixa etária, no desenvolvimento matemático. Faz, ainda, um apontamento das dificuldades que ele pode apresentar em decorrência da discalculia.

Quadro 2: Faixa etária x dificuldade

Faixa Etária (anos)	Requisitos Necessários	Dificuldade em Decorrência da Discalculia
3 a 6	Ter compreensão dos conceitos de iguais, diferentes, curtos e longos, grandes e pequenos, menos que e mais que; Classificar objetos pelo tamanho, cor e forma; Reconhecer números de 0 a 9 e contar até 10; Nomear formas e Reproduzir formas e figuras.	Problemas em nomear quantidades matemáticas, números, termos e símbolos
6 a 12	Agrupar objetos de 10 em 10; Escrever de 0 a 99; Nomear o valor do dinheiro; Dizer a hora; Realizar operações matemáticas; Usar mapas; Compreender metades; Quantas partes tem uma figura e Entender os números ordinais.	Leitura e escrita incorreta dos símbolos matemáticos
12 a 16	Capacidade de usar números na vida cotidiana; Usar calculadoras; Leitura de quadros, gráficos e mapas; Entendimento do conceito de probabilidade e Desenvolvimento de problemas.	Falta de compreensão dos conceitos matemáticos e dificuldade na execução mental e concreta de cálculos numéricos.

Fonte: Barreto (2012, p18-19)

## 2.4 Jogos na Educação

Segundo Kubiaki (2016), os jogos são desenvolvidos para lazer e diversão, mas também podem ser utilizados com finalidade educacional por trazerem implícitos aspectos pedagógicos que ajudarão o estudante a construir ou pôr em prática conhecimentos, e também trazer o desafio à fantasia e à curiosidade.

Segundo Kamii e Devries (1991) a utilização de jogos na educação não é algo novo, desde o início da nossa história são associados ao aprendizado e não somente no período da infância, mas das outras etapas também. Platão já associava a ideia de estudo ao prazer através das brincadeiras. As culturas gregas e romanas (século IV a.C) possuem evidências de que os jogos eram um artifício usado para tal, mas a ideia de jogo, propriamente dita, na educação só é usada no século XVIII (KAMII; DEVRIES, 1991; KISHIMOTO, 1995).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais apontam para o fato de que os jogos podem ser uma forma interessante de propor problemas devido ao seu formato atrativo favorecendo a criatividade no momento de criar estratégias para buscar uma solução (BRASIL, 1998, p. 46).

A BNCC (2018) orienta:

“5. Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados” (BRASIL, 2018, p. 267).

A Teoria da Aprendizagem Lúdica, desenvolvida por Jean Piaget (1998) e Lev Vygotsky (1978), destaca a importância do jogo no desenvolvimento e aprendizado das crianças. Segundo Piaget, os jogos promovem a assimilação de novos conhecimentos e habilidades através da ação e interação com o ambiente. Já Vygotsky enfatiza o papel dos jogos no desenvolvimento das funções mentais superiores, como a resolução de problemas e o pensamento abstrato.

A Teoria da Motivação Intrínseca, proposta por Edward Deci e Richard Ryan (2000), destaca que os jogos podem ativar a motivação intrínseca dos estudantes, ou seja, o desejo interno de participar de uma atividade pelo prazer e interesse que ela proporciona. Os jogos oferecem desafios, recompensas intrínsecas, autonomia e oportunidades de domínio, fatores que contribuem para a motivação e o engajamento dos estudantes.

Com o surgimento do jogo digital no século XX, somada à ciência da computação, cada vez mais novas tecnologias são implementadas e auxiliam outras ciências na descoberta, desenvolvimento e solução de situações problemas Carvalho (2018, p21). Na sociedade atual o digital tem trazido novas invenções de práticas sociais e culturais humanas mudando hábitos e atitudes. Essas tecnologias têm permitido que a interação entre as pessoas ocorra a qualquer tempo e em qualquer localização. A facilidade de compreensão no manuseio de algumas ferramentas tem facilitado a sua aplicação em diversos usos. Essa evolução, rápida, tem repercutido nos meios de ensino de forma exponencial.

Os jogos digitais estão ligados fortemente aos hábitos sociais cotidianos e fazem parte não só da vivência das crianças, mas também dos adultos. A princípio estão ligados ao lazer, mas esse paradigma tem sido quebrado e eles têm sido usados com a finalidade educacional. Eles trazem, de forma implícita, algumas características pedagógicas que ajudam ao desenvolvimento dos estudantes (KUBIAKI,2016)

A aplicação e utilidade da tecnologia se tornam de grande valor quando a observamos como um objeto de interesse das crianças e jovens. Certamente o bom uso e adequação em cada etapa do jogo, no caso desse projeto proposto, são fatores preponderantes no que diz respeito ao objetivo a ser alcançado.

Alguns autores sinalizam condições as quais os jogos digitais são uma ferramenta positiva de aprendizagem. Entre elas: o indivíduo guarda melhor as suas experiências quando possuem metas a serem cumpridas, interpretação das experiências durante e depois das ações, resposta imediata para reconhecimento de erros, entre outras (GEE, 2008).

Chamat (2008) explicita, em sua obra, sobre o uso de jogos e atividades específicas para a observação da criança, ela chama a atenção para o fato de que o erro não deve ser encarado como fracasso quando um indivíduo é avaliado. Por outro lado, as regras, também, não podem ser ignoradas, afinal fazem parte do jogo.

Diversos autores citam em suas obras avaliações através de jogos lúdicos físicos (tabuleiro, peças), não obstante essa técnica pode ser facilmente transportada para os jogos eletrônicos. Por exemplo, Silva (2016), no seu trabalho de conclusão de curso, apresentou o tema: Jogos Eletrônicos: Contribuições para o processo de aprendizagem. Ela fez escolha pelo jogo eletrônico devido à popularidade dele. Hoje a tecnologia faz parte do dia a dia das crianças. A

facilidade com as novas tecnologias torna o uso dos jogos muito mais atraente e efetivo como instrumento de aprendizado e, de igual forma, de diagnóstico.

Viana (2021) informa a utilização dos jogos eletrônicos no processo de intervenção psicopedagógica, vem mostrando-se como um instrumento riquíssimo, pois com a utilização dos mesmos, pode-se trabalhar a coordenação motora, a memória, dificuldades de leitura e escrita, dificuldades na matemática.

Além disso o autor explica que os jogos podem ser usados como reforço para algumas crianças. Um exemplo de jogos usados para o trabalho com crianças com Síndrome de Dawn são os jogos Racha Cuca, que tem várias modalidades, como jogos da memória, cruzadinhas, aprender o alfabeto. Todos esses jogos conseguem atingir o objetivo da intervenção, de forma lúdica e prazerosa e a criança ainda participa ativamente de todo o processo com entusiasmo e alegria.

Viana (2021) no seu artigo Jogos Digitais e sua Relação com o Conhecimento Matemático traz aplicações de jogos físicos no universo dos jogos digitais. A autora destaca nessa questão Neto e Fonseca (2013, p. 3) como sendo uma ferramenta que auxilia no desenvolvimento do conhecimento e habilidades cognitivas. Essa afirmação também é defendida por Caillois (1991) e eles afirmam que os jogos digitais podem trazer influência positiva para o indivíduo.

A autora frisa a importância da formação e atualização dos professores. Muitas vezes a falta de conhecimento por partes dos docentes se torna um entrave na aplicação de novos recursos em sala de aula. No estudo do uso de jogos digitais na disciplina de matemática, Viana (2021) conclui que há um certo desinteresse por parte dos estudantes por acharem que a disciplina testada é muito difícil, uma realidade no Brasil.

Alguns projetos, como os citados no capítulo 3, têm demonstrado que os jogos eletrônicos são um recurso positivo de aplicação psicopedagógica positivo. Com o uso dos jogos eletrônicos é possível a realização de exercícios de forma prazerosa, lúdica e com respostas rápidas melhorando:

- A coordenação motora;
- A realização de contas;
- A leitura e escrita.

Segunda a pedagoga Lynn Alves Chmidt da Universidade Federal da Bahia (UFBA), coordenadora da rede de pesquisa Comunidades Virtuais–UFBA: “Nesses últimos 20 anos, houve um crescimento de grupos de pesquisa no Brasil que não apenas refletem sobre a medição dos jogos digitais no processo de aprendizagem, mas também desenvolvem esses games” (Schmidt 2022).

O jogo não tende a caracterizar fracasso ou desestímulo do estudante quando da sua utilização, muito pelo contrário, fomenta a diversão, socialização, fantasia e segurança, ações que são defendidas por estudiosos como sendo características positivas das brincadeiras.

Não pode ser esquecido o fato de que os jogos digitais devem ser usados de forma correta. Os benefícios são vários, mas, quando usados erradamente, podem fazer mais mal do que bem. Bons princípios de aprendizagem, seguindo as pesquisas em Ciências Cognitivas, são somados aos games, pois existe a necessidade de que as pessoas aprendam como se joga. Se o game tiver uma dificuldade muito grande, a ponto de não ser compreensível a sua mecânica, as pessoas não iriam comprá-lo. (GEE, 2008)

## 2.5. Trabalhos Relacionados

Esta seção relaciona trabalhos que servem para uma melhor compreensão da proposta aqui apresentada na área de educação e de detecção de dificuldades de aprendizado.

A maioria desses trabalhos tem por fim ajudar estudantes do ensino fundamental 1 no desenvolvimento da aprendizagem.

O jogo JEEDMA (Jogo Eletrônico Educacional em Matemática) é um jogo eletrônico educacional gamificado criado para auxiliar no desenvolvimento da cognição numérica. É um jogo de corrida de carros com oponentes, obstáculos e várias pistas (Actio, 2021).

Tem como objetivos:

- Auxiliar estudantes dos anos iniciais ou anos finais do ensino fundamental a desenvolverem o senso numérico;
- Contribuir para a aprendizagem dos estudantes com dificuldades em Matemática.

O Jogo Huni Kuin (figura 6) – Os caminhos da jiboia, contempla cinco histórias tradicionais do povo Kaxinawá (Huni Kuin), as quais se transformam em aventuras vividas por dois jovens indígenas. Traz a cultura e a história desse povo, para todo o mundo, na forma de um jogo de plataforma 2D. Possui como público-alvo estudantes do ensino fundamental 1 (Schmidt, 2023).



Figura 6: Tela principal do jogo Huni Kuin

Santos, em seu trabalho de conclusão de curso, desenvolveu o Mat Educ (figura 7), um jogo desktop que auxilia os professores no ensino da matemática a estudantes do ensino fundamental até 8 anos de idade (Santos, 2017). As ferramentas para a idealização do jogo foram o HTML e Construct 2. As fases do jogo apresentam figuras do cotidiano dos estudantes. Trabalha com as 4 operações básicas da matemática (soma, subtração, multiplicação e divisão) distribuídas em várias fases.



Figura 7: Tela principal do jogo Mat Educ

Lopes cria um Objeto de Aprendizagem (OA) denominado “Brincalculia (figura 8): o Cálculo certo contra a discalculia (Lopes, 2019). O autor desenvolve um jogo que utiliza

interfaces básicas de design, é gratuito, faz uso de interação intuitiva com os estudantes e explora os diversos tipos de discalculia. O autor frisa que é uma ferramenta de auxílio ao educador e que serve para incentivar o interesse do estudante pela matemática.



Figura 8: Tela principal do AO Brincalculia

Em Delhi, na Índia, foi testado um aplicativo de baixo custo disponível em tablets, o START (Screening Tools for Autism Risk using Technology). Ele ajuda na detecção precoce de autismo em crianças. Esse aplicativo é usado pelos agentes de saúde quando em visita à casa dos moradores na região e faz uso de jogos simples. A precisão do aplicativo foi de 78% na detecção de autismo. A coautora do estudo, Teodora Gliga, discorre: “Este trabalho nos dá esperança de que um dia poderemos fornecer diagnósticos objetivos e oportunos de autismo, sempre que necessário, independentemente de barreiras financeiras ou culturais” (Dubey, 2023).

Na figura 9 uma mãe indiana trabalha o aplicativo START com o seu filho, fazendo uso de tablet. Ela usa do aplicativo para fazer o rastreamento ocular.



Figura 9: START.

Miotelo discute o ensino de Poliedros a partir de jogos para “descálculo”, conclui que os jogos podem ser um instrumento de grande valia no ensino da matemática principalmente para estudantes com discalculia. Frisa que a formação de um ambiente motivador pode tornar o ensino divertido, interessante e prazeroso no descobrir e redescobrir o aprendizado (Miotelo, 2020).

No artigo Desafios e Oportunidades em Neurociência Computacional na Educação Brasileira os autores trazem medidas computacionais somadas à neurociência para o rastreio de Transtornos de Aprendizagem no Brasil. A Neurociência Computacional, que abraça a interdisciplinaridade Neurociência, Ciência Cognitiva e a Ciência da Computação, é indicada como uma solução que pode tratar e analisar grandes volumes de dados e trazer mais resultados na avaliação precoce de Transtornos de Aprendizagem. (ResearchGate, 2014)

No artigo, também é elencado que o maior desafio é reunir uma base de dados e criar novos mecanismos para análise e detecção desses transtornos. Os jogos educacionais são mencionados como uma proposta positiva para obtenção de resultados. O trabalho menciona a Dislexia (dificuldade para associar o símbolo gráfico, as letras, com o som que elas representam, e organizá-los, mentalmente, numa sequência temporal) como uma questão a ser tratada nesse artigo, a princípio, no universo dos transtornos existentes.

### 3. METODOLOGIA

O uso de jogos eletrônicos com propósitos educacionais tem se revelado uma ferramenta eficaz no processo de ensino e aprendizagem. Portanto, empregar uma metodologia de desenvolvimento apropriada possibilita alcançar os objetivos educacionais, criando um jogo que atenda aos requisitos estabelecidos inicialmente e mantenha a qualidade desejada. O presente capítulo discorre sobre a metodologia utilizada para a implementação do aplicativo e do jogo, frutos desse trabalho de dissertação.

De acordo com a literatura (Oliveira, 2020), a elaboração de jogos provenientes de uma abordagem metodológica não é rígida ou definitiva, mas passível de mudanças de acordo com diferentes fatores, incluindo o número de pessoas envolvidas, a complexidade do projeto e o ambiente em que ele se encontra e o tipo de jogo. Assim, sugere-se uma sequência de etapas para o desenvolvimento de projetos de jogos digitais em contexto educacional. A metodologia adotada nesta dissertação para projetar o jogo digital é fruto da integração, customização e contextualização de várias práticas, processos e técnicas do mercado adaptadas ao ambiente escolar. Destacamos duas principais fontes de inspiração para sua fundamentação as Metodologias de Design e as Metodologias Ágeis (Bürdek, 2006). Metodologias Ágeis visam entregas mais rápidas de um produto e com menos documentação. Pode-se por exemplo lançar um protótipo do jogo antes de qualquer projeto completo

A figura 10 contém o diagrama com alguns objetos da pesquisa criados.

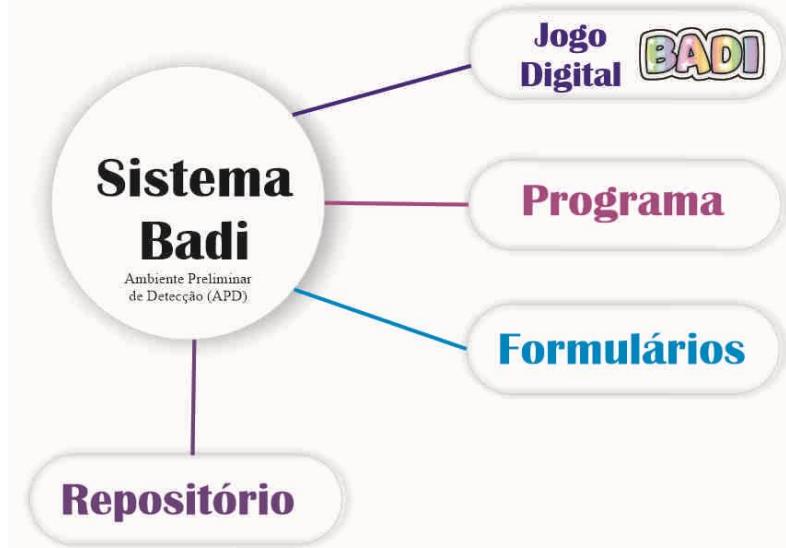


Figura 10: Diagrama de Objetos do Sistema Badi

Para a concepção do jogo BADI, o gênero proposto é o Adventure-Puzzle (Rogers, 2012), o qual faz com que os jogadores busquem soluções para resolver um enigma. Apesar da ligação entre o Sistema Badi e os outros objetos implementados, o jogo será single-player não

havendo interação entre os jogadores. A jogabilidade será realizada com o mover do mouse e de seus botões.

A mecânica do jogo vai consistir em levar o estudante a descobrir os enigmas/questões que surgirão ao longo da gameplayer de forma divertida e prazerosa. Na fase piloto do projeto, o estudante terá que coletar objetos e colocá-los no lugar correto. Nesse primeiro momento foram projetadas duas fases do jogo.

A engine na qual o jogo será desenvolvido, cujo o download foi realizado no site <https://gamemaker.io/pt-BR>, é o Game Maker.

Para a criação dos formulários digitais e do programa, o qual faz a integração entre todas as informações que são coletadas e analisadas, foi usada a linguagem de programação Python.

Para a coleta das informações do estudante, feita através dos professores e dos responsáveis, foi usado formulário implementado no próprio sistema. Essas informações estão relacionadas à vida estudantil, às condições de saúde e sociais do estudante. Os responsáveis preencherão um formulário no momento da matrícula do estudante, o que geralmente é praticado pelas escolas. O diferencial, nesse caso, será a meio eletrônico utilizado. Um questionário de desenvolvimento também será trabalhado pela professora regente ao longo das etapas do ano letivo. As questões contidas nesses questionários e formulários serão produzidas levando em conta as informações necessárias para uma avaliação básica e preliminar das condições físicas e emocionais do estudante.

Para armazenamento de informações obtidas no jogo e nos formulários é aplicado o banco de dados relacional (Heuser, 1998).

Devido à necessidade de se coletar informações e realizar cálculos matemáticos será usado o método de pesquisa quantitativo, seguindo os ensinamentos de Richardson (1989) é aplicado. Esses cálculos (soma, subtração,...média aritmética), apresentados no decorrer do jogo, são usados para contabilizar o desempenho do estudante, o qual, combinado com as informações lançadas nos formulários, permitirão o mapeando do desenvolvimento e do progresso do mesmo, fornecendo subsídios para uma análise técnica e objetiva, apontando, se for o caso, para a necessidade de encaminhamento do aluno à profissional médico para fins de confirmação do resultado.

Os testes de usabilidade, eficiência e efetividade do programa, jogo e formulários foram testados com a aplicação da escala SUS (System Usability Scale) nessa etapa da pesquisa. Essas informações foram computadas e analisadas para emitir o resultado proposto pela pesquisa (Barros 2022).

O trabalho está seguindo a normativa da BNCC (2018):

Tabela 2: BNCC

Unidade Temática	Objeto de Conhecimento	Habilidades
Número		
	Problemas envolvendo diferentes significados da adição e da subtração (juntar, acrescentar, separar, retirar)	<p><b>(EF02MA02)</b> Fazer estimativas por meio de estratégias diversas a respeito da quantidade de objetos de coleções e registrar o resultado da contagem desses objetos (até 1000 unidades).</p> <p><b>(EF02MA03)</b> Comparar quantidades de objetos de dois conjuntos, por estimativa e/ou por correspondência (um a um, dois a dois, entre outros), para indicar “tem mais”, “tem menos” ou “tem a mesma quantidade”, indicando, quando for o caso, quantos a mais e quantos a menos</p>

Com o intuito de exemplificar a execução do aplicativo, o resultado obtido por cada estudante foi disponibilizado no repositório digital multidisciplinar de acesso aberto denominado Zenodo.

Repositório de Dados são plataformas onde são armazenadas informações provenientes de pesquisas e estudos, por exemplo. Esses dados podem ser consultados e modificados de acordo com as permissões concedidas pelo autor (níveis de acesso). Formam uma base de dados de acesso rápido (Couto, 2023).

Os dados coletados no BADI e inseridos no repositório Zenodo (figura 11) não possuem identificação dos indivíduos envolvidos e nem da instituição de ensino (dados anonimizados), dessa forma, será garantido o respeito à privacidade de cada estudante através do anonimato permitindo que outros pesquisadores façam uso das informações lá disponíveis posteriormente (Maciel, 2019).

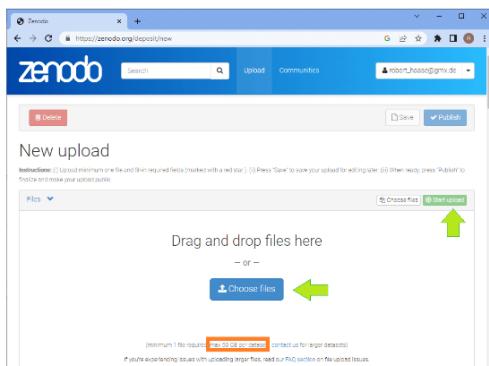


Figura 11: Repositório Zenodo

Fonte: <https://focalplane.biologists.com/2023/02/15/sharing-research-data-with-zenodo/> Zenodo.org

Como se vê, a coleta e a disponibilização dos referidos dados observam os princípios contidos na Lei nº 13.709/2018, Lei Geral de Proteção de Dados, respeitando, portanto, os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade dos estudantes (Maciel, 2019).

Cabe destacar que não foram feitos testes com estudantes devido ao prazo pequeno para submissão ao Conselho de Ética. Somente a operacionalidade do sistema como um todo será avaliada.

#### **4. DESENVOLVIMENTO DO JOGO - Digital GAME DESIGN DOCUMENT (GDD)**

Este capítulo trata do Game Design Document, ou seja, é o documento que descreve como o jogo funciona, suas características, fases, a engine utilizada, quais os objetivos a serem alcançados e o layout das fases.

##### **4.1. Objetivos do Jogo**

O Jogo BADI é ambientado em uma sala de brinquedos. O jogo emula ser um tipo de brinquedo pedagógico digital que servirá para o desenvolvimento de aprendizagens específicas relacionadas a discalculia. O jogo envolve regras, e pretende ajudar a criança a chegar a conclusões. Os objetivos do jogo são bem simples e com graus de dificuldade diferenciados. O jogo é composto de fases e cada fase tem seus objetivos específicos.

Na fase 1 o aluno deve colocar os foguetes, com a ajuda do mouse, nas respectivas caixas com as cores correlatas. Na fase 2 o aluno deve colocar cada foguete na caixa relacionada ao seu tamanho.

A cada tentativa de jogada as informações do jogador e da jogada são coletadas para posterior análise.

O jogo usa exercícios comuns a disciplina de matemática em atividades de sala de aula regular. Alguns desses exercícios podem ser vistos nas figuras 12 e 13.

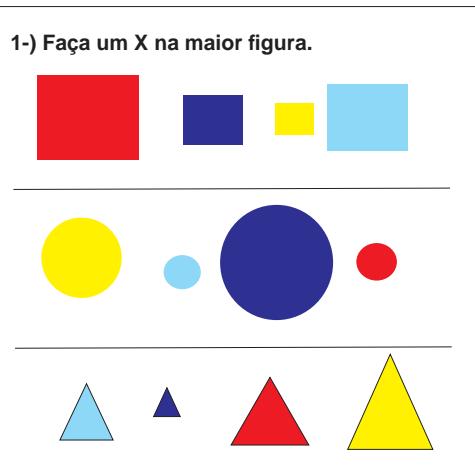


Figura 12: Exercício marcar maior

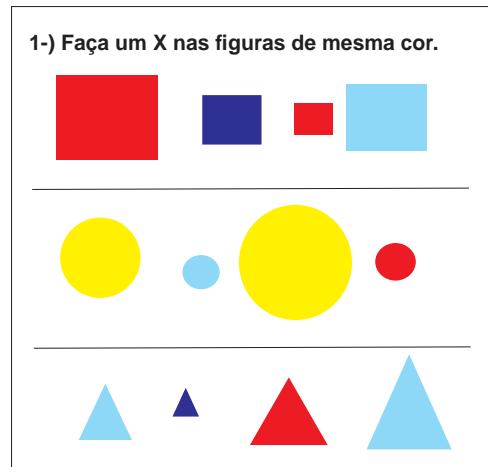


Figura 13: Exercício marcar mesma cor

##### **4.2. Características Principais do Jogo**

O jogo foi projetado para acontecer em um ambiente gráfico de duas dimensões (2D). O jogo não demanda computadores especiais nem placas de vídeo especiais ou muitos recursos de memória ou processador. Essa escolha se justifica, pois, muitas escolas não possuem computadores de alto desempenho. Seus gráficos são compostos por imagens de objetos simples e

conhecidos pelos estudantes da faixa etária para a qual ele foi projetado. A jogabilidade é feita através do mouse.

É um jogo do tipo Adventure-Puzzle (Rogers (2012)). Ele é single-player, ou seja, um único jogador jogará por vez e tem visão que se refere à perspectiva gráfica que segue do ponto de vista do jogador

A classificação do jogo é eC (Early Childhood – primeira infância) (Gardinal-Pizato, 2012), ou seja, não possui conteúdo inapropriado (sexo, lutas, drogas, linguagem obscena, entre outros)

#### 4.3. Plataformas

O jogo foi desenvolvido para ser usado em computadores (PC e Notebooks) com processadores iguais ou superiores ao Core i5, memória de 8G e configuração básica de placa de vídeo. Foi idealizado para o sistema operacional o Windows 10 ou superior.

#### 4.4. Faixa Etária

O protótipo do jogo foi projetado para atender aos estudantes, dentro do ambiente de sala de aula, na faixa etária relativa aos primeiros anos do ensino fundamental 1, pois leva em consideração a maturidade e os conteúdos pedagógicos abordados nessa faixa etária.

#### 4.5. Fluxo do Jogo

O jogo tem início com uma tela de abertura com solicitação de login, figura 14. Logo após, será exibida uma tela com um menu contendo 2 opções, como na figura 15. O jogador pode escolher uma delas para iniciar o jogo ou pode selecionar a opção SAIR, a qual finalizará o jogo.



Figura 14 Tela de Login do Jogo



Figura 15 Tela de Opções do Jogo

Na opção 1, Jogo das Cores, o jogador deverá levar o foguete a caixa de sua mesma cor (figura 16).



Figura 16: Tela do Jogo das Cores

Na opção 2, Jogo do tamanho, o jogador deverá colocar todos os foguetes de tamanho igual na mesma caixa (figura 17).



Figura 17: Tela do Jogo dos Tamanhos

#### 4.6. Mecânica do Jogo

A mecânica é o “motor” que impulsiona a experiência do jogador, moldando a jogabilidade e tornando cada jogo único e envolvente. A mecânica do jogo BADI consiste em arrastar os foguetes, com o uso do mouse, até as caixas corretas de acordo com a cor ou com o tamanho.

### 5. APPLICATIVO BADI

O aplicativo BADI, figura 19, é o integrador dos resultados obtidos no jogo BADI com os formulários preenchidos pelos responsáveis dos estudantes e pelos professores.

Nele é possível obter a análise dos resultados coletados por aluno ou por turma. Nessa versão preliminar, nos formulários, foram usadas perguntas simples e mais comuns, pois o objetivo é fazer justamente o teste da integração das ideias da pesquisa.

O aplicativo BADI foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python e o banco de dados relacional. A escolha dessa linguagem e do banco de dados se deu em virtude de fazerem parte do conteúdo programático ministrado no curso de HD.

O logotipo do Badi foi criado no CorelDraw levando em conta uma caixa de brinquedos (Pain, 1985).



Figura 18: Logo do aplicativo App BADI

O aplicativo foi dividido em várias opções com acesso para profissionais diferentes da escola. A opção Início foi desenvolvida para dar uma visão geral do sistema (figura 19).

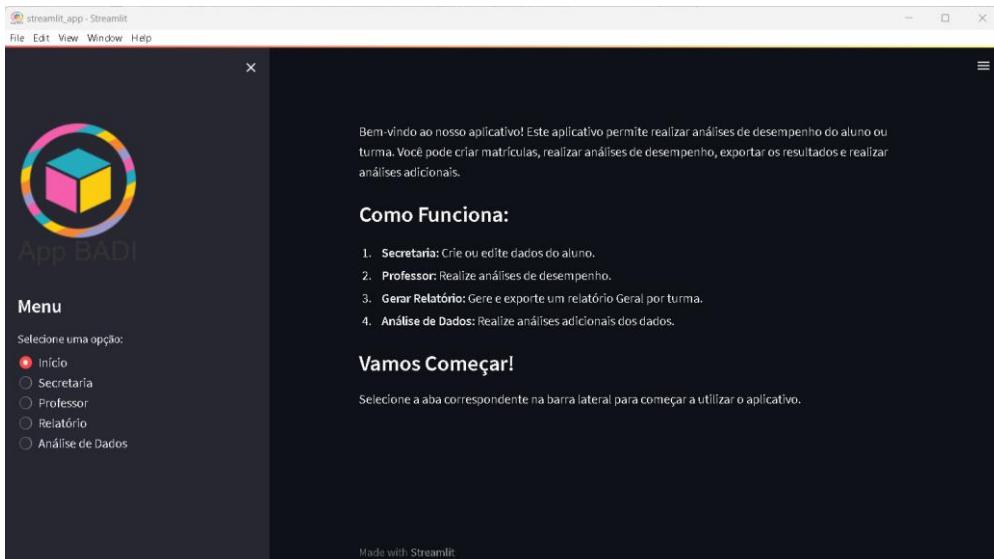


Figura 19: Tela Inicial do Aplicativo BADI feito com a biblioteca Streamlit

A opção secretaria faz jus ao nome e acumula as funções de cadastro de aluno e matrícula, pertinentes ao setor. Nessa opção a anamnese, indicada pelos responsáveis do estudante, também é inserida no sistema (figura 20). Essa opção permite a visualização da informação prestada pelo familiar de que o estudante precisa ou não de acompanhamento.

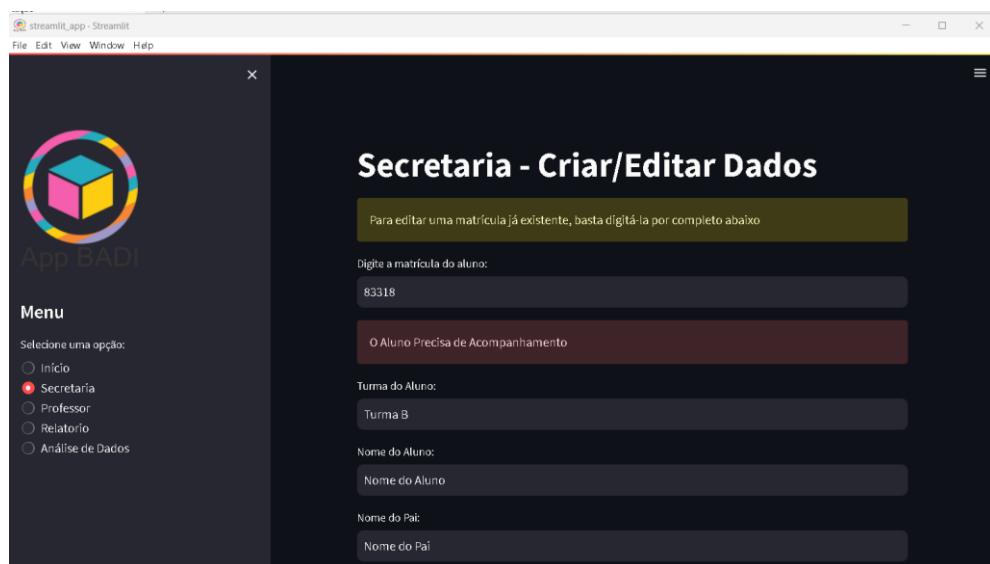


Figura 20: Opção Secretaria do aplicativo Aplicativo BADI

Na opção Professor, o docente alimentará o sistema com a sua percepção de cada estudante da turma inserindo as informações do progresso da vida cotidiana escolar (figura 21). São feitas 3 perguntas onde uma régua de graduação indica o nível de percepção do estudante em cada quesito a ser observado, ambos são relacionados a conhecimentos matemáticos pertinentes à idade estudantil testada.

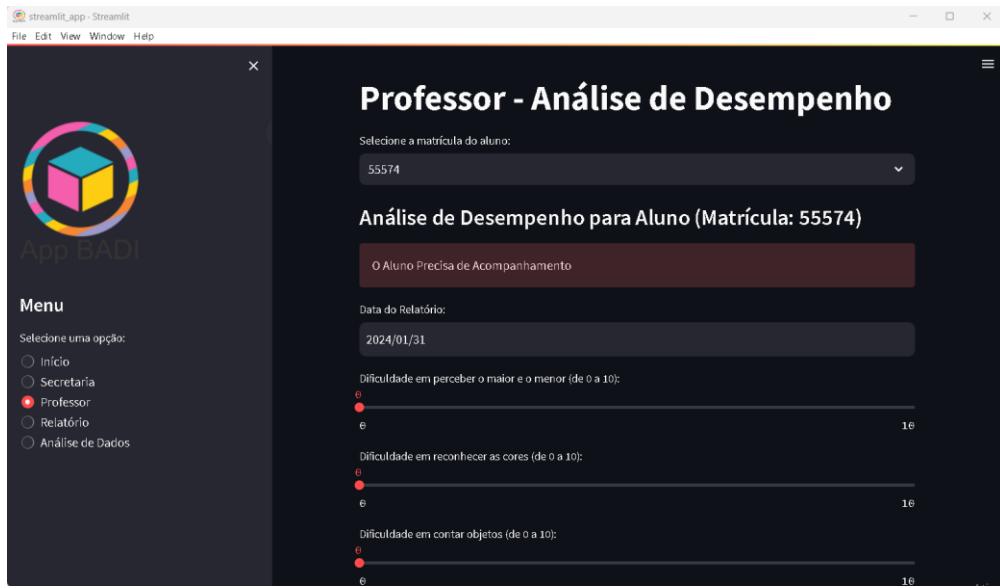


Figura 21: Opção Professor do aplicativo Aplicativo BADI

Na opção Relatório estão as análises dos alunos nos dois níveis do jogo. É feita uma separação de alunos por turma em: Na média, Acima da Média e Abaixo da Média. Ao final, esse relatório pode ser exportado para o Excel (figura 22).

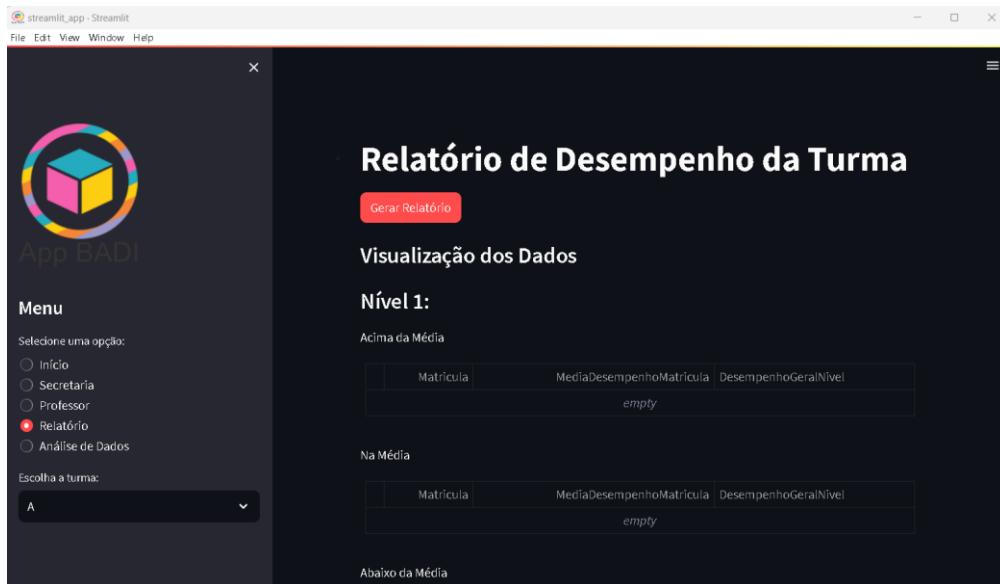


Figura 22: Opção Relatório do aplicativo Aplicativo BADI

Na opção Análise de Dados é possível visualizar as informações de uma determinada turma, nível e matrícula (figura 23). Essa opção permite a visualização da informação de que o estudante precisa ou não de acompanhamento.



Figura 23: Opção Análise de Dados do aplicativo Aplicativo BADI

## 5.1. A Programação do Aplicativo BADI

O Python é a quinta linguagem de programação mais usada no mundo. Ela permite uma independência de uso da aplicação criada em plataformas diferentes. Com ela é possível desenvolver uma aplicação com menos linhas de código do que em outras linguagens devido a sua legibilidade do código e uma sintaxe mais concisa (Mueller, 2020).

Foram usadas algumas bibliotecas no Python para o desenvolvimento da aplicação BADI, pois elas diminuem o uso de códigos dentro do programa, possuindo, cada uma delas, finalidades e aplicações diferentes.

- Bibliotecas usadas no BADI.
- Streamlit - cria web Apps;
- Time – funções relacionadas a tempo;
- Pandas – possui estruturas para usar banco de dados relacionais;
- IO – gerenciamento de entrada e saída;
- Numpy – executar facilmente cálculos numéricos;
- OS – ajuda a usar funcionalidades que dependem do sistema operacional;
- Openpyxl – lê e escreve no excel;
- CSV – ajuda a trabalhar com arquivos CSV;
- Typimg – auxilia na criação dinâmica de novos tipos.

## 5.2. O Banco de Dados do Aplicativo BADI

O banco de dados é uma coleção de informações organizadas que são guardadas e podem ser manipuladas. No modelo relacional faz-se o uso de tabelas e dos relacionamentos entre elas. Essas tabelas possuem vários atributos. Entre os atributos existe o chamado atributo identificador, o qual garante que uma determinada linha da tabela seja única, assegurando a integridade dos dados (Alves, 2021).

As informações trabalhadas no jogo e no APP BADI estão descritas abaixo.

- Jogo BADI: Matricula, Nível, Pontos, Erros e Tempo
- App BADI: Aluno\_matricula, Aluno\_turma, Aluno\_nome, Aluno\_pai, Aluno\_mae, Aluno\_data\_nascimento, Aluno\_natural, Aluno\_rua\_numero, Aluno\_cep, Aluno\_bairro, Aluno\_cidade, Aluno\_estado, Aluno\_res, Aluno\_telefone\_celular, Aluno\_Genero,

Dificuldade\_leitura,Dificuldade\_escrita,Dificuldade\_interpretacao,Dificuldade\_aritmetica,Dificuldade\_locomocao,Dificuldade\_sugere\_deficiencia,Dificuldade\_laudo,Dificuldade\_acompanhamento,Dificuldade\_descricao,Precisa\_acomp\_resp,Data\_relat\_prof,Dificuldade\_escrita\_prof,Dificuldade\_interpretacao\_prof,Dificuldade\_aritmetica\_prof,Precisa\_acomp\_prof

Essas informações são processadas e um relatório final é gerado. Esse relatório é gravado em um arquivo CSV, permitindo que outros tipos de processos possam ser executados com as informações nele registradas, de acordo com a necessidade de cada instituição. O Excel, por exemplo, é um programa que suporta arquivos CSV, podendo ser facilmente usado na obtenção de resultados diversos com a planilha final.

## 6. TESTE DE USABILIDADE DO APLICATIVO BADI E DO JOGO BADI

A fim de verificar a usabilidade do jogo Badi e do aplicativo foram feitos testes usando a escala SUS (System Usability Scale). Essa escala serve para demonstrar, tendo como amostra um grupo de pessoas, se o sistema testado atende a alguns parâmetros de usabilidade, sendo apenas um instrumento de auxílio a essa verificação. Foram realizadas 10 amostras para o jogo e a mesma quantidade para o programa. Responderam 10 pessoas, dentro de uma escola, com idades e profissões diversas.

O teste possui algumas perguntas (tabela 5) que são respondidas fazendo uso de uma escala de 1 a 5 (Barros, 2022). A qual identifica o grau de concordância do usuário com o sistema. Sendo que nos extremos temos os significados:

- 1 - Concordo completamente;
- 2 – Concordo;
- 3 – Neutro;
- 4 – Concordo;
- 5 - Concordo Completamente.

As perguntas possuem uma ordem que deve ser mantida para que a validade do mesmo seja mantida.

Após o preenchimento pelo usuário é feito um cálculo com base nas regras abaixo:

- Para todas as respostas ímpares: subtrair 1 ponto do valor que o usuário escolheu ( $x-1$ );
  - Para todas as respostas pares: subtrair do valor que o usuário escolheu 5 pontos ( $x-5$ ).
- A comunidade científica atribuiu um índice de 68 pontos para que um sistema seja aceitável e estabeleceu índices de referência (Barros, 2022).

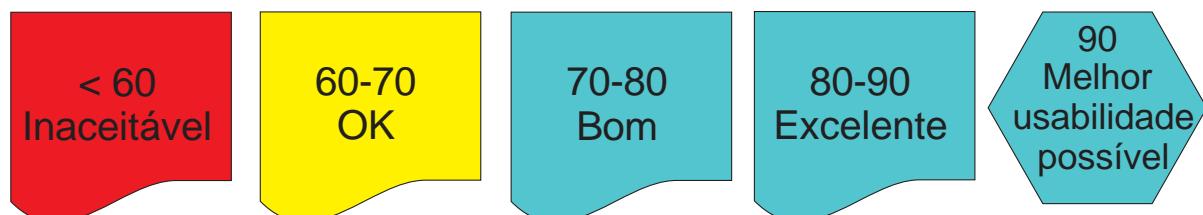


Figura 24: Diagrama Usabilidade SUS.

## 6.1. Formulários do Teste de Usabilidade do Aplicativo BADI e Jogo BADI

Foi usado o Google Forms, plataforma de formulários do Google, para colher as respostas dos usuários. As perguntas utilizadas se encontram nos quadros 3 e 4. A pontuação é marcada clicando com o mouse no círculo indicativo do número da escala SAS.

Quadro 3: Formulário - App BADI

1 - Eu acho que gostaria de usar esse programa com frequência.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				
2 - Eu acho o programa desnecessariamente complexo.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				
3 - Eu achei o programa fácil de usar.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				
4 - Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o programa.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				
5 - Eu acho que as várias funções do programa estão muito bem integradas.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				
6 - Eu acho que o programa apresenta muita inconsistência.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				
7 - Eu acredito que as pessoas aprenderão como usar esse programa rapidamente.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				
8 - Eu achei o programa atrapalhado de usar.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				
9 - Eu me senti confiante ao usar o programa.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				
10 - Eu precisei aprender várias coisas antes de conseguir usar o programa.	1	2	3	4	5
	<input type="radio"/>				

Quadro 4: Formulário - Jogo BADI

1 - Eu acho que gostaria de usar esse jogo com frequência.	1	2	3	4	5
2 - Eu acho o jogo desnecessariamente complexo.	1	2	3	4	5
3 - Eu achei o jogo fácil de usar.	1	2	3	4	5
4 - Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o jogo.	1	2	3	4	5
5 - Eu acho que as várias funções do jogo estão muito bem integradas.	1	2	3	4	5
6 - Eu acho que o jogo apresenta muita inconsistência.	1	2	3	4	5
7 - Eu acredito que as pessoas aprenderão como usar esse jogo rapidamente.	1	2	3	4	5
8 - Eu achei o jogo atrapalhado de usar.	1	2	3	4	5
9 - Eu me senti confiante ao usar o jogo.	1	2	3	4	5
10 - Eu precisei aprender várias coisas antes de conseguir usar o jogo.	1	2	3	4	5

## 6.2. Resultados dos Testes de Usabilidade do Aplicativo BADI e do Jogo BADI

Cada usuário que respondeu ao formulário recebeu um número, entre 1 e 10, para servir de identificação no processo. Após o preenchimento dos formulários as respostas foram coletadas, os dados foram calculados e foram gerados os resultados abaixo.

Pontuação por usuário do Aplicativo BADI:

Tabela 3: Pontuação por usuário do formulário do AppBADI

Usuário	Pontuação
1	100
2	100
3	80
4	100
5	100
6	100
7	100
8	100
9	100
10	92,5

Média: 97,25

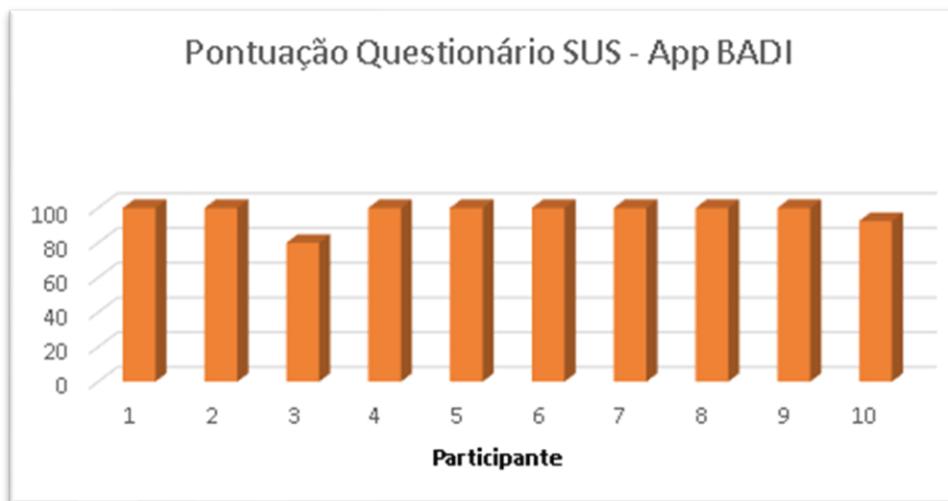


Gráfico 1: Pontuação Questionário SUS – App BADI.

Tabela 4: Pontuação por usuário do formulário do Jogo BADI

Usuário	Pontuação
1	100
2	100
3	100
4	100
5	100
6	100
7	100
8	97,5
9	77,5
10	85

Média: 96



Gráfico 2: Pontuação Questionário SUS – Jogo BADI.

## 7. CONTRIBUIÇÃO PARA O AMBIENTE DE ENSINO/APRENDIZAGEM

A contribuição que essa pesquisa deixa à disposição da entidade educacional é de um protótipo de Ambiente Preliminar de Detecção (APD), o Sistema BADI. Ele é composto de um Aplicativo (App BADI) e de um jogo (Jogo BADI). Isso é possível devido a integração e interdisciplinaridade entre os conhecimentos computacionais psicopedagógicos e matemáticos, para o desenvolvimento de método e ferramenta adequados à identificação precoce da discalculia.

O Jogo BADI (Box de Auxílio ao Desenvolvimento Infantil) foi criado a partir do ponto alto da obra de Sara Pain, na Hora do Jogo, a ideia da CAIXA descrita como instrumento pela autora (Pain, 1985). Através da ludicidade ele colhe informações do estudante enquanto testa suas habilidades em matemática.

“Com o jogo, a criança combina propriedades em uma alquimia peculiar na qual o impossível pode ser experimentado”(Pain, 1985, p. 51).

O BADI é o personagem que vai apresentar esse mundo novo ao estudante. Um universo prazeroso o qual ele poderá brincar e oferecer informações para que os profissionais da área da educação e saúde consigam adentrar nas suas dificuldades sem a pressão do dia a dia e da avaliação tradicional.

B-BOX

A-AUXÍLIO

D-DESENVOLVIMENTO

I-INFANTIL

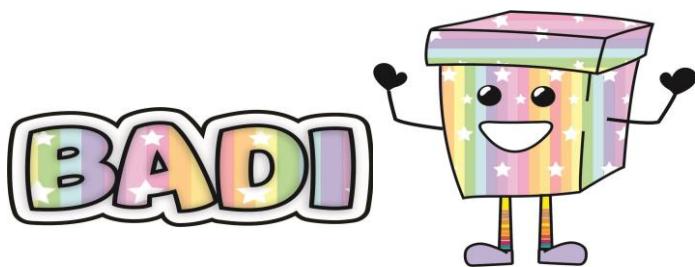


Figura 25: Logo BADI

O APP BADI é um sistema integrador das informações colhidas sobre o estudante. É através dos processamentos feitos nele que o estudante poderá ser direcionado ou não para uma avaliação com profissional de saúde habilitado.

As informações do estudante: turma, código e necessidade de acompanhamento, foram gravadas em uma planilha com a extensão csv. Ela é carregada no repositório Zenodo (figura 24) ficando assim à disposição da comunidade para consulta. Todo esse processo respeita a lei geral de proteção de dados.

The screenshot shows the Zenodo web interface for managing research data. At the top, there's a search bar, navigation links for 'Communities' and 'My dashboard', and a user dropdown. Below the header, a message says 'You are previewing a new record that has not yet been published.' A 'Back to edit' button is available.

The main content area displays a CSV file titled 'Análise quantitativa de alunos com Discalculia'. The file is described as follows:

**Aplanilha apresenta o resultado final da análise de número de estudantes que necessitam de acompanhamento para discalculia num unidade escolar.**

The file contains the following data:

Nº	Código Aluno	Turma Aluno	Necess_com_discalculia
1	55594	Turma A	VERDADEIRO
2	63338	Turma B	VERDADEIRO
3	63134	Turma B	VERDADEIRO
4	59253	Turma A	VERDADEIRO
5	58311	Turma C	VERDADEIRO
6	70982	Turma C	VERDADEIRO
7	21418	Turma A	VERDADEIRO

Below the table, there's a section for 'Files (251 Bytes)' with a single CSV file entry:

- Name: Zetoro\_aluno\_database.csv
- Size: 251 Bytes
- Actions: Preview and Download

On the right side of the page, there are several panels:
 

- Versions**: Shows a single version (Version 1.0) published on Feb 5, 2024.
- External resources**: Shows an OpenAIRE link.
- Communities**: Shows the message 'This record is not included in any communities yet.'
- Details**: Shows the DOI (DOI 10.5194/zenodo.10015704), Resource type (Other), and Publisher (Zenodo).

Figura 26: Plaínilha CSV carregada no repositório Zenodo.

## **8. CONCLUSÃO E FUTURA PESQUISA**

A pesquisa utilizada neste trabalho fez uma correlação entre as áreas que compõem as Humanidades Digitais contribuindo assim para a melhor compreensão dessa área educacional. A implementação de soluções para questões psicopedagógicas com o uso da ciência da computação prova mais uma vez a importância da integração entre as ciências.

Os formulários SUS devolveram resultados satisfatórios, num contexto geral, tanto para a utilização do Jogo BADI quanto do Aplicativo BADI, demonstrando assim versatilidade e facilidade na operação de ambos.

Os protótipos produzidos (Aplicativo BADI e jogo BADI) serviram para demonstrar a interação, a usabilidade e a compatibilidade entre os jogos e as informações colhidas dentro do ambiente escolar. Funcionou com informações e formatos simples, mas abriu o entendimento para a possibilidade de integração entre o desenvolvimento em sala de aula e as anamneses feitas em outros ambientes educacionais.

O projeto tem a possibilidade, no futuro, de ser bem mais aprofundado e abrangente, podendo ser implementado para mais faixas etárias e dificuldade de aprendizagem.

Sempre deve ser levado em consideração, durante todo o processo de avaliação, o uso do jogo como uma ferramenta de auxílio, incentivando o aluno a responder aos estímulos que são a ele imputados, gerando um ambiente prazeroso. Essa foi uma das premissas que levou a criação do jogo BADI.

A utilização posterior dos dados processados em repositório aberto, respeitando a LGPD, contribui para que outros pesquisadores possam começar os seus trabalhos com uma fonte de informação real, assim formulando mais soluções para a questão da deficiência de aprendizagem na escola.

Assim, concluo essa dissertação acreditando que seja apenas um pequeno passo rumo ao desenvolvimento de projetos que reúnam, cada vez mais, as ciências distintas, com um olhar para a solução de problemas que afetam milhares de estudantes no Brasil.

## **REFERÊNCIAS**

ACTIO: Docência em Ciências. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acessado em 10 de Novembro de 2023

ALMEIDA, Maria Elisa Grijó Guahybade; PINHO, Luís Ventura de. Adolescência, família e escolhas: implicações na orientação profissional. Psicol. clin., Rio de Janeiro , v. 20, n. 2,p. 173-184, 2008 . Disponível em <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-56652008000200013&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-56652008000200013&lng=pt&nrm=iso)> Acessado em 10 de Novembro de 2023

ALVES, William Pereira. Banco de Dados: teoria e desenvolvimento. 2. Ed. São Paulo: Erica, 2021

ARCE, A. O jogo e o desenvolvimento infantil na teoria da atividade e no pensamento educacional de Friedrich Froebel. Cadernos CEDES, v. 24, n. 62, p. 9–25, 2004.

BARROS, M. Guia atualizado de como utilizar a escala SUS (System Usability Scale) no seu produto. 2022 Disponível em: <<https://brasil.uxdesign.cc/guia-atualizado-de-como-utilizar-a-escala-sus-system-usability-scale-no-seu-produto-ab773f29c522>> Acessado em 23 de Novembro de 2023

BARRETO, A. B. Trabalhando a discalculia através de jogos matemáticos. 2012. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Centro Universitário La Salle, Canoas, 2012.

BASTOS, JA. O cérebro e a matemática. São Paulo: Edição do Autor; 2008

BERRY, David M.; Fagerjord (2017). Capítulo 2.Digital Humanities: Knowledge and Critique in a Digital Age. UK: Polity.

BÜRDEK, B. História, Teoria e Prática do Design de Produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

CALDEIRA, Mariane Fernanda da Silva Cuice. Jogos Digitais no Processo de Aprendizagem das Crianças. Revista FT Linguística, Letras e Artes, 2023  
CARDOSO, T. Jogos digitais em sala de aula ajudam jovens a ver sentido em aprendizado. Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/noticias/jogos-digitais-em-sala-de-aula-ajudam-jovens-a-ver-sentido-em-aprendizado>, 2021> Acessado em 7 de Junho de 2023

CARVALHO, Gabriel Rios de A importância dos jogos digitais na educação / Gabriel Rios de Carvalho; Bruno Dembogurski, orientador. Niterói, 2018. 41 f

CASTRO, R. As humanidades digitais além de uma abordagem previsível: um delineamento de um conceito em construção the digital humanitiesbeyond a predictable approach: an outline of a concept underconstruction. Liinc em revista, v. 15, n. 1, 2019. DOI:10.18617/liinc.v15i1.4566.

Cf. Kirschenbau, Matthew G. What is Digital Humanities and what is it doing in your English department?, ADE BullEtin, 150, 2010.

CHAMAT, Leila Sara José. Técnicas de Intervenção Psicopedagógica. 1º ed. Vol. Único. São Paulo: VETOR Editora Psico-Pedagógica Ltda, 2008.

CO, J. W. Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acessado em 10 de janeiro de 2024

Connecting Youth, Games, and Learning (pp. 21-40). Cambridge, MA: The MIT Press

COUTO CORRÊA DA SILVA, F. et al. Diagnóstico dos Repositórios de Dados no Brasil. Brazilian Journal of Information Science, v. 17, p. e023031, 2023.

DE MATOS, E.; SANTOS, D. Discalculia e educação: Quais conhecimentos os professores possuem acerca deste tema. Revista Psicopedagogia, v. 38, n. 116, p. 272–283, 2021.

DO CONHECIMENTO, A. D. E. J. V. P. A. D. Rafael Savi. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/96046/299498.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 01 jan. 2023.

DOURADO, L. P. (2021). DISCALCULIA: E SUA RELAÇÃO COM O CÉREBRO. Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação, 7(6), 910–927. <https://doi.org/10.51891/rease.v7i6.1443>

DUBEY, I., Bishain, R., Dasgupta, J., Bhavnani, S., Belmonte, M. K., Gliga, T., Mukherjee, D., Lockwood Estrin, G., Johnson, M. H., Chandran, S., Patel, V., Gulati, S., Divan, G., & Chakrabarti, B. (2023). Using mobile health technology to assess childhood autism in low-resource community settings in India: An innovation to address the detection gap. Autism, <<https://doi.org/10.1177/13623613231182801>> Acessado em: 11 jan. 2023

FONSECA, V. Introdução às dificuldades de aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GARDINAL-PIZATO, E. C.; MARTURANO, E. M.; FONTAINE, A. M. G. V. Acesso à educação infantil e trajetórias de desempenho escolar no ensino fundamental. Paidéia (Ribeirão Preto), v. 22, n. 52, p. 187–196, 2012.

GEE, J. P. Learning and Games. In K. Salen (Eds.), The Ecology of Games, 2008

GOMES, C. P. R.; DA PENHA, P. X. Mapeando as principais dificuldades de aprendizagem nos anos iniciais do Ensino Fundamental: estudos na Revista Cefac. Revista Educação Pública, v. 21, n. 11, 2021.

HEUSER, Carlos Alberto. Projeto de Banco de Dados. 4º edição. Editora Sagra Luzzato. 1998

HUDSON, Diana. Dificuldades específicas de aprendizagem: Ideias práticas para trabalhar com: dislexia, discalculia, disgrafia, disgraxia, Tdah, TEA, Síndrome de Asperger e TOC. 1º edição. Editora Vozes. 2019.

INSTITUTO NEUROSABER, “Aspectos Neurológicos da Aprendizagem – Artigos Neuro Saber”, 10 de agosto de 2016. Disponível em <<https://institutoneurosaber.com.br/aspectos-neurologicos-de-aprendizagem/>> Acessado em 7 de junho de 2023.

JEEDMA: A Utilização de Um Jogo Eletrônico Educacional Gamificado Para o Desenvolvimento Da Cognição Numérica | Silva | ACTIO: Docência Em Ciências' Disponível em <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/12765>> Acessado em 7 de junho de 2023.

MACIEL, R. Manual prático sobre a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais: Atualizado com a MP 869/18. [s.l.] Independently Published, 2019.

KAMII, C.; DEVRIES, R. O conhecimento físico na educação pré escolar: implicações da teoria de Piaget. Tradução: Maria Cristina R. Goulart. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

KAPP, K.M. The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education, John Wiley & Sons, 2012.

KEYS, Bernard; WOLFE, Joseph. The role of management games and simulations in education and research. Journal of management, v. 16, n. 2, p. 307-336, 1990

KUBIAKI, C. S. O Uso de Jogos Eletrônicos no Ensino da Matemática na transição do Ensino Fundamental I e II. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: Acessado em 20 dez. 2021.

LOPES, Victor Matheus da Costa Teixeira. Brincalculia: um objeto de aprendizagem destinado a discalculia / Victor Matheus da Costa Teixeira Lopes. – Serra Talhada, 2019. 57 f.: il.

MIOTELO, João Victor Amaro, NATAL, Isabella. O Ensino de Poliedros a Partir de Jogos para Descalculo. FIRA – Faculdade Integrada Regional de Avaré – 18700-902 – Avaré – SP , 2020

MORAES, Paula Louredo. Discalculia, sintomas, causas e tratamento. Brasil Escola. Disponível em. Acesso em 03 de julho de 2022.

MUELLER, John Paul. Começando a programar em Phyton para leigos. 2. Edição/John Paul Mueller; traduzido por Gian Marco Converso. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.  
NETO, J. F. B.; FONSECA, F. S. Jogos educativos em dispositivos móveis como auxílio ao ensino da matemática. In: RENOTE, V. 11, N° 1, julho, 2013. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/41623/26403>> Acessado em 10 de agosto de 2023

NEUROSABER. A diferença entre dificuldade e transtorno de aprendizagem. Disponível em: <<https://institutoneurosaber.com.br/a-diferenca-entre-dificuldade-e-transtorno-de-aprendizagem/>>. Acessado em 10 de janeiro de 2023

OCDE (2023), PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

OLIVEIRA, P. H. de S., FONTOURA, L. M., MEDINA, R. D. Metodologias usadas no desenvolvimento de Jogos Digitais Educacionais: uma revisão da literatura, 2020. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2020.542

OHLWEILER, Lygia. Dificuldades para a aprendizagem. In: ROTAA, N. T.; LYGIA, O.; RIESGO, R. S. Transtorno da Aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed, 2016.

PAIN, Sara. Diagnóstico e Tratamento dos Problemas de Aprendizagem. artmed, 1985.

PIAGET, J. A psicologia da criança. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

PROMETEICA. Revista de Filosofia y Ciencias [recurso eletrônico]. Mar del Plata, Argentina. Ano 6, n. 14 (2016), p. 66-72

RESEARCHGATE. Desafios e Oportunidades em Neurociência Computacional na Educação Brasileira. 2014 Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/266896139> Desafios e Oportunidades em Neurociência Computacional na Educação Brasileira> Acessado em 7 de janeiro de 2023

RICHARDSON, Roberto Jarry. Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.

ROGERS, Scott. Level UP: um Guia Para o Design de Grandes. 3o. São Paulo: Blucher, 2012.

RYAN, Richard M. e DECI, Edward L. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. In: Contemporary Educational Psychology, 2000.

SANTOS, Deyse Thainá Vieira. Mat Educ: jogo para auxiliar professores do ensino fundamental básico no ensino-aprendizado da matemática. 2017

SANTOS, Renan André Barbosa dos; ANDRADE, Camila Souza de; JUCÁ, João Marcos Breia; BARRETO, Cristiano da Conceição. A utilização de jogos como ferramenta auxiliar no ensino da Matemática. Revista Educação Pública, v. 21, nº 42, 23 de novembro de 2021. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/42/a-utilizacao-de-jogos-como-ferramenta-para-auxiliar-no-ensino-da-matematica>> Acessado em 7 de junho de 2023

SCHMIDT, S. Games digitais na sala de aula. Edição 313, março 2022. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/games-digitais-na-sala-de-aula>> Acessado em 15 de agosto de 2023

SILVA, S. S. d. Jogos eletrônicos: contribuições para o processo de aprendizagem. 2016.

SOMAVILLA, A. S; ANDRADE, S. V. R.; SILVA, C. R. G. X. e SILVA,P. G. N.. Avaliação em Matemática: Indicadores e Apontamentos. Unioeste de Cascavel, 2017.

SOUTO, M. PISA: 73% dos estudantes brasileiros estão abaixo do nível em matemática. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/euestudante/2023/12/6665288-pisa-73-dos-estudantes-brasileiros-estao-abixo-do-nivel-em-matematica.html>> Acessado em 20 de abril de 2023

TAVARES, S. C. Estudos sobre discalculia e instrumentos de avaliação psicopedagógica. Revista Psicopedagogia, 2022.

VIANA, S. N.; CORREIA, F. L. DE S.; MARTINS, J. M. DE L. Jogos digitais e sua relação como o conhecimento matemático. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2021.

VYGOTSKI , LS. A Formação Social da mente. 2<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Martins Fonte, 1988.

WHITTON, Nicola. Digital games and learning: reasearch and theory. New York: Routledge, 2014.