



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS VII - PATOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM CIÊNCIA DA**  
**COMPUTAÇÃO**

**MARIA REGINA LUCENA DA SILVA**

***EXECUTREE ADVENTURES: APLICAÇÃO WEB PARA O***  
**DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS**

**PATOS - PB**  
**2024**

MARIA REGINA LUCENA DA SILVA

***EXECUTREE ADVENTURES: APLICAÇÃO WEB PARA O  
DESENVOLVIMENTO DAS HABILIDADES DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação do Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação.

**Orientador:** Dr. Jucelio Soares dos Santos

**PATOS - PB**

**2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586e Silva, Maria Regina Lucena da.  
*Executree adventures* [manuscrito] : aplicação *web* para o desenvolvimento das habilidades das funções executivas / Maria Regina Lucena da Silva. - 2024.  
79 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Jucelio Soares dos Santos, Coordenação do Curso de Computação - CCEA".

1. Usabilidade. 2. Funções executivas. 3. Aplicação digital.  
4. Desenvolvimento infantil. I. Título

21. ed. CDD 004.67

MARIA REGINA LUCENA DA SILVA

EXECUTREE ADVENTURES: APLICAÇÃO WEB PARA O DESENVOLVIMENTO  
DAS HABILIDADES DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso  
de Ciência da Computação da  
Universidade Estadual da Paraíba,  
como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel em Ciência da  
Computação

Aprovada em: 19/11/2024.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Harlem Alves do Nascimento** (\*\*\*.796.924-\*\*), em **26/11/2024 17:14:09** com chave **fe9433aac3211efbf0606adb0a3afce**.
- **Jucelio Soares dos Santos** (\*\*\*.475.114-\*\*), em **26/11/2024 12:00:15** com chave **24eb35c0ac0711ef94662618257239a1**.
- **Rosangela de Araujo Medeiros** (\*\*\*.723.558-\*\*), em **28/11/2024 21:26:35** com chave **979a5db6ade811efb71f06adb0a3afce**.

Documento emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QrCode ao lado ou acesse [https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar\\_documento/](https://suap.uepb.edu.br/comum/autenticar_documento/) e informe os dados a seguir.

**Tipo de Documento:** Termo de Aprovação de Projeto Final

**Data da Emissão:** 09/12/2024

**Código de Autenticação:** 4f5ee7



## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que preparou para a minha vida este caminho tão inesperado mas que me proporcionou momentos incríveis.

A minha família, que nunca deixou de me apoiar, especialmente a minha mãe, a quem devo agradecer não somente este trabalho como também a minha vida, minha educação e meus princípios, pois sem ela nada disso seria possível.

Aos meus amigos de curso, sobretudo a Luan Nycholas, Davi Miguel e Jonathas Bezerra, por sempre estarem ao meu lado nas atividades de grupo e fora delas.

Ao meu namorado, Rafael Soares Felix, que entrou na minha vida no momento que eu mais precisei e me apoiou para concluir este trabalho.

Aos meus amigos pessoais, Bheverlly, Rayssa, Valdemy, Caetano e Eduardo, que me ajudaram a me manter sã durante a caminhada.

Ao meu orientador, Jucelio Soares dos Santos, por todo o tempo que gastou me ajudando a concluir isto, e a todos os professores que fizeram parte desta minha jornada, em especial a Marcos Thadeu, que acreditou em mim quando eu já não acreditava.

Por último, mas não menos importante, a mim mesma, pois só eu sei das batalhas que lutei para chegar até aqui.

*"A verdadeira coragem é ir atrás de seu sonho mesmo  
quando todos dizem que ele é impossível."*

**Cora Coralina**

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso investiga a usabilidade da aplicação *ExecuTree Adventures*, uma ferramenta projetada para promover o desenvolvimento das funções executivas em crianças de 6 a 12 anos. As funções executivas, que incluem habilidades como flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho, desempenham um papel importante no aprendizado, na resolução de problemas e no desenvolvimento social e emocional das crianças. O fortalecimento dessas habilidades é essencial para que as crianças se tornem aprendizes eficazes e cidadãos adaptáveis. A pesquisa foi estruturada em três etapas principais: (1) o desenvolvimento da aplicação, onde foram consideradas as melhores práticas de design centrado no usuário para garantir que a ferramenta fosse intuitiva para a faixa etária-alvo; (2) a aplicação de questionários baseados em escalas Likert, que mediram a usabilidade e a satisfação dos usuários, fornecendo dados quantitativos sobre a experiência das crianças ao utilizar o aplicativo; e (3) a análise dos resultados, que permitiu avaliar a usabilidade da aplicação na melhoria das habilidades executivas. Os resultados, obtidos por meio de questionários baseados em uma escala Likert, indicaram uma avaliação amplamente positiva. A aplicação foi considerada fácil de usar, intuitiva e de rápida assimilação, com 99% dos usuários afirmando que aprenderam a utilizá-la rapidamente. Além disso, 97,9% dos participantes expressaram satisfação com a experiência, destacando a combinação de uma interface acessível e atividades interessantes. Conclui-se que o *ExecuTree Adventures* possui excelente usabilidade, sendo uma ferramenta promissora para o desenvolvimento das funções executivas. Sugere-se que estudos futuros explorem o uso da aplicação em ambientes educacionais reais para validar seus resultados em contextos diversos.

**Palavras-chave:** Usabilidade; Funções Executivas; Aplicação Digital; Desenvolvimento Infantil.

## **ABSTRACT**

This thesis investigates the usability of the ExecuTree Adventures application, a tool designed to foster the development of executive functions in children aged 6 to 12. Executive functions, including skills such as cognitive flexibility, inhibitory control, and working memory, play a vital role in children's learning, problem-solving, and social-emotional development. Strengthening these skills is essential for children to become effective learners and adaptable citizens. The research followed three main stages: (1) developing the application with user-centered design practices to ensure the tool is intuitive for the target age group; (2) administering Likert-scale questionnaires to measure usability and user satisfaction, providing quantitative data on the children's experience with the app; and (3) analyzing the results to assess the application's usability in enhancing executive function skills. The results, obtained from the Likert-scale questionnaires, showed overwhelmingly positive feedback. The application was easy to use, intuitive, and quickly learned, with 99% of users reporting they mastered it quickly. Additionally, 97.9% of participants expressed satisfaction with the experience, highlighting the combination of an accessible interface and engaging activities. In conclusion, ExecuTree Adventures demonstrates excellent usability and shows promise as a tool for fostering executive function development. Future studies should explore its use in real educational environments to validate the results across diverse contexts.

**Keywords:** Usability; Executive Functions; Digital Application; Child Development.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama de Caso de Uso. . . . .	51
Figura 2 – Modelo de Arquitetura. . . . .	53
Figura 3 – Tela de Login. . . . .	54
Figura 4 – Tela de Cadastro do Professor. . . . .	54
Figura 5 – Tela de Menu (Página inicial). . . . .	55
Figura 6 – Tela de Listagem de Alunos. . . . .	55
Figura 7 – Tela de Cadastro de Alunos. . . . .	56
Figura 8 – Tela de Edição de Professor/Aluno. . . . .	56
Figura 9 – Tela de Relatório. . . . .	57
Figura 10 – Tela de Informações Sobre a Aplicação. . . . .	57
Figura 11 – Página de Créditos . . . . .	58
Figura 12 – Páginas Iniciais do Jogo. . . . .	58
Figura 13 – Exemplo de Item de Controle Inibitório. . . . .	59
Figura 14 – Exemplo de Item de Flexibilidade Cognitiva. . . . .	60
Figura 15 – Exemplo de Item de Memória de Trabalho. . . . .	60

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Análise dos resultados sobre a opinião dos respondentes para Utilidade.	61
Tabela 2 – Análise dos resultados sobre a opinião dos respondentes para Facilidade de Uso. . . . .	63
Tabela 3 – Análise dos resultados sobre a opinião dos respondentes para Facilidade de Aprender. . . . .	64
Tabela 4 – Análise dos resultados sobre a opinião dos respondentes para Satisfação.	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FE's	Funções Executivas
GDPR	<i>General Data Protection Regulation</i>
IA	Inteligência Artificial
LGPD	Lei Geral da Proteção de Dados
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TRI	Teoria de Resposta ao Item
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
USE	<i>Usability, Satisfaction, and Ease of Use</i>
XSS	<i>Cross-Site Scripting</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização do Problema . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>1.3</b>	<b>Proposta de Solução . . . . .</b>	<b>14</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1.5</b>	<b>Questões de Pesquisa . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1.6</b>	<b>Estrutura do trabalho . . . . .</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>TEMAS E TRABALHOS RELACIONADOS . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Funções Executivas . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1</b>	<i>Definição e Importância das Funções Executivas . . . . .</i>	<i>18</i>
<b>2.1.2</b>	<i>Desenvolvimento das Funções Executivas na Infância . . . . .</i>	<i>20</i>
<b>2.1.3</b>	<i>Impactos das Funções Executivas no Aprendizado . . . . .</i>	<i>22</i>
<b>2.2</b>	<b>Jogos Digitais e o Desenvolvimento Cognitivo . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>2.2.1</b>	<i>Conceitos e Classificação de Jogos Educativos . . . . .</i>	<i>24</i>
<b>2.2.2</b>	<i>Jogos Digitais e a Promoção de Habilidades Cognitivas . . . . .</i>	<i>25</i>
<b>2.2.3</b>	<i>Elementos de Gamificação e Suas Aplicações na Educação . . . . .</i>	<i>27</i>
<b>2.3</b>	<b>Segurança em Aplicações Web para Crianças . . . . .</b>	<b>29</b>
<b>2.3.1</b>	<i>Considerações Éticas e Legais no Desenvolvimento de Aplicações para Crianças . . . . .</i>	<i>29</i>
<b>2.3.2</b>	<i>Desafios de Segurança em Aplicações Web Educativas . . . . .</i>	<i>31</i>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA . . . . .</b>	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<i>ExecuTree Adventures . . . . .</i>	<i>34</i>
<b>3.1.1</b>	<i>Análise de Planejamento . . . . .</i>	<i>35</i>
<b>3.1.2</b>	<i>Design . . . . .</i>	<i>36</i>
<b>3.1.3</b>	<i>Desenvolvimento . . . . .</i>	<i>37</i>
<b>3.1.4</b>	<i>Validação e Implementação . . . . .</i>	<i>38</i>
<b>3.2</b>	<b>Elaboração do Questionário . . . . .</b>	<b>38</b>
<b>3.3</b>	<b>Aplicação do Questionário . . . . .</b>	<b>40</b>
<b>3.3.1</b>	<i>Objetivo da Pesquisa . . . . .</i>	<i>40</i>

3.3.2	<i>Definição dos Participantes</i>	40
3.3.3	<i>Instrumento de Coleta de Dados</i>	41
3.3.4	<i>Procedimentos de Coleta</i>	41
3.3.5	<i>Métodos de Análise de Dados</i>	42
3.3.6	<i>Confiabilidade e Validade</i>	42
3.3.7	<i>Ameaças à Validade e Limitações</i>	42
4	<b>EXECUTREE ADVENTURES</b>	44
4.1	<b>Análise de Requisitos</b>	44
4.1.1	<i>Requisitos Funcionais</i>	44
4.1.2	<i>Requisitos Não-Funcionais</i>	47
4.2	<b>Modelo de Análise</b>	48
4.2.1	<i>Perfil do Usuário</i>	48
4.2.2	<i>Sequência de Eventos do Sistema</i>	49
4.2.3	<i>Diagrama de Caso de Uso</i>	50
4.2.4	<i>Tecnologias de Suporte</i>	51
4.3	<b>Modelo de Arquitetura</b>	53
4.4	<b>Modelo de Projeto</b>	54
4.4.1	<i>Pré-autenticação (Administrador)</i>	54
4.4.2	<i>Pós-autenticação (Professor)</i>	55
4.4.3	<i>Relatórios e Informações</i>	57
4.4.4	<i>Instrumento Avaliativo (Aluno)</i>	58
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	61
5.1	<b>Análise da Utilidade</b>	61
5.2	<b>Análise da Facilidade de Uso</b>	62
5.3	<b>Análise da Facilidade de Aprender</b>	64
5.4	<b>Análise da Satisfação</b>	65
6	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b>	68
	<b>REFERÊNCIAS</b>	70

## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se uma visão geral desta pesquisa, incluindo a contextualização do problema, a definição do problema, a proposta de solução, os objetivos, as questões de pesquisa e a metodologia operacional.

### 1.1 Contextualização do Problema

As funções executivas são habilidades cognitivas essenciais, incluindo flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho (Diamond, 2020). Essas habilidades são fundamentais para o desenvolvimento acadêmico, social e emocional das crianças, permitindo que elas planejem, tomem decisões, controlem impulsos e se adaptem a novas situações (Cristofori; Cohen-Zimmerman; Grafman, 2019). A flexibilidade cognitiva refere-se à capacidade de ajustar estratégias e perspectivas em resposta a mudanças no ambiente (Orakci, 2021). O controle inibitório envolve a capacidade de suprimir respostas impulsivas e focar em tarefas específicas (Schroeder et al., 2020), enquanto a memória de trabalho é crucial para manter e manipular informações temporárias necessárias para realizar tarefas complexas (Logie; Camos; Cowan, 2020).

No entanto, muitas crianças enfrentam desafios no desenvolvimento dessas habilidades (Corbo; Casagrande, 2022). Dificuldades em funções executivas podem levar a problemas de atenção, comportamento impulsivo, dificuldades na resolução de problemas e, conseqüentemente, um desempenho acadêmico abaixo do esperado (Spiegel et al., 2021). Além disso, essas dificuldades podem impactar negativamente as interações sociais das crianças, dificultando a formação de relacionamentos e a participação em atividades grupais (Zelazo; Carlson, 2020; Diamond, 2020).

Com o avanço das tecnologias digitais, surgiram oportunidades para criar ferramentas que possam ajudar no desenvolvimento dessas habilidades de forma lúdica (Homer; Raffaele; Henderson, 2020). Aplicações web com elementos lúdicos têm se mostrado eficazes em promover o aprendizado e a melhoria de habilidades cognitivas, fornecendo um ambiente interativo e motivador para as crianças. Essas aplicações podem ser eficazes porque combinam elementos de diversão e desafio, mantendo as crianças engajadas enquanto desenvolvem habilidades importantes (Antonopoulou et al., 2022).

A utilização de aplicações web para o desenvolvimento das funções executivas é

apoiada por uma crescente base de evidências científicas (Panesi; Ferlino, 2020). Estudos indicam que aplicações bem projetadas podem melhorar a flexibilidade cognitiva, o controle inibitório e a memória de trabalho, proporcionando às crianças uma maneira de praticar e aprimorar essas habilidades (Diamond, 2020; Barkley, 2012; Green; Bavelier, 2012). Além disso, essas aplicações podem ser facilmente acessíveis e adaptáveis, permitindo a personalização das atividades de acordo com as necessidades individuais de cada criança (Diamond, 2020).

A necessidade de métodos eficazes e acessíveis para fomentar as funções executivas em crianças é clara. Muitos programas tradicionais de desenvolvimento cognitivo podem ser caros, demorados e pouco motivadores para as crianças. Em contraste, aplicações web oferecem uma solução prática que pode ser utilizada em diversos contextos, como em casa, na escola ou em ambientes terapêuticos (Zygouris et al., 2023; Gkora; Drigas, 2024).

Explorar o potencial das tecnologias digitais nesse contexto pode oferecer soluções significativas. Ao desenvolver aplicações web que integrem elementos lúdicos projetados especificamente para melhorar as funções executivas, é possível criar ferramentas que não apenas entretêm, mas também educam e desenvolvem habilidades essenciais para o sucesso acadêmico e social das crianças. Dessa forma, é fundamental continuar investigando e desenvolvendo essas tecnologias para garantir que elas sejam eficazes, acessíveis e amplamente implementáveis.

## **1.2 Problema**

Apesar do reconhecimento da importância das funções executivas no desenvolvimento infantil e do avanço das tecnologias digitais, ainda existem lacunas significativas na aplicação prática dessas tecnologias para fomentar essas habilidades (Gkora; Drigas, 2024). Muitas crianças enfrentam dificuldades em desenvolver flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho, o que impacta negativamente seu desempenho acadêmico, social e emocional (Boer; Elias, 2022). Métodos tradicionais de intervenção, como programas de desenvolvimento cognitivo, muitas vezes são caros, demorados e pouco atrativos para as crianças (Jeong et al., 2021).

Embora existam estudos que demonstrem a eficácia de jogos digitais e aplicações web na melhoria das habilidades cognitivas, a maioria dessas ferramentas não é

especificamente projetada para promover as funções executivas (Green; Bavelier, 2012; Diamond, 2020). Além disso, a falta de personalização e de um ambiente interativo adequado pode limitar o engajamento e a eficácia dessas ferramentas (Gee, 2003; Alsawaier, 2018).

Ademais, a validação empírica de muitas dessas aplicações é insuficiente, deixando uma lacuna na evidência científica sobre sua eficácia real. Há uma necessidade de desenvolver e validar aplicações web que integrem elementos lúdicos e sejam especificamente projetadas para melhorar as funções executivas em crianças, proporcionando uma abordagem mais acessível, atrativa e eficiente.

Portanto, o problema central desta pesquisa é a falta de ferramentas digitais eficazes e validadas para fomentar as funções executivas em crianças de forma lúdica e interativa. Isso destaca a necessidade de criar uma aplicação web que gere interesse nas crianças, como também seja baseada em fundamentos teóricos sólidos e validada por estudos empíricos rigorosos.

### 1.3 Proposta de Solução

Diante das lacunas identificadas no uso de ferramentas digitais para o desenvolvimento das funções executivas, propomos a criação da aplicação web *ExecuTree Adventures*. O objetivo desta aplicação é promover o desenvolvimento de habilidades como flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho em crianças de 6 a 12 anos, através de uma abordagem lúdica, interativa e motivadora<sup>1</sup>.

A *ExecuTree Adventures* se estrutura como uma narrativa ambientada em uma floresta, onde as crianças, assumindo o papel de protagonistas, interagem com diferentes desafios que exigem a utilização das funções executivas. Cada atividade dentro da aplicação é projetada para trabalhar uma ou mais dessas habilidades, proporcionando uma prática constante em um ambiente engajador.

A aplicação promove o desenvolvimento das funções executivas, com foco em três habilidades principais: flexibilidade cognitiva, onde as crianças são desafiadas a ajustar suas estratégias em resposta a mudanças no ambiente do jogo, favorecendo

---

<sup>1</sup> Esta aplicação web foi desenvolvida em parceria com o CNPq, no âmbito do Programa de Iniciação Científica (PIBIC), por meio do plano de trabalho "Desenvolvimento de Aplicações Web para Mensuração e Fomento das Habilidades das Funções Executivas," com vigência de 01/09/2023 a 31/08/2024, sob orientação do professor Jucelio Soares dos Santos.



a adaptação a novas regras e situações; controle inibitório, através de atividades que exigem a supressão de impulsos e a concentração em tarefas específicas, incentivando o autocontrole; e memória de trabalho, por meio de tarefas que envolvem a manipulação e retenção de informações temporárias, fortalecendo a capacidade de realizar atividades sequenciais e reter dados essenciais para a execução de tarefas complexas.

#### **1.4 Objetivos**

A presente pesquisa pretende desenvolver e avaliar a eficácia da aplicação web *ExecuTree Adventures* que visa promover o desenvolvimento das habilidades das funções executivas, especificamente flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho, em crianças entre 6 e 12 anos de idade. Para alcançar o objetivo geral desta pesquisa, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Revisar a literatura sobre funções executivas, aplicações digitais e seu papel no desenvolvimento cognitivo infantil, com foco em flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho;
- Projetar e desenvolver a aplicação web *ExecuTree Adventures*, integrando elementos visuais e de jogabilidade que estimulem as funções executivas de forma divertida e educativa;
- Elaborar e aplicar um questionário aos usuários da aplicação, em conjunto com psicólogos ou neuropsicólogos infantis, com o objetivo de avaliar dimensões relacionadas à usabilidade, tais como utilidade, facilidade de uso, facilidade de aprendizado e satisfação;
- Analisar a aplicação desenvolvida com base nos comentários e observações feitas pelos aplicadores, pelos usuários e pelos psicólogos ou neuropsicólogos infantis, visando identificar as vantagens e limitações em termos de usabilidade e impacto no desenvolvimento das funções executivas.

#### **1.5 Questões de Pesquisa**

O estudo explorou a aplicação web *ExecuTree Adventures* pode ser utilizada para promover as habilidades das funções executivas de maneira eficaz, por meio de

uma aplicação que combina elementos de jogabilidade e recursos visuais atraentes. A investigação foi conduzida em várias etapas, incluindo uma revisão abrangente da literatura, o desenvolvimento do jogo e testes preliminares com grupos de crianças para avaliar sua usabilidade.

Dessa forma, definimos as seguintes questões de pesquisa que orientou a investigação:

- **QP1.** Qual metodologia de desenvolvimento foi usada para criar uma ferramenta digital eficiente para avaliar as habilidades executivas?
- **QP2.** Quais métricas são utilizadas para avaliar usabilidade?
- **QP3.** A aplicação desenvolvida apresenta uma boa usabilidade?

## **1.6 Estrutura do trabalho**

Este trabalho está organizado em seis capítulos, conforme descrito a seguir: no Capítulo 1, apresentamos uma visão geral da pesquisa, abordando o contexto técnico-científico, o problema de pesquisa, os objetivos e as questões de investigação; no Capítulo 2, são discutidos os temas relevantes e os trabalhos relacionados à área de estudo; no Capítulo 3, detalhamos a metodologia utilizada nesta pesquisa; no Capítulo 4, apresentamos o sistema *ExecuTree Adventures*, incluindo seu desenvolvimento e principais funcionalidades; no Capítulo 5, discutimos os resultados obtidos e sua análise; e, no Capítulo 6, expomos as considerações finais, juntamente com sugestões para pesquisas futuras. Ao final, estão incluídas as referências utilizadas ao longo do trabalho.

## **2 TEMAS E TRABALHOS RELACIONADOS**

Neste capítulo, apresentamos o embasamento teórico que norteia esta pesquisa, a partir de temas e trabalhos que se relacionam com as funções executivas, seu desenvolvimento e o impacto dessas habilidades nas crianças. Abordaremos o conceito das funções executivas, seu desenvolvimento na infância, bem como a aplicação de jogos digitais na promoção de habilidades cognitivas, finalizando com uma discussão sobre segurança em aplicações web voltadas para crianças.

### **2.1 Funções Executivas**

As funções executivas constituem um conjunto de habilidades cognitivas de ordem superior que são essenciais para comportamentos adaptativos e direcionados a objetivos. Essas habilidades incluem o controle inibitório, a memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva, que são necessárias para planejar, tomar decisões, manter o foco em tarefas específicas e ajustar comportamentos conforme mudanças no ambiente (Friedman; Robbins, 2022; Diamond, 2020).

O desenvolvimento das funções executivas na infância é um processo complexo e contínuo, influenciado por fatores biológicos, sociais e ambientais. Estudos indicam que crianças com funções executivas mais desenvolvidas são mais organizadas, apresentam melhor autorregulação e têm um desempenho acadêmico superior (Howard et al., 2021; Blair; Raver, 2015). Além disso, o desenvolvimento dessas funções está diretamente relacionado ao sucesso futuro em várias áreas da vida, incluindo saúde física, estabilidade financeira e relações sociais positivas (Moffitt et al., 2011).

No contexto educacional, as funções executivas desempenham um papel fundamental no processo de aprendizado. Elas são essenciais para a resolução de problemas, o planejamento e a realização de múltiplas tarefas. Crianças que conseguem controlar seus impulsos, manter o foco e ajustar suas estratégias de acordo com as demandas do ambiente são mais bem-sucedidas no ambiente escolar (Diamond, 2020; Spiegel et al., 2021).

### ***2.1.1 Definição e Importância das Funções Executivas***

As funções executivas, também chamadas de controle cognitivo, referem-se a um conjunto de habilidades cognitivas superiores essenciais para comportamentos adaptativos e direcionados a objetivos (Friedman; Robbins, 2022). Elas são responsáveis por coordenar processos mentais complexos, permitindo que os indivíduos planejem, tomem decisões, mantenham o foco em tarefas específicas e ajustem seus comportamentos em resposta a mudanças no ambiente (Salehinejad et al., 2021). Tais habilidades são fundamentais para a vida cotidiana, uma vez que influenciam tanto o comportamento acadêmico quanto social (Diamond, 2020).

Ao longo dos últimos anos, o estudo das funções executivas se expandiu significativamente, principalmente em relação ao desenvolvimento infantil (Yeager; Yeager, 2013; Schirmbeck; Rao; Maehler, 2020). Essas funções são essenciais para que as crianças aprendam a controlar seus impulsos, a gerenciar suas emoções e a executar tarefas de maneira planejada e organizada (Jusienè et al., 2020). Em termos educacionais, o desenvolvimento adequado das funções executivas está diretamente relacionado ao desempenho acadêmico e à capacidade das crianças de resolver problemas complexos e realizar múltiplas tarefas (Zelazo; Carlson, 2020).

Pesquisas recentes sugerem que crianças que apresentam um bom controle executivo desde cedo têm maior probabilidade de sucesso futuro (Howard et al., 2021; Moffitt et al., 2011). Um estudo longitudinal mostrou que habilidades de autocontrole e inibição na infância preveem diversos resultados positivos na vida adulta, como saúde física, estabilidade financeira e ausência de envolvimento em comportamentos criminosos. Isso indica que o desenvolvimento das funções executivas na infância pode ter um impacto significativo em diversos aspectos da vida ao longo do tempo (Moffitt et al., 2011).

As funções executivas consistem em três componentes principais: Controle Inibitório, Flexibilidade Cognitiva e Memória de Trabalho. Cada um desses componentes desempenha papéis distintos no comportamento e no pensamento. Juntos, eles são essenciais para o desenvolvimento cognitivo e a adaptação a situações complexas (Diamond, 2020).

O controle inibitório permite que o indivíduo iniba comportamentos impulsivos e desnecessários, favorecendo uma resposta mais adequada e ponderada em situações que exigem controle sobre a impulsividade. O controle inibitório envolve a capacidade

de suprimir respostas automáticas e de focar em comportamentos direcionados a um objetivo, mesmo diante de distrações ou tentativas de interferência (Mirabella, 2021).

No contexto escolar, por exemplo, crianças que conseguem controlar seus impulsos tendem a participar mais ativamente das atividades, respeitar turnos e evitar comportamentos disruptivos. Estudos mostram que o desenvolvimento de um bom controle inibitório na infância está associado a melhores habilidades de leitura e resolução de problemas (Spiegel et al., 2021).

A flexibilidade cognitiva é a capacidade de adaptar-se a novas situações e ajustar o comportamento conforme as circunstâncias mudam. Essa habilidade permite que as pessoas modifiquem suas estratégias de ação de acordo com as novas demandas do ambiente. Além disso, ela facilita a alteração eficiente do pensamento para resolver problemas de maneira criativa e eficaz, sendo essencial tanto em contextos acadêmicos quanto sociais (Hohl; Dolcos, 2024).

A flexibilidade cognitiva é fundamental em um mundo em constante mudança, onde as crianças são frequentemente desafiadas a lidar com novos problemas e a encontrar soluções criativas. Essa habilidade também está intimamente ligada à resolução de conflitos e à adaptação em ambientes sociais e escolares. Crianças com alta flexibilidade cognitiva têm mais facilidade em mudar de uma tarefa para outra, em aprender com seus erros e em se adaptar a novas informações ou regras. Além disso, elas demonstram maior capacidade de empatia, pois conseguem entender diferentes perspectivas em interações sociais (Diamond, 2020).

A memória de trabalho é a capacidade de manter e manipular informações temporárias enquanto outras tarefas são realizadas. É fundamental para a realização de tarefas que envolvem múltiplas etapas, como resolver problemas matemáticos complexos ou seguir instruções detalhadas (Figueira; Freitas, 2020).

Em ambientes de aprendizagem, uma memória de trabalho forte permite que as crianças armazenem informações essenciais enquanto processam novas informações, o que facilita a execução de tarefas acadêmicas. Por exemplo, uma criança com uma boa memória de trabalho consegue lembrar uma sequência de operações matemáticas enquanto resolve um problema. Pesquisas indicam que dificuldades na memória de trabalho estão associadas a problemas de leitura e matemática (Ni et al., 2023), e que intervenções voltadas para o fortalecimento dessa habilidade podem melhorar significativamente o desempenho escolar.

### ***2.1.2 Desenvolvimento das Funções Executivas na Infância***

O desenvolvimento das funções executivas se inicia nos primeiros meses de vida e continua até a vida adulta, com diferentes componentes apresentando trajetórias distintas de desenvolvimento (Diamond, 2020). Essas funções são fortemente influenciadas por mudanças cognitivas e comportamentais que ocorrem durante a infância e a adolescência, período no qual o cérebro passa por uma intensa reorganização e crescimento (Howard et al., 2021). Os primeiros sinais de funções executivas, como o controle inibitório, já podem ser observados nos primeiros anos de vida, e essas habilidades continuam a se desenvolver e se sofisticar com o tempo (Zelazo, 2020).

Durante a infância, as funções executivas desempenham um papel importante no desenvolvimento acadêmico, social e emocional (Ahmed et al., 2019). Entre os 3 e 5 anos de idade, as crianças começam a mostrar progressos significativos em habilidades como controle inibitório e memória de trabalho, que são fundamentais para o engajamento em atividades escolares e interações sociais (Zelazo, 2020). No estágio categorial, que ocorre entre os 6 e 11 anos, segundo a Teoria da Afetividade de Wallon, as crianças começam a distinguir claramente entre o "eu" e o "outro", o que impacta diretamente na formação de suas habilidades executivas e no modo como interagem com o ambiente ao seu redor (Taille; Oliveira; Dantas, 2019). A capacidade de controlar impulsos, de mudar de estratégia conforme as demandas mudam, e de reter informações temporárias para resolver problemas mais complexos, começa a se consolidar nessa fase (Hohl; Dolcos, 2024).

Além disso, a transição para a adolescência é marcada pelo aprimoramento das habilidades de flexibilidade cognitiva e planejamento de longo prazo, que continuam a se desenvolver até o início da vida adulta (Uddin, 2021). Esse progresso é facilitado pela maturação de regiões cerebrais, especialmente do córtex pré-frontal, que é responsável por essas funções de ordem superior. A neuroplasticidade, ou a capacidade do cérebro de se reorganizar em resposta a experiências e aprendizados, também é um fator importante no desenvolvimento das funções executivas durante essa fase (Crone; Dahl, 2012; Zanolie et al., 2022).

Diversos fatores podem influenciar o desenvolvimento das funções executivas, incluindo o ambiente familiar, escolar e social (Diamond, 2020; Blair; Raver, 2015). Uma parentalidade calorosa, que oferece estrutura, limites e autonomia adequados, é essencial

para o desenvolvimento saudável dessas habilidades. Pais que incentivam a exploração do ambiente, oferecem suporte emocional e orientam a criança de forma positiva ajudam no fortalecimento das funções executivas (Blair; Raver, 2015). Por outro lado, a ausência de apoio parental, ou um ambiente com alto nível de estresse, pode limitar o progresso cognitivo e emocional da criança, prejudicando o desenvolvimento dessas habilidades (Evans; Kim, 2013; Ulferts, 2020).

O ambiente escolar também desempenha um papel fundamental. A introdução de atividades estruturadas que desafiem a criança a planejar, tomar decisões e resolver problemas é essencial para o fortalecimento das funções executivas (Diamond, 2020). Professores que estimulam a autorregulação e a reflexão metacognitiva podem contribuir significativamente para o desenvolvimento dessas habilidades (Zimmerman; Moylan, 2009; Muijs; Bokhove, 2020; Karlen et al., 2023). O envolvimento em atividades lúdicas, jogos que exigem raciocínio estratégico e interações sociais que promovam a resolução de conflitos também são elementos essenciais no desenvolvimento das funções executivas durante a infância (Wei et al., 2024).

Além disso, as funções executivas podem ser moldadas por fatores culturais e sociais (Veresov; Kewalramani; Ma, 2024). Crianças que crescem em contextos culturais que valorizam a autonomia, o pensamento crítico e a resolução de problemas tendem a desenvolver essas habilidades de maneira mais acentuada (Irwan; Arnadi; Aslan, 2024). Por outro lado, em ambientes onde a obediência estrita e a conformidade são incentivadas em detrimento da autonomia, o desenvolvimento das funções executivas pode ser menos evidente (Rogoff, 2003). Portanto, é fundamental que o desenvolvimento dessas habilidades seja apoiado tanto em casa quanto na escola, proporcionando às crianças oportunidades para praticar e fortalecer essas capacidades em diferentes contextos.

O desenvolvimento das funções executivas na infância é um processo multifacetado, que envolve fatores biológicos, sociais e ambientais (Blair; Raver, 2012; Diamond, 2020). A interação entre esses fatores influencia diretamente a maneira como essas habilidades são desenvolvidas e aplicadas ao longo da vida da criança, com impacto direto em seu desempenho acadêmico, nas interações sociais e na construção de sua autonomia e capacidade de tomar decisões (Munakata; Michaelson, 2021).

### ***2.1.3 Impactos das Funções Executivas no Aprendizado***

As funções executivas desempenham um papel central no desempenho acadêmico, especialmente em tarefas que envolvem a solução de problemas, planejamento e aprendizado de novas informações (Martí et al., 2023). Essas habilidades, que incluem o controle inibitório, a memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva, são essenciais para o gerenciamento de demandas cognitivas em ambientes escolares (Diamond, 2020). Alunos com funções executivas mais desenvolvidas tendem a ser mais organizados, regulam melhor seu comportamento, conseguem manter o foco em atividades complexas e evitam distrações (Blair; Raver, 2015).

Segundo a Teoria da Carga Cognitiva, algumas tarefas escolares são naturalmente mais exigentes em termos de recursos cognitivos (Bandura, 2023). Tarefas mais complexas requerem uma maior ativação das funções executivas, especialmente da memória de trabalho e do controle inibitório, pois demandam que o aluno retenha e manipule informações, ao mesmo tempo que evita distrações e mantém o foco na resolução do problema proposto (Sweller, 2024). Por exemplo, resolver problemas matemáticos ou compreender textos complexos exige que o aluno use a memória de trabalho para reter dados temporários, enquanto organiza a informação e aplica as regras apropriadas para encontrar a solução.

Estudos mostram que intervenções precoces focadas no fortalecimento das funções executivas podem ter impactos positivos duradouros no desempenho escolar. Crianças que recebem suporte adequado para desenvolver essas habilidades são mais propensas a obter sucesso acadêmico a longo prazo. Intervenções que visam melhorar o controle inibitório e a flexibilidade cognitiva têm se mostrado eficazes no aprimoramento do comportamento em sala de aula e na resolução de problemas acadêmicos (Diamond, 2020; Spiegel et al., 2021). Esses programas oferecem estratégias práticas para melhorar a autorregulação, o que resulta em alunos mais capazes de seguir instruções, gerenciar tarefas múltiplas e ajustar seus comportamentos de forma adaptativa às exigências do ambiente de aprendizado.

Além disso, o desenvolvimento das funções executivas está fortemente ligado ao sucesso na alfabetização e no aprendizado de matemática. Crianças com melhor desenvolvimento dessas habilidades apresentam melhor desempenho na leitura, pois conseguem integrar as informações do texto e relacioná-las ao seu conhecimento prévio.



Da mesma forma, em matemática, a capacidade de manter dados temporários na memória de trabalho e aplicar operações matemáticas em sequência é importante para a solução de problemas complexos (Blair; Raver, 2015; Spiegel et al., 2021).

Pesquisas indicam ainda que crianças com déficits nas funções executivas enfrentam mais dificuldades no ambiente escolar, apresentando maior impulsividade, dificuldade em focar em atividades e menor habilidade em organizar suas tarefas (Best; Miller; Naglieri, 2011). A identificação precoce desses déficits pode permitir intervenções mais direcionadas, auxiliando os alunos a superar esses desafios e maximizar seu potencial acadêmico. As escolas que adotam abordagens para fortalecer as funções executivas observam melhorias significativas no comportamento dos alunos, na capacidade de aprendizado e nos resultados acadêmicos gerais.

Dessa forma, fica evidente que as funções executivas têm uma influência direta no sucesso acadêmico. O desenvolvimento adequado dessas habilidades durante a infância pode moldar de forma significativa o desempenho escolar, ajudando os alunos a gerenciar suas tarefas de maneira eficiente e a manter um comportamento adequado em sala de aula.

## **2.2 Jogos Digitais e o Desenvolvimento Cognitivo**

Os jogos digitais funcionam como poderosas ferramentas educacionais, combinando ensino e entretenimento. Inicialmente, é importante considerar os conceitos e classificações desses jogos, que podem ser tanto analógicos quanto digitais. No ambiente educacional, os serious games têm ganhado destaque, sendo amplamente utilizados para atingir objetivos pedagógicos específicos. Esses jogos não apenas proporcionam diversão, mas também ajudam no desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, como o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas (Dörner et al., 2016; Kwon; Lee, 2016).

Os jogos digitais promovem habilidades cognitivas, como a memória de trabalho e o raciocínio lógico, por meio da integração de multimídia e feedback imediato, criando uma experiência imersiva que facilita a fixação de conteúdos complexos (Chen, 2020; Boyle et al., 2014). O intuito primeiro no desenvolvimento dos jogos é o entretenimento proporcionado pela interação do jogador com a dinâmica e narrativa do jogo. Entretanto, há jogos desenvolvidos para objetivos diferentes da diversão, os chamados

jogos sérios (Krause; Hounsell; Gasparini, 2024). Esses jogos também são aplicados no desenvolvimento de habilidades específicas, como a resolução de problemas matemáticos e o fortalecimento de habilidades de leitura (Qian; Clark, 2016; Yang et al., 2023).

Por fim, os elementos de gamificação, como o feedback imediato, as recompensas e os desafios progressivos mantêm os alunos engajados e motivados. Esses elementos criam um ambiente de aprendizado adaptativo, ajustando as tarefas ao nível de competência de cada aluno, e também promovem habilidades socioemocionais, como autorregulação e persistência (Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014; Abeysekera; Dawson, 2015).

### ***2.2.1 Conceitos e Classificação de Jogos Educativos***

Jogos educativos são ferramentas que promovem o aprendizado de forma lúdica, integrando atividades de ensino com entretenimento. Eles podem ser utilizados em diferentes ambientes, como escolas, lares e clínicas, com o objetivo de tornar o aprendizado mais acessível, motivador e agradável para as crianças. Esses jogos educacionais proporcionam oportunidades para que os alunos apliquem seus conhecimentos em situações práticas e desafiadoras, o que facilita a assimilação de novos conteúdos (Falco; Kishimoto, 2022; O’Keeffe; McNally, 2021).

Os jogos educativos podem ser classificados de diversas maneiras, dependendo do objetivo educacional e da metodologia aplicada. Eles variam desde jogos focados em alfabetização e habilidades matemáticas até aqueles voltados para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e cognitivas mais complexas, como resolução de problemas e raciocínio estratégico (Homer; Raffaele; Henderson, 2020).

Um exemplo clássico de classificação é a separação entre jogos analógicos (como jogos de tabuleiro e cartas educativas) e jogos digitais, sendo estes últimos cada vez mais presentes no ambiente educacional devido à acessibilidade e ao envolvimento que proporcionam aos alunos (Beavis; Muspratt; Thompson, 2015).

Na era digital, os jogos educacionais modernos frequentemente utilizam os chamados *serious games*, que são jogos projetados com um propósito educacional específico, indo além do simples entretenimento (Dörner et al., 2016). Esses jogos têm objetivos definidos, como ensinar uma habilidade ou transmitir um conteúdo pedagógico de maneira interativa. Além de proporcionar diversão, os *serious games* ajudam no

desenvolvimento cognitivo e no aprendizado de crianças e adolescentes ao promoverem o pensamento crítico e a resolução de problemas (Kwon; Lee, 2016). O uso desses jogos é comum em diferentes áreas, como educação, saúde e até mesmo treinamento corporativo, devido à sua capacidade de engajar os usuários de forma significativa e prática (Boyle et al., 2016; Hainey et al., 2016).

Além dos serious games, existem os jogos de simulação e os jogos baseados em narrativas, que são populares no contexto educativo por envolverem os alunos em histórias interativas e complexas, incentivando o desenvolvimento de habilidades como a tomada de decisão e a empatia. Esses tipos de jogos simulam situações reais, permitindo que os estudantes explorem diferentes cenários e aprendam por meio da experimentação (Alvarez et al., 2019). Outro exemplo importante é o uso de jogos cooperativos, nos quais os alunos precisam trabalhar em equipe para atingir um objetivo comum, o que desenvolve habilidades socioemocionais como comunicação e cooperação (Abuhamad; Rheault, 2020).

O sucesso de jogos educativos está relacionado à sua capacidade de adaptar-se às necessidades dos alunos, proporcionando desafios ajustados ao nível de habilidade de cada jogador. Isso contribui para uma aprendizagem eficaz, ao mesmo tempo em que mantém os alunos motivados e engajados. A pesquisa em jogos educativos continua a crescer, com o objetivo de entender como esses recursos podem ser melhor utilizados para maximizar o aprendizado e o desenvolvimento cognitivo (Wannemacker; Vandercruysse; Clarebout, 2012; Vandercruysse; Vandewaetere; Clarebout, 2012).

### ***2.2.2 Jogos Digitais e a Promoção de Habilidades Cognitivas***

A promoção de habilidades cognitivas por meio de jogos digitais tem sido objeto de estudo em várias áreas, especialmente na psicologia, neurociência e educação. Jogos que integram multimídia — como imagens, cores e formas — podem estimular positivamente o processo de aprendizagem ao criar experiências imersivas que motivam os alunos e facilitam a compreensão de conteúdos complexos (Chen, 2020). A combinação de estímulos visuais, sonoros e interações dinâmicas nos jogos digitais promove a aprendizagem ativa, aumentando o engajamento e a retenção de informações, especialmente em tarefas que exigem memória de trabalho e raciocínio lógico (Subrahmanyam; Renukarya, 2015).

Jogos digitais que incorporam elementos de resolução de problemas, estratégia e tomada de decisões podem ajudar as crianças a desenvolver funções executivas de maneira divertida e eficaz (Boyle et al., 2014; Drigas; Karyotaki, 2019). Essas habilidades são fundamentais para o sucesso acadêmico e para a vida cotidiana (Diamond, 2020). Além disso, jogos digitais podem oferecer feedback imediato, permitindo que os jogadores aprendam com seus erros e ajustem suas estratégias em tempo real, o que promove o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e adaptativo (Boyle et al., 2014).

Os jogos digitais também são amplamente utilizados para promover habilidades específicas, como a resolução de problemas matemáticos e o desenvolvimento de habilidades de leitura (Qian; Clark, 2016). Por exemplo, estudos mostram que jogos educativos voltados para a matemática podem melhorar significativamente o desempenho dos alunos, pois incentivam o pensamento lógico e a prática repetida em um ambiente envolvente (Yang et al., 2023; Zoh; Koné; Konan, 2023, 2023). Da mesma forma, jogos de leitura interativa podem ajudar as crianças a desenvolver habilidades de compreensão textual e ampliar o vocabulário (Kim; Lee, 2016).

Além disso, os jogos digitais são eficazes na promoção do trabalho em equipe e da colaboração. Jogos cooperativos, nos quais os jogadores precisam trabalhar juntos para atingir objetivos comuns, promovem o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais. Essas interações em grupo incentivam a comunicação, o planejamento e a resolução colaborativa de problemas, o que pode fortalecer tanto o desenvolvimento cognitivo quanto o emocional (Harahap, 2023).

Outra área de destaque é o uso de jogos digitais para treinamento da memória e atenção (Yu; Tsuei, 2023). Pesquisas indicam que jogos projetados para exercitar a memória de trabalho e a atenção sustentada podem melhorar essas habilidades em crianças e adolescentes, beneficiando não apenas o desempenho acadêmico, mas também o desenvolvimento de outras funções cognitivas importantes (Slattery et al., 2022). Tais jogos utilizam desafios progressivos que mantêm o nível de dificuldade ajustado às capacidades do jogador, permitindo uma evolução constante das habilidades cognitivas.

Alguns exemplos de jogos eficazes para este conceito são: *Gamebook: Guardiões da Floresta*, que tem como objetivo de mediar a estimulação das funções executivas nos espaços de atendimento neuropsicológico e/ou psicopedagógico, interagindo apenas com os minigames, sem imergir na narrativa (Alves, 2021) e o *Turbelab*, um jogo que utiliza a microbiologia como tema para unir o estudo da área ao desenvolvimento das

FE's.(Bagdzius, 2022)

Os jogos digitais, portanto, desempenham um papel essencial na promoção do desenvolvimento cognitivo em várias áreas, integrando aprendizado com diversão. Sua capacidade de envolver os alunos e oferecer experiências de aprendizagem personalizadas faz deles uma ferramenta poderosa no campo da educação contemporânea.

### ***2.2.3 Elementos de Gamificação e Suas Aplicações na Educação***

A gamificação é o uso de elementos de design de jogos em contextos que não são jogos, como o ensino, para motivar e engajar os usuários (Schöbel; Janson; Söllner, 2020). A aplicação de elementos de gamificação na educação tem se mostrado eficaz na criação de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, onde os alunos se sentem motivados a participar ativamente do processo educacional. Esses elementos incluem feedback imediato, recompensas, níveis, rankings e desafios, que incentivam os alunos a avançarem em suas tarefas de forma progressiva e envolvente (Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014).

Os games têm sido reconhecidos como um setor econômico com grande potencial de crescimento e geração de empregos em áreas como arte, design, computação, roteiro, entre outras. Além disso, sua relevância vai além da economia, com os jogos digitais ganhando destaque na literatura científica, especialmente com um número expressivo de estudos voltados para a área de educação (Jesus; Alves, 2019).

O *feedback* imediato é uma das principais características da gamificação e permite que os alunos saibam instantaneamente se estão no caminho certo ou se precisam corrigir sua abordagem. Isso não apenas ajuda a manter o engajamento, mas também permite que os alunos façam ajustes rápidos no aprendizado, melhorando a compreensão dos conceitos e o desempenho acadêmico (Freitas et al., 2017). Além disso, o uso de recompensas, como pontos, medalhas ou badges, motiva os alunos a continuar se esforçando para alcançar suas metas educacionais. Essas recompensas fornecem uma sensação de progresso e realização, reforçando comportamentos desejados (Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014).

Outro elemento amplamente utilizado é a introdução de níveis, que permitem aos alunos ver seu progresso de maneira tangível. Cada nível alcançado indica uma evolução na jornada de aprendizado e exige que o aluno supere desafios específicos para avançar. É particularmente útil para aumentar a resiliência e a persistência, uma vez que os alunos

tendem a querer "desbloquear" níveis mais difíceis conforme progredem (Sanchez et al., 2020). Em um contexto educacional, esse progresso contínuo é comparado ao avanço nas habilidades acadêmicas.

Além disso, desafios são fundamentais para o *design* de gamificação e têm o objetivo de manter os alunos engajados, oferecendo obstáculos que exigem pensamento crítico e solução de problemas. Os desafios podem ser estruturados para serem progressivamente mais difíceis, de acordo com o nível de competência do aluno, incentivando a melhoria constante e o desenvolvimento de habilidades cognitivas avançadas (Wang; Hsu; Fang, 2022). Esse aumento gradual da dificuldade também promove o aprendizado adaptativo, onde o conteúdo e as tarefas se ajustam ao nível atual de competência do aluno, proporcionando uma experiência personalizada de aprendizado (Abeysekera; Dawson, 2015).

As classificações e *rankings* também são frequentemente utilizados para incentivar a competição saudável entre os alunos, seja individualmente ou em grupos. A competição pode ser um forte motivador, desde que implementada de maneira positiva, proporcionando uma dinâmica de colaboração e esforço conjunto para atingir objetivos comuns. No entanto, é importante que as classificações sejam equilibradas com ênfase na cooperação, para que todos os alunos sintam que estão progredindo em suas metas pessoais, e não apenas competindo com os outros (Landers, 2014).

Pesquisas indicam que a gamificação pode melhorar significativamente o desempenho e o prazer das crianças no aprendizado, proporcionando uma experiência de aprendizado mais envolvente e interativa (García-López; Acosta-Gonzaga; Ruiz-Ledesma, 2023; Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014). A combinação de diversão e desafio, característica dos jogos, mantém os alunos motivados a superar obstáculos e a continuar participando ativamente das atividades educacionais. A gamificação também permite que o aprendizado seja mais adaptativo e centrado no aluno, com tarefas ajustadas ao nível de habilidade e ao ritmo individual de cada um (Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014). Isso pode resultar em um aprendizado mais profundo e significativo, à medida que os alunos assumem maior responsabilidade por seu progresso e desenvolvimento (Vargas-Hernández; Vargas-González, 2022).

Além disso, a gamificação tem se mostrado eficaz no desenvolvimento de habilidades socioemocionais. Jogos e sistemas gamificados podem incentivar o desenvolvimento de competências como a autorregulação, a persistência e a gestão de emoções ao longo do

processo de aprendizagem, preparando os alunos não apenas para desafios acadêmicos, mas também para a vida fora da escola (Lee; Hammer, 2011). Portanto, a gamificação oferece uma abordagem inovadora para transformar o ambiente de aprendizagem, tornando-o mais interativo, envolvente e adaptado às necessidades de cada aluno (Sanchez et al., 2020).

### **2.3 Segurança em Aplicações Web para Crianças**

Esta seção aborda os principais aspectos relacionados à segurança de dados em aplicações web voltadas para crianças, destacando as preocupações éticas e legais envolvidas no desenvolvimento dessas plataformas. A proteção da privacidade infantil é primordial, e as regulamentações, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil e o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (GDPR) na União Europeia, impõem diretrizes rigorosas para garantir que dados sensíveis sejam coletados e processados de maneira ética e segura. Além das medidas técnicas de segurança, como criptografia e autenticação em múltiplos fatores, as aplicações devem oferecer mecanismos de controle parental e proteger contra ataques cibernéticos, assegurando um ambiente digital seguro e apropriado para o público infantil.

Com isso, exploram-se os desafios específicos enfrentados na criação de aplicações educacionais seguras, incluindo a necessidade de conformidade legal, a implementação de medidas preventivas contra vulnerabilidades e a constante adaptação às ameaças cibernéticas emergentes.

#### ***2.3.1 Considerações Éticas e Legais no Desenvolvimento de Aplicações para Crianças***

A segurança e a privacidade são aspectos fundamentais no desenvolvimento de aplicações web voltadas para crianças, especialmente devido à vulnerabilidade desse público em ambientes digitais. No Brasil, a LGPD estabelece uma estrutura clara para garantir que as informações pessoais de crianças e adolescentes sejam tratadas com o mais alto nível de proteção. Segundo a LGPD, a coleta de dados de menores só pode ser realizada com o consentimento dos responsáveis legais, e o uso dessas informações deve ser restrito a finalidades específicas, legítimas e transparentes (Sarlet; Ruaro, 2021; Garcia et al., 2020). O princípio da minimização dos dados também se aplica fortemente

nesse contexto, exigindo que as informações coletadas sejam as mínimas necessárias para o funcionamento da aplicação.

No campo do design de interfaces para crianças, há a necessidade de um cuidado especial. As interfaces devem ser intuitivas, acessíveis e apropriadas à faixa etária, respeitando o desenvolvimento cognitivo e emocional dos usuários infantis. Além disso, é imprescindível que os designs evitem práticas como o *dark pattern*, que pode manipular os usuários a realizarem ações não intencionais, como compras dentro do aplicativo sem o devido consentimento dos responsáveis (Garcia et al., 2020). As diretrizes para interfaces voltadas a crianças também recomendam a adoção de uma comunicação clara e simples, de modo que as crianças entendam os avisos e as políticas de uso, e que os pais possam monitorar de forma eficaz o que está sendo feito no aplicativo.

A nível internacional, o GDPR da União Europeia estabelece um padrão rigoroso de proteção de dados pessoais, reforçando a importância da segurança digital para crianças. O GDPR reconhece as crianças como um grupo que necessita de cuidados especiais, exigindo que as plataformas tomem medidas adicionais para garantir a transparência no tratamento dos dados e o respeito à privacidade dos menores. Além disso, o GDPR incentiva o desenvolvimento de ferramentas que permitam a participação ativa dos pais e responsáveis no monitoramento das atividades digitais das crianças (Magalhães; Pereira, 2018).

Do ponto de vista técnico, o desenvolvimento de aplicações para crianças deve ser acompanhado de práticas rigorosas de segurança. O uso de criptografia de ponta a ponta, a proteção por autenticação em múltiplos fatores e o armazenamento seguro dos dados são elementos essenciais para evitar violações de segurança e acesso não autorizado às informações pessoais das crianças (Blessing et al., 2024). A implementação de mecanismos de controle parental dentro das aplicações também é um recurso importante para garantir que os responsáveis possam monitorar e limitar o tempo de uso, além de definir limites apropriados para o tipo de conteúdo acessado pelas crianças.

Outra dimensão importante está no uso de inteligência artificial (IA) e algoritmos de personalização dentro das aplicações. A IA pode ser usada para adaptar o conteúdo de acordo com a faixa etária e o nível cognitivo da criança, proporcionando uma experiência mais personalizada e eficaz. No entanto, para garantir que esses sistemas sejam verdadeiramente transparentes e que os dados utilizados para treinar os algoritmos sejam coletados de maneira ética e segura, é importante minimizar os riscos de exposição



excessiva das crianças. Isso inclui evitar práticas que possam resultar na manipulação de comportamentos ou na coleta de dados sensíveis com fins comerciais. Dessa forma, as informações devem ser utilizadas de forma responsável, respeitando a privacidade dos usuários infantis e assegurando que o uso de dados esteja alinhado com as diretrizes de proteção e segurança adequadas (Shum; Luckin, 2019).

Além disso, empresas e desenvolvedores têm a responsabilidade de educar pais, professores e cuidadores sobre a importância da segurança digital. Iniciativas de conscientização que abordam o uso responsável da tecnologia, os riscos do compartilhamento excessivo de dados e as estratégias para garantir a privacidade das crianças são essenciais para uma proteção abrangente no ambiente digital. Nesse sentido, as plataformas devem fornecer recursos educacionais que ajudem os adultos a acompanhar e orientar o uso de tecnologias pelas crianças de maneira informada e eficaz (Schöbel; Janson; Söllner, 2020).

Por fim, é importante que o desenvolvimento de aplicações voltadas para o público infantil siga os padrões éticos mais elevados, sempre priorizando o bem-estar das crianças e respeitando sua privacidade e integridade. Ao adotar uma abordagem centrada na segurança, as plataformas não apenas cumprem as regulamentações legais, mas também criam um ambiente digital mais justo, seguro e propício ao desenvolvimento saudável das crianças (Hamari; Koivisto; Sarsa, 2014).

### ***2.3.2 Desafios de Segurança em Aplicações Web Educativas***

A segurança em aplicações web voltadas para o público infantil enfrenta uma série de desafios críticos que devem ser abordados de forma cuidadosa e sistemática. Primeiramente, a proteção dos dados pessoais armazenados em servidores e nuvens é uma das maiores preocupações. Dados de crianças, por serem altamente sensíveis, devem ser tratados com o mais alto nível de proteção, o que inclui o uso de servidores seguros e sistemas de armazenamento em nuvem que sejam certificados para atender aos padrões internacionais de segurança (Livingstone; Stoilova; Nandagiri, 2019; Stoilova; Nandagiri; Livingstone, 2021).

A prevenção de ataques cibernéticos, como o roubo de informações pessoais e tentativas de invasão ao sistema, exige a implementação de medidas robustas, como *firewalls* avançados, sistemas de detecção de intrusões e monitoramento contínuo de

vulnerabilidades (Aslan et al., 2023). Esses ataques podem comprometer a integridade dos dados e a segurança dos usuários, além de gerar danos irreparáveis à reputação da plataforma. Portanto, a aplicação de práticas de segurança cibernética adequadas é essencial para mitigar esses riscos (Jimmy, 2024).

Além disso, é necessário o desenvolvimento de políticas de acesso restrito que controlem rigorosamente quem pode visualizar e manipular os dados dos usuários (Qiu et al., 2020). Autenticação de múltiplos fatores deve ser adotada, tanto para os usuários finais quanto para os administradores do sistema, assegurando que apenas pessoas devidamente autorizadas tenham acesso a informações sensíveis. Este tipo de autenticação adiciona uma camada extra de proteção, dificultando ataques baseados em roubo de credenciais (Mohammed; Dziyauddin; Latiff, 2023).

Os dados armazenados e transmitidos, especialmente os sensíveis, devem ser protegidos por criptografia robusta, como o *Advanced Encryption Standard*, para evitar que sejam acessados por terceiros mal-intencionados (Sarumi; Longe, 2022). Além disso, a validação de entradas é essencial para prevenir ataques de injeção, como SQL Injection e Injeção de Código JavaScript, que podem comprometer a segurança e funcionalidade da aplicação (Abdullayev; Chauhan, 2023).

Outro desafio significativo é garantir que o ambiente digital seja seguro para as crianças sem comprometer a experiência do usuário. Para isso, é fundamental implementar controles parentais que permitam aos pais monitorar e limitar o uso da aplicação por seus filhos. Esses controles podem incluir restrições de tempo de uso, bloqueio de funcionalidades inapropriadas e a capacidade de revisar os dados coletados pela plataforma. Ferramentas de controle de privacidade também devem ser integradas para permitir que os usuários e seus responsáveis ajustem as configurações de compartilhamento de dados conforme necessário (Benedetto; Ingrassia et al., 2021).

Em um contexto educacional, há também a necessidade de conformidade com regulamentações de proteção de dados específicas para crianças, como a LGPD no Brasil. Essa lei impõe exigências rigorosas sobre a coleta, o armazenamento e o uso de informações pessoais de menores, e não cumpri-las pode resultar em sanções severas para os desenvolvedores das plataformas (Garcia et al., 2020).

Por fim, é essencial que as aplicações educacionais adotem uma abordagem proativa e adaptativa em relação à segurança. Isso envolve a realização de auditorias regulares de segurança, testes de penetração para identificar e corrigir vulnerabilidades, e

a implementação de atualizações contínuas de software para garantir que a plataforma esteja protegida contra as ameaças cibernéticas mais recentes. Com esses esforços, será possível construir um ambiente digital seguro e eficaz, que proteja as crianças enquanto promove seu desenvolvimento educacional (Tudosi et al., 2023).

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo, apresentamos o planejamento dos estudos conduzidos para atender ao objetivo desta pesquisa. No final, queremos avaliar se o instrumento *ExecuTree Adventures* oferece uma melhor usabilidade para mensurar habilidades relacionadas às funções executivas em crianças. Para responder a essa questão e alcançar os resultados pretendidos, foram necessárias três etapas:

- **Etapa 1 - Desenvolvimento do *ExecuTree Adventures*.** Desenvolvemos o sistema *ExecuTree Adventures* seguindo uma abordagem metodológica para a concepção e desenvolvimento da ferramenta, conforme proposto por Ribeiro (Ribeiro, 2012);
- **Etapa 2 - Elaboração do Questionário.** Desenvolvemos um questionário exploratório baseado no modelo de usabilidade USE (Davis, 1989) (Lund, 2001), que aborda os seguintes aspectos: utilidade, satisfação, facilidade de uso e facilidade de aprendizado;
- **Etapa 3 - Aplicação do Questionário.** O questionário foi aplicado a 20 (vinte) psicólogos ou neuropsicólogos infantis, que supervisionaram o uso do *ExecuTree Adventures* por crianças de 6 a 12 anos, residentes em Campina Grande-PB. O objetivo era coletar informações sobre a usabilidade da aplicação. Após a aplicação do questionário, os dados foram analisados para avaliar se a ferramenta atende aos critérios de usabilidade.

#### 3.1 *ExecuTree Adventures*

Nesta seção, detalhamos o processo de concepção e desenvolvimento do sistema *ExecuTree Adventures* e respondemos à seguinte pergunta de pesquisa:

- **QP1.** Qual metodologia de desenvolvimento foi usada para criar uma ferramenta digital eficiente para avaliar as habilidades executivas?

O desenvolvimento de ferramentas multimídia, como o *ExecuTree Adventures*, segue etapas semelhantes ao desenvolvimento de *software*, integrando aspectos técnicos e pedagógicos (Ribeiro, 2012). Dessa forma, o projeto foi estruturado em quatro fases

principais: análise de planejamento, design, desenvolvimento, e validação e implementação. Cada fase desempenhou um papel fundamental na criação de uma ferramenta capaz de medir e promover habilidades executivas, como a flexibilidade cognitiva, o controle inibitório e a memória de trabalho.

### 3.1.1 *Análise de Planejamento*

A fase de análise de planejamento foi essencial para garantir que o projeto seguisse uma direção clara, com objetivos bem definidos e recursos alocados de maneira eficaz. Esta fase incluiu três tarefas principais:

- **Definição do projeto:** O primeiro passo foi delimitar o escopo do trabalho para garantir que o *ExecuTree Adventures* atendesse às necessidades específicas do projeto intitulado “Mensuração de habilidades cognitivas relacionadas às funções executivas por meio de uma avaliação informatizada”. As atividades principais dessa etapa incluíram:
  - Confirmar o escopo do trabalho, assegurando que todos os envolvidos tivessem uma compreensão comum dos objetivos e resultados esperados;
  - Definir as metodologias de execução, optando por uma abordagem ágil, que permitiu o desenvolvimento incremental e a integração de feedback ao longo do processo;
  - Identificar a equipe envolvida, reunindo especialistas em áreas como psicométrica, estatística, desenvolvimento de *software* e educação;
  - Realizar a reunião de *kick-off*, que formalizou o início do projeto e promoveu o alinhamento entre todas as partes interessadas. A participação de especialistas em psicométrica, estatística e desenvolvimento de *software* foi essencial para garantir que a solução tecnológica fosse adequada ao contexto pedagógico.
- **Elaboração do plano de projeto:** Com base nas discussões iniciais, elaboramos um plano de trabalho detalhado, que incluía um cronograma para cada fase do desenvolvimento, a atribuição de responsabilidades para cada membro da equipe, e a definição de prazos intermediários e metas para garantir o cumprimento do cronograma. O plano previu dois semestres para a conclusão do projeto, com revisões periódicas para garantir que as metas fossem atingidas conforme o planejado.

- **Definição dos requisitos:** A equipe trabalhou em conjunto para definir os requisitos funcionais e não funcionais do sistema. Os requisitos funcionais envolviam as funcionalidades que o sistema deveria oferecer, como cadastro de usuários, execução de atividades cognitivas e geração de relatórios. Os requisitos não funcionais incluíam aspectos como usabilidade, segurança de dados, e tempo de resposta do sistema. Também estabelecemos que o sistema web incluiria flexibilidade para permitir a realização de futuros estudos e avaliações, como a integração de novos instrumentos de medição cognitiva e a personalização de atividades.

### 3.1.2 Design

A fase de design foi crucial para a tradução dos requisitos funcionais e técnicos em uma arquitetura clara e uma interface intuitiva. O design envolveu quatro tarefas principais:

- **Desenho da arquitetura do sistema:** A arquitetura do sistema foi projetada de modo a garantir que o *ExecuTree Adventures* fosse escalável, modular e seguro. Definimos uma arquitetura em três camadas: interface com o usuário (front-end), lógica de negócio (back-end) e camada de persistência de dados (banco de dados). A lógica de negócio incluiu regras para o processamento dos dados das atividades cognitivas e para a geração de relatórios detalhados. Também criamos o modelo lógico da base de dados, que incluiu entidades como “usuário”, “atividade” e “relatório de desempenho”.
- **Desenho das interfaces:** O design da interface seguiu princípios de usabilidade, visando criar uma experiência simples e intuitiva para os usuários, principalmente os professores e alunos. O objetivo foi garantir que qualquer usuário, independentemente de seu nível de habilidade tecnológica, conseguisse navegar facilmente pelas funcionalidades do sistema. Com base nos princípios de design de interação (Shneiderman; Plaisant, 2010), consideramos:
  - As características dos usuários, levando em conta as necessidades dos professores e alunos de diferentes faixas etárias;

- Tipos de interfaces, diferenciando as interfaces de acesso público e as interfaces autenticadas, com funcionalidades específicas para cada tipo de usuário;
  - O modelo de navegação, com menus claros e uma barra de navegação que facilitam o acesso às principais funções do sistema;
  - A arquitetura das páginas, garantindo que a disposição dos elementos visuais e textuais fosse clara e previsível.
- **Elaboração dos itens do instrumento:** Desenvolvemos os itens que seriam utilizados nas atividades cognitivas para avaliar as funções executivas dos alunos. Esses itens foram baseados em teorias psicométricas e em estudos sobre a avaliação de habilidades cognitivas em crianças, garantindo que o conteúdo fosse adequado à faixa etária alvo.
  - **Desenvolvimento do plano de validação:** Para assegurar que o sistema atendesse aos critérios de qualidade, criamos um plano de validação que incluía a execução de testes unitários e integrados. O plano também previu a coleta de feedback contínuo de professores e alunos durante a fase de testes, o que permitiu ajustes rápidos no design e na funcionalidade.

### 3.1.3 *Desenvolvimento*

A fase de desenvolvimento foi conduzida de forma incremental, com a construção de protótipos que foram validados em diferentes estágios do processo. Isso permitiu que problemas fossem identificados e resolvidos antes que afetassem as etapas finais. As principais tarefas desta fase incluíram:

- **Coleta de feedback dos protótipos:** Ao longo do desenvolvimento, foram criados diversos protótipos funcionais, que foram apresentados à equipe de especialistas para avaliação. O feedback obtido durante essas sessões foi utilizado para ajustar o sistema e aprimorar a experiência do usuário.
- **Planejamento e inclusão de funcionalidades em cada protótipo:** Cada novo protótipo incluía funcionalidades adicionais, seguindo uma abordagem de desenvolvimento ágil. Isso permitiu que a equipe priorizasse as funcionalidades mais

críticas e ajustasse o plano de desenvolvimento conforme novas necessidades surgiam.

- **Validação através de testes unitários e integrados:** Realizamos testes unitários para verificar se cada componente do sistema funcionava corretamente e testes integrados para garantir que as funcionalidades se comportavam como esperado quando interligadas. Isso ajudou a identificar e corrigir bugs ou inconsistências antes da implementação final.

#### 3.1.4 Validação e Implementação

A última fase do projeto envolveu a validação final do sistema e sua implementação prática no ambiente escolar. As principais tarefas desta fase foram:

- **Validação do sistema:** Conduzimos testes integrados em ambiente real para avaliar a qualidade técnica, a usabilidade e a adequação do sistema aos requisitos estabelecidos. Esses testes incluíram a coleta de feedback de professores e alunos que utilizaram o sistema durante as sessões de avaliação. A análise dos resultados permitiu ajustes finais antes da implementação definitiva.
- **Formação e mobilização:** Para garantir que o sistema fosse utilizado de forma eficaz, organizamos sessões de treinamento para professores, explicando como utilizar as principais funcionalidades do *ExecuTree Adventures* e como interpretar os relatórios gerados. Além disso, oferecemos suporte contínuo à distância, para resolver quaisquer dúvidas ou problemas que surgissem durante o uso do sistema pelos professores e alunos.

A metodologia utilizada no desenvolvimento do *ExecuTree Adventures* permitiu a criação de uma ferramenta digital eficiente, capaz de avaliar e promover habilidades executivas em crianças. O processo foi rigorosamente planejado e executado, garantindo que a ferramenta final atendesse aos objetivos pedagógicos e técnicos propostos.

## 3.2 Elaboração do Questionário

Para cumprir o objetivo geral deste trabalho, concebemos/desenvolvemos um questionário aos participantes envolvidos na aplicação *ExecuTree Adventures* para obter



informações sobre a sua usabilidade. Nesta seção, apresentaremos como respondemos à seguinte pergunta de pesquisa:

- **QP2.** Quais métricas são utilizadas para avaliar usabilidade?

Adotamos às métricas do modelo USE (Davis, 1989) (Lund, 2001) que avalia a usabilidade em quatro critérios, a saber: utilidade, facilidade de uso, facilidade de aprendizado e satisfação. Elaboramos um questionário para obtenção dessas informações contém 16 questões, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores de dimensão do modelo USE

Métrica	Questão
Utilidade	A aplicação é útil para estimular as funções executivas?
	A aplicação ajuda no desenvolvimento das habilidades cognitivas das funções executivas?
	A aplicação melhora a prática de habilidades cognitivas das funções executivas?
	A aplicação economiza tempo no aprendizado?
Facilidade de uso	A aplicação é fácil de usar?
	O <i>ExecuTree Adventures</i> pode ser usado sem instruções escritas?
	O <i>ExecuTree Adventures</i> pode ser usado com sucesso todas as vezes?
Facilidade de aprendizado	Aprendi a usá-lo rapidamente?
	É fácil lembrar como usar o <i>ExecuTree Adventures</i> ?
	Rapidamente me tornei especialista em usar o <i>ExecuTree Adventures</i> ?
Satisfação	Estou satisfeito com o <i>ExecuTree Adventures</i> ?
	Eu recomendaria o <i>ExecuTree Adventures</i> a um amigo?
	O <i>ExecuTree Adventures</i> faz o que eu preciso?
	O <i>ExecuTree Adventures</i> é agradável de usar?
	O <i>ExecuTree Adventures</i> é divertido?
	O <i>ExecuTree Adventures</i> é adequado para seus usuários?

**Fonte:** Elaborada pelo autor (2022).

Utilizamos um modelo de escala Likert de cinco pontos nos formulários de avaliação da pesquisa. As respostas para cada questão foram categorizadas da seguinte forma: 1 = discordo totalmente, 2 = discordo parcialmente, 3 = neutro, 4 = concordo parcialmente, e 5 = concordo totalmente. A partir das notas atribuídas, será calculada a média das respostas para cada questão, permitindo uma análise mais detalhada dos dados coletados.

### **3.3 Aplicação do Questionário**

O design desta pesquisa foi cuidadosamente estruturado para avaliar a usabilidade do sistema *ExecuTree Adventures* com base em um questionário aplicado a profissionais da área de neuropsicologia e psicologia infantil. A etapa de aplicação do questionário foi planejada para obter feedback especializado sobre a qualidade de uso do sistema e para verificar se ele atende aos critérios estabelecidos, tais como utilidade, facilidade de uso, facilidade de aprendizado e satisfação. A pergunta central da pesquisa relacionada à usabilidade foi:

- **QP3.** O sistema apresenta uma boa usabilidade?

A seguir, detalhamos os aspectos metodológicos que orientaram essa etapa da investigação.

#### **3.3.1 Objetivo da Pesquisa**

O objetivo central desta etapa foi avaliar a percepção de usabilidade do *ExecuTree Adventures* por meio da observação indireta de profissionais que acompanharam crianças utilizando a aplicação. Buscamos entender como a interface foi recebida e se as funcionalidades apresentadas foram adequadas para promover o desenvolvimento das habilidades executivas das crianças. Dessa forma, a pesquisa teve como foco tanto a avaliação quantitativa dos critérios de usabilidade quanto a coleta de comentários qualitativos sobre a interação com o sistema.

#### **3.3.2 Definição dos Participantes**

Os participantes desta pesquisa foram 20 psicólogos ou neuropsicólogos infantis, todos com experiência prática em avaliar o comportamento e as habilidades cognitivas

de crianças. Cada profissional supervisionou diretamente o uso do sistema por crianças de 6 a 12 anos, residentes na cidade de Campina Grande - PB. A escolha desse perfil de participante foi baseada no conhecimento técnico dos especialistas, o que permitiu obter percepções detalhadas e embasadas sobre a qualidade de uso do sistema e a adequação das atividades cognitivas propostas.

### 3.3.3 *Instrumento de Coleta de Dados*

O instrumento utilizado foi um questionário estruturado com base na escala Likert de cinco pontos, que variava de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), cobrindo aspectos essenciais da usabilidade, como:

- **Utilidade:** Avaliação de como as funcionalidades do sistema contribuem para a execução das tarefas cognitivas propostas;
- **Facilidade de uso:** Grau de dificuldade percebido pelos profissionais ao supervisionarem o uso da aplicação pelas crianças;
- **Facilidade de aprendizado:** Facilidade com que as crianças aprenderam a utilizar o sistema e a navegar entre as atividades;
- **Satisfação:** Nível de satisfação dos profissionais com a experiência geral proporcionada pela aplicação.

O questionário também incluiu uma seção para comentários abertos, onde os participantes poderiam registrar observações adicionais sobre a capacidade das crianças de resolver os desafios propostos, sua interação com a interface e o nível de engajamento durante o uso.

### 3.3.4 *Procedimentos de Coleta*

A coleta de dados foi realizada em um ambiente controlado, onde cada profissional acompanhou o uso do sistema pelas crianças por um período de 1 semana. Durante esse tempo, as crianças interagiram com o *ExecuTree Adventures* em sessões supervisionadas, permitindo aos profissionais observar diretamente a interação e registrar suas percepções. Após esse período de interação, cada profissional recebeu o questionário online e teve um tempo médio de 10 minutos para preenchê-lo.

### 3.3.5 *Métodos de Análise de Dados*

Os dados coletados foram analisados utilizando técnicas de estatística descritiva e inferencial. Para a análise quantitativa, as respostas das escalas Likert foram transformadas em valores numéricos e calculadas médias e desvios-padrão para cada um dos critérios avaliados. Em seguida, aplicamos o **teste de proporção** para verificar se ao menos 50% dos participantes “concordavam parcialmente” ou “concordavam totalmente” que o sistema atendia aos critérios de usabilidade.

O teste de proporção foi conduzido com a função *proportions\_ztest()* da biblioteca *statsmodels* em Python, considerando a proporção hipotética de 50%. Esse método foi utilizado para comparar a proporção de respostas positivas com a proporção esperada sob a hipótese nula. A análise foi realizada para cada critério individualmente e para o questionário como um todo, gerando estatísticas Z e valores-p que indicaram se havia uma diferença estatisticamente significativa.

### 3.3.6 *Confiabilidade e Validade*

Para garantir a confiabilidade dos resultados, a aplicação do questionário foi acompanhada por protocolos padronizados que evitaram interferências externas durante o preenchimento. A validação do questionário foi realizada previamente por especialistas da área, que avaliaram a clareza das perguntas e a pertinência dos critérios para a medição de usabilidade no contexto proposto. Além disso, os resultados foram verificados quanto à consistência interna usando o coeficiente de Cronbach, com valores acima de 0,7 indicando boa confiabilidade.

### 3.3.7 *Ameaças à Validade e Limitações*

Entre as ameaças à validade, consideramos:

- **Tamanho da amostra:** O número de participantes foi limitado a 20 profissionais, o que pode restringir a generalização dos resultados. Embora adequado para uma análise inicial, uma amostra maior seria desejável em estudos futuros.
- **Viés de supervisão:** Como os dados foram baseados na percepção dos supervisores, pode haver um viés de interpretação, especialmente no que diz respeito ao

engajamento e à facilidade de uso pelas crianças. Tentamos mitigar essa ameaça com perguntas objetivas e escalas de resposta claramente definidas.

- **Contexto específico:** A aplicação foi testada em um ambiente controlado, o que pode não refletir as condições de uso reais em contextos educacionais variados. Essa limitação deve ser considerada ao extrapolar os resultados para outros ambientes.

## 4 EXECUTREE ADVENTURES

Neste capítulo, apresentamos as etapas realizadas para a construção do sistema *ExecuTree Adventures*, que trata-se de uma aplicação desenvolvida para facilitar a aprendizagem/desenvolvimento das funções executivas de crianças de 6 a 12 anos.

### 4.1 Análise de Requisitos

A análise de requisitos é uma das etapas do processo de desenvolvimento de *software* que define o que o sistema deve realizar e quais características ele deve possuir para atender às necessidades dos usuários e às expectativas dos *stakeholders*. Para o desenvolvimento do nosso sistema, que visa mensurar e fomentar habilidades cognitivas das funções executivas em crianças, conduzimos uma entrevista semi-estruturada com a colaboração de especialistas da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e do CognitiveLAB, com o intuito de assegurar que os requisitos reflitam as necessidades técnicas e pedagógicas do projeto.

Essa fase envolveu múltiplas reuniões para coleta e análise de requisitos, além de revisões de documentação já estabelecida por projetos semelhantes, o que nos permitiu construir uma base sólida para o desenvolvimento da solução. A análise foi dividida em requisitos funcionais e não-funcionais, ambos essenciais para o sucesso do sistema, garantindo tanto a execução das funcionalidades esperadas quanto o cumprimento de atributos como usabilidade, segurança e desempenho.

#### 4.1.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais definem o que o sistema deve fazer em termos de funcionalidades (Rezende, 2006). Eles descrevem, de forma detalhada, os serviços que o sistema oferecerá e como essas funções interagirão com os usuários (Chung et al., 2012). Abaixo estão as principais funcionalidades que o nosso sistema irá oferecer, todas elas projetadas para facilitar o uso por professores e administradores, e garantir uma experiência educativa positiva para os alunos.

- **Acesso à plataforma** - O sistema deve implementar um mecanismo de autenticação que permita o *login* seguro de professores. Esse *login* será baseado em credenciais

de *email* e senha, sendo necessário implementar um protocolo de autenticação seguro (como OAuth 2.0) para proteger os dados durante a transmissão. Esse requisito é fundamental para garantir a segurança do sistema, protegendo o acesso às informações sensíveis dos alunos.

- **Cadastro de professor** - A funcionalidade de cadastro de professores será feita pelo administrador do sistema, que terá permissão para registrar novos usuários. O cadastro exigirá informações detalhadas, como nome completo, data de nascimento, email, senha, instituição de ensino, ocupação, gênero e cidade. A coleta desses dados visa não apenas identificar o professor, mas também permitir a personalização da experiência e a geração de relatórios detalhados sobre a performance dos alunos sob a supervisão de cada professor.
- **Página com informações sobre o sistema** - O sistema disponibilizará uma página dedicada a apresentar informações sobre seus objetivos, funcionalidades e diretrizes de uso. Esta página será particularmente útil para novos usuários, ajudando-os a se familiarizarem com o sistema sem a necessidade de suporte adicional.
- **Página de créditos do sistema** - Para reconhecimento adequado dos desenvolvedores e colaboradores, o sistema incluirá uma página de créditos, onde serão listadas as instituições e indivíduos que participaram do desenvolvimento. Essa prática é importante para transparência e para fortalecer o vínculo com os parceiros de pesquisa.
- **Cadastro de aluno** - Professores terão a opção de cadastrar seus alunos na plataforma. O cadastro exigirá dados básicos como nome, data de nascimento, instituição de ensino, ano/série, gênero e cidade. Esses dados permitirão o monitoramento individual de cada aluno, além de facilitar a geração de relatórios personalizados que podem ser usados tanto para avaliação acadêmica quanto para intervenções pedagógicas.
- **Página com todos os alunos registrados** - O sistema deverá oferecer uma visão consolidada de todos os alunos cadastrados por um professor específico. Através dessa página, o professor poderá gerenciar os cadastros, editar dados, excluir alunos e, principalmente, iniciar atividades cognitivas personalizadas para cada

aluno. A organização e a facilidade de navegação nessa página são cruciais para garantir que os professores possam administrar grandes quantidades de dados com eficiência.

- **Página para edição de dados pessoais do professor** - Professores poderão acessar e editar suas próprias informações pessoais, como email, senha e outros dados relevantes. Esse recurso garante que o sistema se mantenha atualizado com as informações corretas, além de proporcionar flexibilidade em caso de erros de cadastro ou mudanças de dados.
- **Relatório com o histórico de atividades dos alunos** - Um dos requisitos mais importantes do sistema é a geração de relatórios detalhados sobre o desempenho dos alunos nas atividades cognitivas. O professor poderá acessar o histórico de atividades realizadas por cada aluno, incluindo uma análise de seus progressos em relação às habilidades cognitivas avaliadas. Esse relatório será uma ferramenta essencial para acompanhar a evolução dos alunos e identificar áreas que necessitam de mais atenção.
- **Área para atividades de habilidades cognitivas** - O sistema deve oferecer uma seção exclusiva para as atividades relacionadas às habilidades cognitivas que o projeto pretende avaliar. Inicialmente, serão disponibilizadas 11 questões que englobam três áreas fundamentais: flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho. Essas atividades foram projetadas em conjunto com especialistas em neuropsicologia, visando avaliar de forma precisa o desenvolvimento dessas habilidades em crianças.
- **Estimação das habilidades cognitivas** - Após a conclusão das atividades, o sistema será capaz de estimar as habilidades cognitivas do aluno com base em modelos psicométricos, como a Teoria de Resposta ao Item (TRI). Essa estimação fornecerá uma visão objetiva do desempenho do aluno, permitindo ao professor adaptar as intervenções pedagógicas de acordo com as necessidades individuais.

Esses requisitos funcionais foram cuidadosamente elaborados para garantir que o sistema não apenas funcione de maneira eficaz, mas também ofereça uma experiência de uso agradável e intuitiva para os professores e alunos.



#### 4.1.2 *Requisitos Não-Funcionais*

Enquanto os requisitos funcionais descrevem o que o sistema faz, os requisitos não-funcionais tratam de como o sistema deve operar. Eles englobam características como desempenho, segurança e usabilidade, que são essenciais para garantir que o sistema funcione de forma eficiente, segura e acessível a todos os usuários (Chung et al., 2012). A seguir, apresentamos os principais requisitos não-funcionais do sistema.

- **Usabilidade** - O sistema deve ser fácil de usar e acessível para usuários com diferentes níveis de proficiência tecnológica. Isso inclui desde a interface gráfica do usuário (GUI) até a forma como as funcionalidades são apresentadas e organizadas. A usabilidade é um fator crítico, pois professores e administradores podem não ter formação técnica, sendo necessário que o sistema seja intuitivo e que as interações sejam simplificadas.
- **Desempenho** - O sistema deve ser otimizado para garantir um tempo de resposta rápido. Isso significa que as operações, como login, carregamento de páginas e execução das atividades, devem ser realizadas sem atrasos perceptíveis, mesmo em situações de alta carga de usuários simultâneos. A otimização do desempenho é fundamental para assegurar que o sistema seja ágil, evitando frustrações por parte dos usuários.
- **Confiabilidade** - O sistema deve ser altamente confiável e estar disponível sempre que necessário. Isso inclui garantir que o sistema não sofra quedas frequentes e que seja capaz de se recuperar rapidamente em caso de falhas. Para isso, serão implementados mecanismos de redundância e backups automáticos, assegurando que os dados dos usuários sejam preservados e que o sistema possa continuar operando em caso de falhas.
- **Segurança** - Como o sistema lida com dados sensíveis de crianças, a segurança é um aspecto prioritário. Será implementada uma infraestrutura robusta de segurança, incluindo criptografia dos dados em repouso e em trânsito, autenticação forte para todos os usuários e proteção contra ataques comuns, como injeção de SQL e Cross-Site Scripting (XSS). A conformidade com legislações de proteção de dados, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), também será garantida, assegurando que os dados dos usuários sejam coletados e tratados de forma responsável.

- **Escalabilidade** - O sistema deve ser projetado para lidar com um número crescente de usuários e dados ao longo do tempo. Isso inclui a capacidade de adicionar novos usuários, turmas e atividades sem comprometer o desempenho. A escalabilidade é importante para garantir que o sistema possa crescer conforme a demanda aumenta, sem a necessidade de reescrever ou substituir grandes partes do código.
- **Manutenibilidade** - O código do sistema deve ser desenvolvido seguindo boas práticas de programação, como modularidade e documentação adequada, para garantir que seja fácil de manter e atualizar no futuro. A manutenibilidade é importante para permitir que novas funcionalidades sejam adicionadas com facilidade e que bugs sejam corrigidos de forma rápida e eficiente.

Esses requisitos não-funcionais são essenciais para garantir que o sistema não apenas atenda às necessidades funcionais, mas também ofereça uma experiência estável, segura e escalável a longo prazo.

## 4.2 Modelo de Análise

O modelo de análise visa descrever a estrutura lógica e organizacional do sistema, detalhando como os usuários interagem com as funcionalidades, quais papéis são atribuídos e como as tecnologias suportam a execução das tarefas propostas. Este modelo foi desenvolvido com o intuito de oferecer uma visão clara e objetiva do funcionamento do sistema *ExecuTree Adventures*, bem como dos recursos tecnológicos empregados para garantir sua eficiência e usabilidade.

### 4.2.1 Perfil do Usuário

O perfil do usuário é uma parte fundamental na concepção de sistemas interativos, especialmente aqueles voltados para o contexto educacional, como o *ExecuTree Adventures*. Entender quem são os usuários e suas características permite projetar interfaces mais intuitivas e que melhor atendam às necessidades específicas de cada grupo. O sistema foi concebido para ser utilizado por dois perfis principais de usuários:

- **Professores:** Estes usuários são responsáveis por gerenciar as turmas, cadastrar alunos, supervisionar as atividades e analisar os relatórios gerados pelo sistema. É

esperado que os professores tenham um nível básico a intermediário de conhecimento em informática, o que inclui familiaridade com navegação em sistemas web, edição de informações e uso de ferramentas de comunicação digital. Eles também devem compreender a lógica por trás das atividades cognitivas propostas, uma vez que essas atividades estão diretamente ligadas ao desenvolvimento das habilidades executivas dos alunos.

- **Alunos:** Os alunos, que são o foco principal das atividades propostas, têm idades variadas, sendo o público-alvo crianças de 6 a 12 anos. Por conta da faixa etária, espera-se que os alunos tenham apenas o nível básico de familiaridade com o uso de computadores ou dispositivos móveis, sendo necessário que a interface do sistema seja altamente intuitiva e acessível. O *design* das atividades cognitivas também foi pensado para ser desafiador, mas ao mesmo tempo envolvente e adequado ao desenvolvimento cognitivo dessa faixa etária.

A interação dos usuários com o sistema é facilitada por uma interface amigável, composta por menus claros e bem organizados, com instruções fáceis de seguir. O fluxo de interação dos usuários segue uma sequência de eventos bem definida, com o objetivo de otimizar a usabilidade e a navegação pelo sistema.

#### 4.2.2 Sequência de Eventos do Sistema

Em relação à sequência de eventos do Instrumento, o sistema segue um fluxo organizado em quatro etapas principais, que garantem que tanto o professor quanto o aluno possam executar suas atividades de maneira eficiente:

1. O sistema inicia com um menu de opções e uma barra de navegação, permitindo ao usuário acessar rapidamente as áreas principais do sistema, como o mural dos alunos, a edição de dados, os relatórios de desempenho, as páginas de crédito e informações sobre o sistema, bem como o botão de *logout*. O design dessa barra de navegação foi pensado para oferecer acesso rápido às funcionalidades mais importantes.
2. O professor terá acesso a funcionalidades administrativas, como cadastrar, editar e excluir alunos, além de iniciar as atividades para um aluno específico. O fluxo

de navegação foi simplificado para permitir que o professor, com poucos cliques, consiga gerenciar os alunos e monitorar seu progresso. Este gerenciamento também inclui a edição de dados do próprio professor, garantindo que as informações pessoais estejam sempre atualizadas.

3. O aluno, por sua vez, terá acesso às atividades cognitivas, podendo responder aos itens avaliativos diretamente no sistema. Após a conclusão de cada atividade, o aluno pode visualizar um resumo de seu desempenho, o que pode servir como um feedback imediato para o seu progresso.
4. Após a finalização das atividades pelos alunos, o professor terá acesso a um relatório detalhado, onde constarão informações sobre os erros e acertos de cada aluno. Esse relatório é uma ferramenta valiosa para o professor, pois permite que ele acompanhe o desenvolvimento das habilidades cognitivas dos alunos ao longo do tempo, identificando áreas que podem necessitar de mais atenção e ajuste pedagógico.

Esse fluxo estruturado garante que o sistema atenda às necessidades tanto dos professores quanto dos alunos, ao mesmo tempo que promove um ambiente de fácil navegação e gerenciamento de atividades.

#### **4.2.3 Diagrama de Caso de Uso**

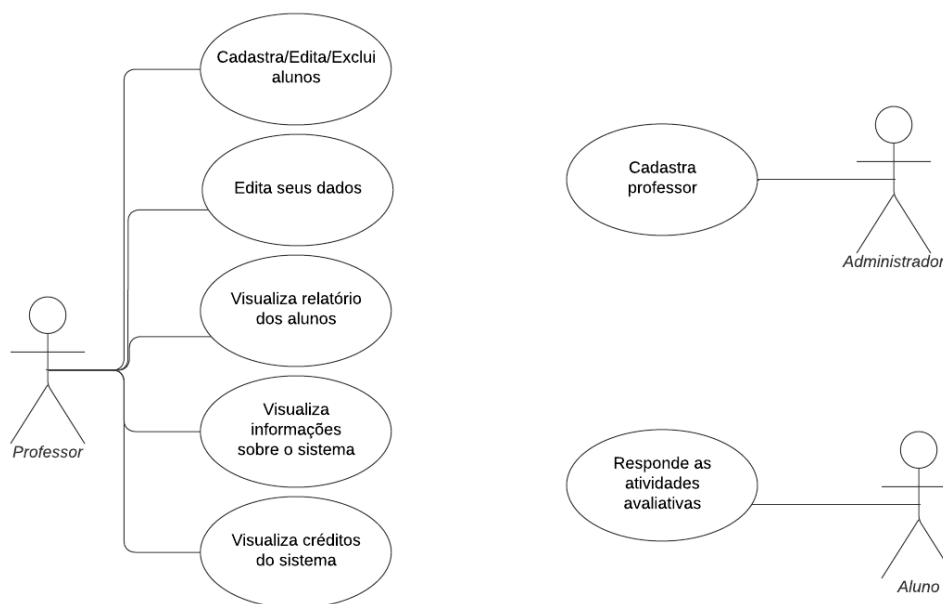
O Diagrama de Caso de Uso, apresentado na Figura 1, fornece uma representação gráfica dos principais atores envolvidos no sistema e suas respectivas interações com as funcionalidades do *ExecuTree Adventures*. Este diagrama é uma ferramenta essencial para visualizar como os diferentes usuários (administrador, professor e aluno) utilizam as funções do sistema.

O administrador tem a função de gerenciar o sistema em nível global, o que inclui o cadastro de professores e a supervisão geral do funcionamento da plataforma. Este papel é fundamental para assegurar que apenas usuários autorizados possam utilizar o sistema.

O professor, por sua vez, desempenha o papel central no uso das funcionalidades pedagógicas, sendo responsável por gerenciar os alunos (cadastrá-los, editá-los ou excluí-los), configurar as atividades cognitivas, e acompanhar os relatórios de desempenho de

cada aluno. A visualização e o acompanhamento dos instrumentos avaliativos também fazem parte de suas responsabilidades.

Figura 1 – Diagrama de Caso de Uso.



**Fonte:** Elaborada pela autora (2024).

Por fim, o aluno interage com o sistema ao responder os itens avaliativos, sendo a principal fonte de dados para o sistema. O desempenho do aluno nas atividades cognitivas é coletado e posteriormente utilizado para estimar suas habilidades cognitivas.

#### 4.2.4 Tecnologias de Suporte

A escolha das tecnologias utilizadas no desenvolvimento do *ExecuTree Adventures* foi feita com o objetivo de garantir que o sistema seja escalável, seguro e eficiente, tanto do ponto de vista do desempenho quanto da manutenção futura. A seguir, detalhamos as principais ferramentas e *frameworks* empregados no projeto:

- **Front-end:** Para o desenvolvimento da interface do usuário, utilizamos tecnologias amplamente utilizadas no mercado, como HTML, CSS e JavaScript. Essas tecnologias oferecem flexibilidade na criação de interfaces dinâmicas e responsivas,

permitindo que o sistema seja acessível tanto em computadores quanto em dispositivos móveis. Além disso, a combinação de HTML, CSS e JavaScript facilita a integração de bibliotecas e frameworks que melhoram a experiência do usuário.

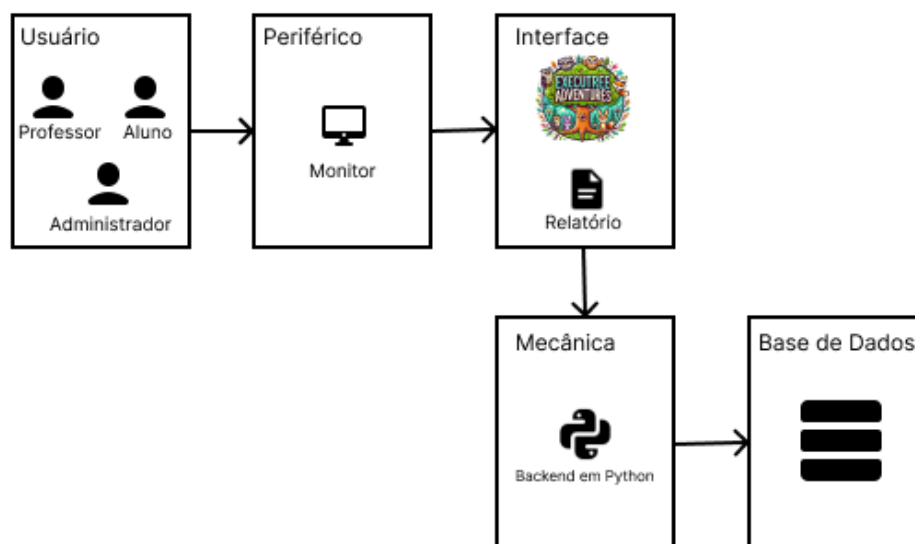
- **Back-end:** O back-end do sistema foi desenvolvido utilizando o Node.js, um ambiente de execução que permite rodar JavaScript no servidor. O Node.js é conhecido por sua eficiência no tratamento de requisições e pela capacidade de lidar com um grande número de conexões simultâneas de forma não bloqueante. O *framework* Express foi utilizado para estruturar as rotas e os controladores do sistema, facilitando a criação de APIs RESTful que conectam o front-end ao banco de dados.
- **Banco de Dados:** Optamos pelo MongoDB, um banco de dados NoSQL que se adapta muito bem a projetos que exigem escalabilidade e flexibilidade no armazenamento de dados. O MongoDB permite que os dados sejam armazenados em um formato flexível de documentos JSON, o que facilita a integração com o Node.js e a manipulação dos dados recolhidos durante a execução das atividades dos alunos.
- **Controle de Versão e Colaboração:** Utilizamos o Git como sistema de controle de versão, juntamente com o GitHub, que serve como repositório remoto e ferramenta colaborativa. O uso dessas tecnologias garantiu que o código fosse armazenado de forma segura na nuvem e permitiu que vários desenvolvedores colaborassem simultaneamente no projeto, mantendo um histórico claro das modificações e evitando conflitos de versão.
- **Editor de Código:** Para o desenvolvimento do sistema, utilizamos o Visual Studio Code, um editor de código-fonte amplamente utilizado que oferece uma série de extensões úteis para o desenvolvimento web. O Visual Studio Code permite integração direta com o Git, além de oferecer suporte para depuração e uma vasta gama de plugins que facilitam a codificação.

A integração dessas tecnologias permitiu o desenvolvimento de um sistema robusto e eficiente, que atende tanto aos requisitos funcionais quanto aos não-funcionais, garantindo uma experiência de usuário otimizada e segura.

### 4.3 Modelo de Arquitetura

Nesta seção, especificamos o funcionamento da arquitetura do *Executree Adventures*. A Figura 2 mostra o modelo escolhido para o sistema, que por sua vez exige três tipos de usuários: administrador, professor e aluno, como mostrado na seção 4.2.1. A interface é formada por todas as funções fundamentais para a interação entre os usuários e o sistema.

Figura 2 – Modelo de Arquitetura.



**Fonte:** Elaborada pela autora (2024).

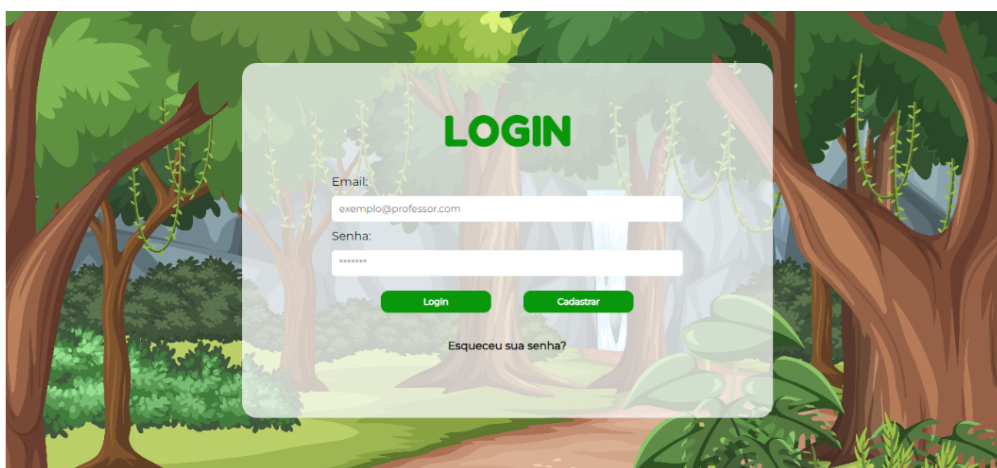
O usuário acessará a aplicação por meio do periférico e terá acesso à interface do *Executree Adventures* onde terá todas as suas funcionalidades e a possibilidade de gerar relatórios. A mecânica escolhida foi website, para ser de fácil acesso em diversos dispositivos, tendo como necessidade apenas o uso da rede de internet. Por fim, todos os dados são enviados ao banco de dados MongoDB, onde são organizados e tratados.

## 4.4 Modelo de Projeto

### 4.4.1 Pré-autenticação (Administrador)

As Figuras 3 e 4 mostram as páginas de login e cadastro do *Executree Adventures*, onde possibilita que o usuário do tipo administrador realize o cadastro do professor para que o mesmo tenha acesso à plataforma fazendo *login* na conta cadastrada.

Figura 3 – Tela de Login.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Figura 4 – Tela de Cadastro do Professor.



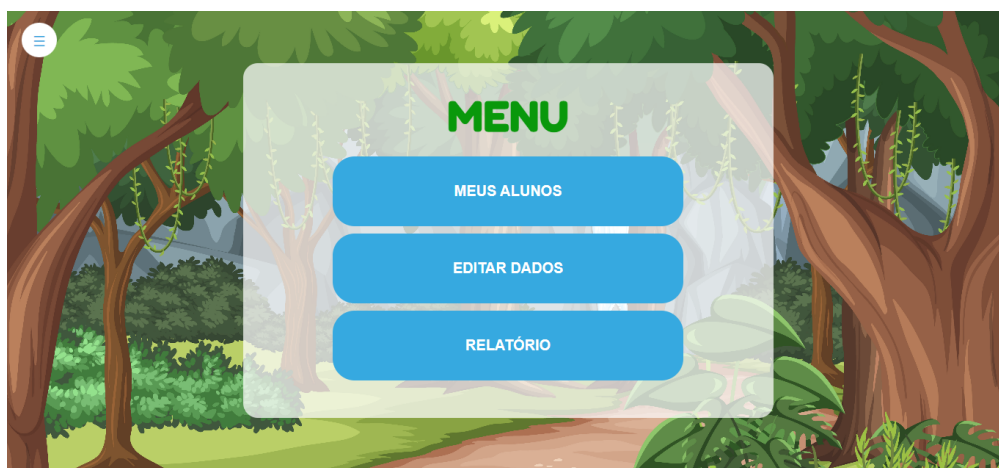
Fonte: Elaborada pela autora (2024).



#### 4.4.2 Pós-autenticação (Professor)

A Figura 5 mostra o menu principal e a barra de navegação onde o professor poderá visualizar seu mural de alunos, editar dados, ver relatórios, acessar páginas de crédito e sobre, além de realizar o *logout* (sair da conta). Já a Figura 6 ilustra a página onde o professor pode visualizar os alunos cadastrados, iniciar avaliações com os mesmos, editar seus dados e excluir alunos.

Figura 5 – Tela de Menu (Página inicial).



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Figura 6 – Tela de Listagem de Alunos.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

A Figura 7 apresenta a tela de cadastro de alunos, semelhante à de professores, com informações como ano/série. Esta página é responsável por permitir que o professor cadastre os seus alunos manualmente, colocando seus respectivos dados e submetendo ao sistema. Já a Figura 8 mostra a tela de edição de dados do professor ou aluno, com informações recuperadas do banco de dados, onde o professor poderá editar as informações que estejam incorretas ou desatualizadas desde o período do cadastro.

Figura 7 – Tela de Cadastro de Alunos.



A tela de cadastro de alunos apresenta um formulário centralizado sobre um fundo de uma floresta com árvores e um rio. O formulário tem o título "PREENCHA COM OS DADOS" em verde. Ele contém os seguintes campos: "Ano / Série:" com um campo de texto contendo "Insira o ano e a série do aluno"; "Gênero:" com três opções de radio button: "Masculino", "Feminino" e "Não declarar"; e "Cidade / Estado:" com um campo de texto contendo "Insira a cidade e o estado em que você mora". Abaixo dos campos, há um botão verde com o texto "Cadastrar".

**Fonte:** Elaborada pela autora (2024).

Figura 8 – Tela de Edição de Professor/Aluno.



A tela de edição de dados apresenta um formulário centralizado sobre o mesmo fundo de floresta. O formulário tem o título "EDITAR DADOS" em verde. Ele contém os seguintes campos: "Nome:" com um campo de texto contendo "Vitor Miguel Franklin"; "Data de Nascimento:" com um campo de texto contendo "04/11/2010" e um ícone de calendário; "Gênero:" com um campo de texto contendo "Masculino"; e "Escola:" com um campo de texto vazio.

**Fonte:** Elaborada pela autora (2024).

### 4.4.3 Relatórios e Informações

A Figura 9 apresenta a página de relatórios dos alunos que realizaram as atividades avaliativas e seus respectivos resultados. Onde o sistema terá as informações suficientes a serem enviadas para a análise da TRI. Já a Figura 10 apresenta a página com informações detalhadas sobre a aplicação e a pesquisa realizada. O usuário terá acesso a esta tela através do menu lateral, que abre ao clicar no botão com o símbolo hambúrguer.

Figura 9 – Tela de Relatório.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Figura 10 – Tela de Informações Sobre a Aplicação.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

A Figura 11 apresenta a página de créditos da aplicação, que inclui a equipe desenvolvedora, professores, orientadores, colaboradores e a instituição, com menção aos direitos intelectuais e de produção. O usuário pode acessar essa página pelo menu lateral, aberto ao clicar no ícone de "hambúrguer".

Figura 11 – Página de Créditos



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

#### 4.4.4 Instrumento Avaliativo (Aluno)

A Figura 12 mostra a tela inicial e a tela de capítulos onde o aluno terá a primeira experiência com a aplicação. Ao clicar no botão iniciar da tela à esquerda, o aluno será redirecionado automaticamente para a tela à direita, iniciando a avaliação.

Figura 12 – Páginas Iniciais do Jogo.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

A Figura 13 apresenta a primeira questão do instrumento avaliativo, voltada para testar o controle inibitório do aluno. Nesta tela, o aluno vê um enunciado, uma figura em preto e branco, e botões com latas de tinta de diferentes cores. A tarefa é selecionar a cor indicada no enunciado para colorir a figura, resistindo ao impulso de usar a cor convencional associada à imagem, desafiando assim sua capacidade de inibição de respostas automáticas.

Figura 13 – Exemplo de Item de Controle Inibitório.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

A Figura 14 ilustra uma questão que testa a flexibilidade cognitiva da criança. A tela contém uma instrução para que a criança ouça uma história, acompanhada de um áudio com a frase instrutiva, que também aparece escrita logo abaixo. Além disso, há imagens relacionadas à história e um botão que avança para a próxima etapa, onde será feito o questionamento. O objetivo desta atividade é incentivar a criança a adaptar seu pensamento a situações incomuns e a encontrar soluções alternativas, promovendo sua capacidade de raciocínio flexível.

A Figura 15 complementa a anterior ao exibir a atividade que avalia a memória de trabalho. Nessa tela, o aluno precisa usar sua memória de curto prazo para responder corretamente a uma pergunta sobre a história que acabou de ouvir. A questão é apresentada junto a botões com imagens que representam possíveis respostas, e o aluno deve selecionar a imagem correta com base no que memorizou.

Figura 14 – Exemplo de Item de Flexibilidade Cognitiva.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Figura 15 – Exemplo de Item de Memória de Trabalho.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo discute os resultados obtidos a partir da análise da usabilidade da aplicação *ExecuTree Adventures*, desenvolvida para estimular o desenvolvimento das funções executivas, especificamente a flexibilidade cognitiva, o controle inibitório e a memória de trabalho em crianças de 6 a 12 anos. Para este estudo, aplicamos questionários baseados em uma escala Likert, com o objetivo de medir as percepções dos usuários sobre a usabilidade da aplicação em diferentes dimensões, incluindo utilidade, facilidade de uso, facilidade de aprendizado e satisfação.

### 5.1 Análise da Utilidade

Na dimensão Utilidade, o objetivo foi medir a opinião dos usuários quanto à utilidade e eficácia da aplicação *ExecuTree Adventures* sobre a fomentação das habilidades das funções executivas. Apresentamos os resultados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise dos resultados sobre a opinião dos respondentes para Utilidade.

Característica	Sucesso (%)	Insucesso (%)	Média	Desvio Padrão	P-value
<b>Utilidade</b>	<b>98.873%</b>	<b>1.127%</b>	<b>4.849</b>	<b>0.391</b>	-
A aplicação é útil para estimular as funções executivas?	99.543%	0.457%	4.921	0.342	0.000
A aplicação ajuda no desenvolvimento das habilidades cognitivas das funções executivas?	98.789%	1.211%	4.845	0.398	0.000
A aplicação melhora a prática de habilidades cognitivas das funções executivas?	99.245%	0.755%	4.901	0.374	0.000
A aplicação economiza tempo no aprendizado?	97.913%	2.087%	4.732	0.452	0.000

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

A análise dos resultados de Utilidade revelou uma taxa de sucesso impressionante, com 98,674% dos usuários avaliando a aplicação como útil para o estímulo das funções executivas, como flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho. De

igual modo, 99,543% dos usuários concordaram que a aplicação é eficaz em ajudar no desenvolvimento dessas habilidades.

Esses números indicam que a aplicação cumpre seu objetivo central de promover o desenvolvimento cognitivo de forma eficaz. O alto nível de satisfação com a utilidade do sistema reflete a eficiência da plataforma em simular atividades cognitivas que promovem o aprendizado e o desenvolvimento das habilidades. Essa alta taxa de aprovação sugere que os usuários reconhecem o valor da aplicação como uma ferramenta educativa, que vai além da diversão e promove o desenvolvimento das funções executivas de maneira prática.

A economia de tempo relatada por 97,913% dos usuários destaca um aspecto fundamental: a capacidade da aplicação *ExecuTree Adventures* de otimizar o processo de aprendizado, tornando-o não apenas mais eficiente, mas também mais produtivo. Em um ambiente educacional, o tempo é um recurso valioso, e ferramentas que conseguem reduzir o tempo necessário para que os usuários assimilem novos conhecimentos sem comprometer a qualidade do aprendizado são altamente desejáveis. A eficiência na transmissão de conteúdos e no desenvolvimento de habilidades cognitivas, como flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho, permite que as crianças realizem mais atividades em menos tempo, o que potencializa sua capacidade de praticar e internalizar essas habilidades.

## **5.2 Análise da Facilidade de Uso**

Na dimensão Facilidade de Uso, o objetivo foi mensurar a percepção dos usuários sobre a facilidade de uso da aplicação. Apresentamos os resultados na Tabela 2.

A facilidade de uso da aplicação foi um dos aspectos mais elogiados pelos usuários, com uma taxa de sucesso notável de 97,984%. Esse dado reforça que a interface da aplicação *ExecuTree Adventures* foi cuidadosamente projetada para ser intuitiva e acessível, atendendo às necessidades de seu público-alvo de forma eficaz. A simplicidade da navegação é fundamental, especialmente em ferramentas voltadas para crianças, onde barreiras tecnológicas podem rapidamente desmotivar ou frustrar os usuários. Quase todos os participantes (98,756%) relataram que a aplicação é fácil de usar, indicando que o design visual e os elementos interativos foram bem recebidos e entenderam seu propósito.



Tabela 2 – Análise dos resultados sobre a opinião dos respondentes para Facilidade de Uso.

Característica	Sucesso (%)	Insucesso (%)	Média	Desvio Padrão	P-value
<b>Facilidade de Uso</b>	<b>99.208%</b>	<b>0.792%</b>	<b>4.886</b>	<b>0.323</b>	-
A aplicação é fácil de usar?	98.756%	1.244%	4.893	0.327	0.000
O <i>ExecuTree Adventures</i> pode ser usado sem instruções escritas?	98.993%	1.007%	4.854	0.345	0.000
O <i>ExecuTree Adventures</i> pode ser usado com sucesso todas as vezes?	99.876%	0.124%	4.912	0.297	0.000

**Fonte:** Elaborada pela autora (2024).

Além disso, a avaliação positiva sobre a interface, considerada intuitiva por 99,178% dos usuários, destaca o cuidado com que a experiência do usuário foi desenhada. A combinação de uma estrutura clara, respostas rápidas e visual atrativa garantiu que as crianças pudessem se concentrar no desenvolvimento de suas habilidades cognitivas, sem perder tempo ou energia tentando entender como a aplicação funciona. Essa abordagem intuitiva não apenas aumenta a acessibilidade, mas também contribui para que o uso seja contínuo e eficaz, promovendo um engajamento mais profundo e prolongado ao longo do tempo.

A alta avaliação da Facilidade de Uso pode ser atribuída ao *design* claro e às interações simples da aplicação, que permitem às crianças de 6 a 12 anos navegarem sem dificuldades. A ausência de barreiras complexas ou controles confusos é fundamental para garantir que o foco da criança esteja na resolução dos desafios cognitivos e não na tentativa de entender a interface.

Além disso, 99,876% dos usuários relataram que a aplicação pode ser utilizada com sucesso todas as vezes, o que reforça a confiabilidade da plataforma. Esse aspecto é fundamental em uma ferramenta educacional, já que a consistência no uso é essencial para o desenvolvimento contínuo das habilidades cognitivas.

### 5.3 Análise da Facilidade de Aprender

Na dimensão Facilidade de Aprender, o objetivo foi mensurar a percepção dos usuários sobre a facilidade de aprender a utilizar a aplicação *ExecuTree Adventures*. Apresentamos os resultados na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise dos resultados sobre a opinião dos respondentes para Facilidade de Aprender.

<b>Característica</b>	<b>Sucesso (%)</b>	<b>Insucesso (%)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>P-value</b>
<b>Facilidade de Aprender</b>	<b>99.594%</b>	<b>0.406%</b>	<b>4.917</b>	<b>0.187</b>	<b>-</b>
Aprendi a usá-lo rapidamente?	100%	0%	4.960	0.197	0.000
É fácil lembrar como usar o <i>ExecuTree Adventures</i> ?	100%	0%	5.000	0.000	0.000
Rapidamente me tornei especialista em usar o <i>ExecuTree Adventures</i> ?	98.784%	1.216%	4.793	0.364	0.000

**Fonte:** Elaborada pela autora (2024).

Os resultados referentes à Facilidade de Aprender destacaram-se como um dos pontos mais fortes da aplicação, atingindo uma impressionante taxa de sucesso de 99,547%. Esse dado revela que a experiência do usuário com a aplicação *ExecuTree Adventures* foi amplamente positiva no que diz respeito à curva de aprendizado. Todos os usuários afirmaram que aprenderam a utilizar a aplicação de maneira rápida e eficaz, o que demonstra o acerto no design didático. A capacidade de recordar facilmente como operar a aplicação foi outro fator elogiado, com todos os participantes indicando que é simples relembrar o funcionamento da plataforma, mesmo após uma pausa no uso.

Esses resultados são uma forte evidência de que o design da *ExecuTree Adventures* foi pensado para promover uma curva de aprendizado suave e gradual, essencial para o público-alvo infantil. A facilidade com que os usuários absorvem as funções e interações reforça a intuição e simplicidade da interface, que evita sobrecarregar as crianças com informações desnecessárias ou complexas. Em vez disso, elas podem se concentrar totalmente nas tarefas cognitivas, sem a necessidade de se preocuparem com as operações básicas do sistema. Essa usabilidade intuitiva permite um foco maior nas atividades

principais, que são fundamentais para o desenvolvimento das funções executivas.

Outro ponto revelador é que 98,784% dos usuários relataram que se tornaram rapidamente proficientes na utilização da aplicação, o que reforça a acessibilidade da plataforma. A capacidade de dominar as funções do jogo com um mínimo de instrução é um diferencial importante, pois garante que a aplicação pode ser usada de maneira eficiente e autônoma por crianças de diferentes níveis de familiaridade com a tecnologia. Esse dado sublinha a adequação da aplicação ao público infantil, que, além de obter resultados cognitivos efetivos, faz isso de forma simples e natural.

#### 5.4 Análise da Satisfação

Na dimensão Satisfação, o objetivo foi mensurar a satisfação dos usuários na utilização da aplicação *ExecuTree Adventures*. Apresentamos os resultados na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise dos resultados sobre a opinião dos respondentes para Satisfação.

Característica	Sucesso (%)	Insucesso (%)	Média	Desvio Padrão	P-value
<b>Satisfação</b>	<b>98.370%</b>	<b>1.630%</b>	<b>4.846</b>	<b>0.412</b>	-
Estou satisfeito com o <i>ExecuTree Adventures</i> ?	99.675%	0.325%	4.912	0.371	0.000
Eu recomendaria o <i>ExecuTree Adventures</i> a um amigo?	98.432%	1.568%	4.890	0.392	0.000
O <i>ExecuTree Adventures</i> faz o que eu preciso?	99.934%	0.066%	4.967	0.284	0.000
O <i>ExecuTree Adventures</i> é agradável de usar?	97.913%	2.087%	4.732	0.452	0.000
O <i>ExecuTree Adventures</i> é divertido?	96.543%	3.457%	4.756	0.512	0.000
O <i>ExecuTree Adventures</i> é adequado para seus usuários?	97.726%	2.274%	4.821	0.463	0.000

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

A satisfação geral com a *ExecuTree Adventures* foi extremamente alta, com 97,923% dos usuários relatando que estavam satisfeitos com a aplicação. Esse nível elevado de satisfação reflete a combinação bem-sucedida de usabilidade, utilidade e diversão que a aplicação proporciona. Os usuários relataram um alto nível de prazer

ao utilizarem a plataforma, e 99,675% afirmaram que recomendariam a aplicação para outras crianças.

Além disso, 99,934% dos usuários disseram que a aplicação atendeu às suas expectativas, o que indica que a aplicação *ExecuTree Adventures* conseguiu alinhar-se às necessidades e expectativas de seu público-alvo. Essa satisfação também se reflete no nível de diversão relatado pelos usuários, com 96,543% classificando a aplicação como divertida. A combinação de aprendizado eficaz e diversão é um fator importante para o sucesso de ferramentas educacionais voltadas para crianças.

A adequação da aplicação ao público-alvo também foi avaliada positivamente, com 97,726% dos usuários considerando a aplicação apropriada para crianças de 6 a 12 anos. Esse resultado demonstra que os desenvolvedores conseguiram atingir um equilíbrio entre a complexidade dos desafios cognitivos e a simplicidade da interface, tornando a experiência agradável e educativa para os jovens usuários.

Os resultados obtidos na pesquisa sobre a aplicação *ExecuTree Adventures* revelam implicações significativas para o desenvolvimento de ferramentas educacionais voltadas ao aprimoramento das funções executivas em crianças. A alta aceitação da aplicação demonstra que um design intuitivo, aliado a desafios cognitivos bem estruturados, pode ser altamente eficaz em promover o desenvolvimento de habilidades como flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho.

A principal contribuição da aplicação reside na sua capacidade de integrar-se ao cotidiano educacional, equilibrando aprendizado e entretenimento. A interface simples e acessível permite que as crianças naveguem facilmente pela plataforma, minimizando a necessidade de supervisão constante por parte de adultos. Isso torna a aplicação uma ferramenta viável tanto para o aprendizado autônomo quanto para o uso em grupo, supervisionado por professores ou psicólogos. A possibilidade de uso independente reforça a usabilidade como um fator importante para o engajamento das crianças, facilitando a repetição das atividades cognitivas sem gerar frustração.

A gamificação da aplicação mostrou-se um recurso poderoso, pois manteve os usuários engajados, sem comprometer a eficácia do aprendizado. Ao contrário, o uso de elementos lúdicos, como jogos e desafios, foi essencial para tornar a experiência mais dinâmica e estimulante, especialmente em um público jovem. Este equilíbrio entre diversão e aprendizado sugere que ferramentas baseadas em jogos podem se tornar uma parte integral dos currículos educacionais, facilitando o desenvolvimento de habilidades

complexas de forma atrativa e acessível.

Outro ponto de destaque foi a confiabilidade e a consistência da plataforma. Ferramentas educacionais precisam garantir que os usuários tenham uma experiência de aprendizado contínua e livre de obstáculos técnicos. A *ExecuTree Adventures* se mostrou confiável, com taxas de sucesso elevadas em relação à facilidade de uso e à repetição das atividades, elementos essenciais para o desenvolvimento progressivo das funções executivas. A consistência da plataforma é fundamental para o progresso das crianças, permitindo que o aprendizado se mantenha efetivo ao longo do tempo.

Esses achados indicam que a aplicação *ExecuTree Adventures* não apenas cumpre seu objetivo de fomentar o desenvolvimento cognitivo, mas também estabelece um novo patamar para o design de tecnologias educacionais voltadas ao público infantil. A aplicação combina de forma eficaz acessibilidade, desafio e diversão, o que a torna um modelo promissor para futuras iniciativas no campo da educação digital.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo, apresentamos as considerações finais sobre a pesquisa realizada, destacando os principais achados, suas implicações e as limitações do estudo. Além disso, propomos sugestões para futuras investigações nesta área.

Os resultados obtidos a partir da análise da usabilidade da aplicação *ExecuTree Adventures* revelaram que o instrumento apresenta uma boa usabilidade para mensurar habilidades relacionadas às funções executivas em crianças de 6 a 12 anos. As percepções dos usuários, coletadas através dos questionários aplicados, indicaram que a maioria dos juízes considerou a aplicação divertida e engajadora, o que pode ser um fator motivador para a prática contínua e o aprimoramento dessas habilidades. Além disso, as dimensões avaliadas, como utilidade e facilidade de uso, mostraram resultados positivos, sugerindo que a interface do usuário e a interação foram bem recebidas pelos participantes.

No entanto, é importante ressaltar algumas limitações do estudo. A amostra, embora representativa, pode não refletir a diversidade total das populações infantis, e o estudo foi conduzido em um ambiente controlado, o que pode influenciar as respostas dos participantes. Ademais, a aplicação foi testada em um curto período de tempo, e a avaliação a longo prazo dos efeitos do uso do *ExecuTree Adventures* nas funções executivas ainda é necessária.

Com base nas limitações identificadas e nos resultados obtidos, sugerimos as seguintes direções para pesquisas futuras:

- **Amostras Diversificadas:** Realizar estudos com amostras mais amplas e diversificadas, incluindo diferentes faixas etárias e contextos socioeconômicos, para validar os resultados e aumentar a generalização da aplicação. Isso permitirá compreender melhor como as variáveis demográficas influenciam a usabilidade da aplicação e se existem diferenças significativas nas percepções de crianças de diferentes origens. A inclusão de diversas populações poderá enriquecer a pesquisa e garantir que as conclusões sejam aplicáveis a uma gama mais ampla de usuários.
- **Ambientes de Uso Real:** Investigar a usabilidade da aplicação em ambientes educacionais reais, como salas de aula, para avaliar como as crianças interagem com a ferramenta em situações cotidianas. A observação direta em ambientes naturais pode proporcionar insights valiosos sobre as interações e dificuldades

que as crianças podem enfrentar ao utilizar o *ExecuTree Adventures* no contexto escolar. Além disso, essa abordagem permitirá compreender como o ambiente físico e social influencia a experiência do usuário, facilitando ajustes que aumentem a eficácia da aplicação em contextos educativos.

- **Avaliações Longitudinais:** Conduzir estudos longitudinais que acompanhem o progresso das crianças ao longo do tempo. A avaliação contínua permitirá observar se o uso da aplicação resulta em melhorias duradouras nas funções executivas das crianças. Além disso, essa abordagem poderá identificar se a eficácia da ferramenta varia em diferentes momentos de desenvolvimento infantil, contribuindo para um entendimento mais profundo sobre o impacto a longo prazo da aplicação no aprendizado e nas habilidades cognitivas das crianças.
- **Exploração de Funcionalidades:** Investigar a inclusão de novas funcionalidades e jogos dentro da aplicação que abordem outras habilidades cognitivas além das funções executivas. A expansão do escopo da ferramenta pode torná-la mais atraente e útil para uma gama maior de usuários, promovendo um desenvolvimento mais abrangente. Além disso, a avaliação do impacto de novas atividades lúdicas sobre o aprendizado e a usabilidade pode oferecer insights sobre a eficácia de diferentes abordagens pedagógicas.
- **Comparação com Outros Instrumentos:** Realizar estudos comparativos entre o *ExecuTree Adventures* e outras aplicações ou métodos de avaliação de funções executivas. Essa comparação poderá evidenciar as vantagens e limitações do nosso instrumento, fornecendo uma base sólida para aprimoramentos futuros. Além disso, compreender como a nossa aplicação se posiciona em relação a outras ferramentas no mercado pode ajudar na promoção e na aceitação do uso do *ExecuTree Adventures* em contextos educacionais.

Concluindo, a pesquisa realizada contribui para o entendimento da importância das funções executivas no desenvolvimento infantil e demonstra o potencial de ferramentas digitais como a *ExecuTree Adventures* para promover habilidades essenciais para o sucesso acadêmico e social das crianças. A continuidade desse tipo de pesquisa é fundamental para o avanço das práticas educacionais e para o desenvolvimento de intervenções eficazes.

## REFERÊNCIAS

- ABDULLAYEV, V.; CHAUHAN, A. S. Sql injection attack: Quick view. *Mesopotamian Journal of CyberSecurity*, v. 2023, p. 30–34, 2023. Citado na página 32.
- ABEYSEKERA, L.; DAWSON, P. Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher education research & development*, Taylor & Francis, v. 34, n. 1, p. 1–14, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 28.
- ABUHAMAD, G.; RHEAULT, C. Like a researcher stating broader impact for the very first time. *arXiv preprint arXiv:2011.13032*, 2020. Citado na página 25.
- AHMED, S. F. et al. Executive function and academic achievement: Longitudinal relations from early childhood to adolescence. *Journal of Educational Psychology*, American Psychological Association, v. 111, n. 3, p. 446, 2019. Citado na página 20.
- ALSAWAIER, R. S. The effect of gamification on motivation and engagement. *The International Journal of Information and Learning Technology*, Emerald Publishing Limited, v. 35, n. 1, p. 56–79, 2018. Citado na página 14.
- ALVAREZ, J. et al. Design games and game design: relations between design, codesign and serious games in adult education. *From UXD to livXD: living eXperience design*, Wiley Online Library, p. 229–253, 2019. Citado na página 25.
- ALVES, L. *Jogos digitais e funções executivas: Desenvolvimento, pesquisas e aprendizagens mediadas pelo gamebook Guardiões da Floresta*. Local de publicação: Editora, 2021. Citado na página 26.
- ANTONOPOULOU, H. et al. Application of gamification tools for identification of neurocognitive and social function in distance learning education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, v. 21, n. 5, p. 367–400, 2022. Citado na página 12.
- ASLAN, Ö. et al. A comprehensive review of cyber security vulnerabilities, threats, attacks, and solutions. *Electronics*, MDPI, v. 12, n. 6, p. 1333, 2023. Citado na página 32.
- BAGDZIUS, A. C. *Turbelab: jogo sério sobre ciências para o desenvolvimento de funções executivas*. Dissertação (Dissertação (Mestrado)) — Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento, Local da instituição, December 2022. Citado na página 27.
- BANDURA, A. *Social cognitive theory: An agentic perspective on human nature*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2023. Citado na página 22.



BARKLEY, R. *Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved*. [S.l.]: Guilford Press, 2012. Citado na página 13.

BEAVIS, C.; MUSPRATT, S.; THOMPSON, R. ‘computer games can get your brain working’: student experience and perceptions of digital games in the classroom. *Learning, media and technology*, Taylor & Francis, v. 40, n. 1, p. 21–42, 2015. Citado na página 24.

BENEDETTO, L.; INGRASSIA, M. et al. Digital parenting: Raising and protecting children in media world. *Parenting: Studies by an ecocultural and transactional perspective*, IntechOpen London, p. 127–148, 2021. Citado na página 32.

BEST, J. R.; MILLER, P. H.; NAGLIERI, J. A. Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and individual differences*, Elsevier, v. 21, n. 4, p. 327–336, 2011. Citado na página 23.

BLAIR, C.; RAVER, C. C. Child development in the context of adversity: experiential canalization of brain and behavior. *American psychologist*, American Psychological Association, v. 67, n. 4, p. 309, 2012. Citado na página 21.

BLAIR, C.; RAVER, C. C. School readiness and self-regulation: A developmental psychobiological approach. *Annual review of psychology*, Annual Reviews, v. 66, n. 1, p. 711–731, 2015. Citado 5 vezes nas páginas 17, 20, 21, 22 e 23.

BLESSING, J. et al. Sok: Web authentication in the age of end-to-end encryption. *arXiv preprint arXiv:2406.18226*, 2024. Citado na página 30.

BOER, J. D. C.; ELIAS, L. C. d. S. Habilidades sociais, funções executivas e desempenho acadêmico: Revisão sistemática. *Revista Psicopedagogia*, Associação Brasileira de Psicopedagogia, v. 39, n. 119, p. 270–284, 2022. Citado na página 13.

BOYLE, E. et al. Executive functions in digital games. In: *Psychology, pedagogy, and assessment in serious games*. [S.l.]: IGI Global, 2014. p. 19–46. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 26.

BOYLE, E. A. et al. An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, Elsevier, v. 94, p. 178–192, 2016. Citado na página 25.

CHEN, C.-H. Impacts of augmented reality and a digital game on students’ science learning with reflection prompts in multimedia learning. *Educational Technology Research and Development*, Springer, v. 68, n. 6, p. 3057–3076, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 25.

CHUNG, L. et al. *Non-functional requirements in software engineering*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012. v. 5. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 47.

CORBO, I.; CASAGRANDE, M. Higher-level executive functions in healthy elderly and mild cognitive impairment: a systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, MDPI, v. 11, n. 5, p. 1204, 2022. Citado na página 12.

CRISTOFORI, I.; COHEN-ZIMERMAN, S.; GRAFMAN, J. Executive functions. *Handbook of clinical neurology*, Elsevier, v. 163, p. 197–219, 2019. Citado na página 12.

CRONE, E. A.; DAHL, R. E. Understanding adolescence as a period of social–affective engagement and goal flexibility. *Nature reviews neuroscience*, Nature Publishing Group UK London, v. 13, n. 9, p. 636–650, 2012. Citado na página 20.

DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, JSTOR, p. 319–340, 1989. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 39.

DIAMOND, A. Executive functions. In: *Handbook of clinical neurology*. [S.l.]: Elsevier, 2020. v. 173, p. 225–240. Citado 10 vezes nas páginas 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 26.

DÖRNER, R. et al. *Serious games*. [S.l.]: Springer, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.

DRIGAS, A.; KARYOTAKI, M. Executive functioning and problem solving: A bidirectional relation. *Int. J. Eng. Pedagog.*, v. 9, n. 3, p. 76–98, 2019. Citado na página 26.

EVANS, G. W.; KIM, P. Childhood poverty, chronic stress, self-regulation, and coping. *Child development perspectives*, Wiley Online Library, v. 7, n. 1, p. 43–48, 2013. Citado na página 21.

FALCO, M.; KISHIMOTO, T. M. Pedagogical documentation for a more inclusive early childhood education. *European Early Childhood Education Research Journal*, Taylor & Francis, v. 30, n. 2, p. 251–264, 2022. Citado na página 24.

FIGUEIRA, P. V. S. T.; FREITAS, P. M. d. Relação entre ansiedade matemática, memória de trabalho e controle inibitório: Uma meta-análise. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, SciELO Brasil, v. 34, p. 678–696, 2020. Citado na página 19.

FREITAS, S. de et al. How to use gamified dashboards and learning analytics for providing immediate student feedback and performance tracking in higher education. In:

*Proceedings of the 26th international conference on world wide web companion*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 429–434. Citado na página 27.

FRIEDMAN, N. P.; ROBBINS, T. W. The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology*, Springer International Publishing Cham, v. 47, n. 1, p. 72–89, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.

GARCIA, L. R. et al. *Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD): guia de implantação*. [S.l.]: Editora Blucher, 2020. Citado 3 vezes nas páginas 29, 30 e 32.

GARCÍA-LÓPEZ, I. M.; ACOSTA-GONZAGA, E.; RUIZ-LEDESMA, E. F. Investigating the impact of gamification on student motivation, engagement, and performance. *Education Sciences*, MDPI, v. 13, n. 8, p. 813, 2023. Citado na página 28.

GEE, J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in entertainment (CIE)*, ACM New York, NY, USA, v. 1, n. 1, p. 20–20, 2003. Citado na página 14.

GKORA, V.; DRIGAS, A. Enhancing executive functions in children: a comprehensive review of interventions via digital technologies and future directions. *Scientific Electronic Archives*, v. 17, n. 5, 2024. Citado na página 13.

GREEN, C. S.; BAVELIER, D. Learning, attentional control, and action video games. *Current biology*, Elsevier, v. 22, n. 6, p. R197–R206, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 14.

HAINES, T. et al. A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education*, Elsevier, v. 102, p. 202–223, 2016. Citado na página 25.

HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification. In: IEEE. *2014 47th Hawaii international conference on system sciences*. [S.l.], 2014. p. 3025–3034. Citado 4 vezes nas páginas 24, 27, 28 e 31.

HARAHAP, D. P. Cognitive behavioral therapy and traditional cooperative games in improving social skills: A single-subject experimental study. *INSPIRA: Indonesian Journal of Psychological Research*, v. 4, n. 1, p. 29–40, 2023. Citado na página 26.

HOHL, K.; DOLCOS, S. Measuring cognitive flexibility: A brief review of neuropsychological, self-report, and neuroscientific approaches. *Frontiers in Human Neuroscience*, Frontiers Media SA, v. 18, p. 1331960, 2024. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.

HOMER, B. D.; RAFFAELE, C.; HENDERSON, H. Games as playful learning: Implications of developmental theory for game-based learning. *Handbook of game-based learning*, MIT Press, p. 25–52, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 24.

HOWARD, S. J. et al. Executive function and self-regulation: Bi-directional longitudinal associations and prediction of early academic skills. *Frontiers in Psychology*, Frontiers Media SA, v. 12, p. 733328, 2021. Citado 3 vezes nas páginas 17, 18 e 20.

IRWAN, I.; ARNADI, A.; ASLAN, A. Developing critical thinking skills of primary school students through independent curriculum learning. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, v. 4, n. 3, p. 788–803, 2024. Citado na página 21.

JEONG, J. et al. Parenting interventions to promote early child development in the first three years of life: A global systematic review and meta-analysis. *PLoS medicine*, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 18, n. 5, p. e1003602, 2021. Citado na página 13.

JESUS, M. G. d.; ALVES, L. R. G. Funções executivas e jogos digitais no contexto universitário: Uma revisão integrativa da literatura. *Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e Universidade Federal da Bahia (UFBA)*, 2019. Citado na página 27.

JIMMY, F. Cyber security vulnerabilities and remediation through cloud security tools. *Journal of Artificial Intelligence General science (JAIGS) ISSN: 3006-4023*, v. 2, n. 1, p. 129–171, 2024. Citado na página 32.

JUSIENÉ, R. et al. Executive function and screen-based media use in preschool children. *Infant and Child Development*, Wiley Online Library, v. 29, n. 1, p. e2173, 2020. Citado na página 18.

KARLEN, Y. et al. Teachers as learners and agents of self-regulated learning: The importance of different teachers competence aspects for promoting metacognition. *Teaching and Teacher Education*, Elsevier, v. 125, p. 104055, 2023. Citado na página 21.

KIM, S.; LEE, Y. Istorybook: An interactive media supporting dialogic reading for children's reading comprehension. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, v. 11, n. 11, p. 383–392, 2016. Citado na página 26.

KRAUSE, K. K. G.; HOUNSELL, M. d. S.; GASPARINI, I. Aplicações dos jogos digitais nas funções executivas: um mapeamento sistemático da literatura. *Departamento de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMT), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, SC – Brasil*, 2024. Citado na página 24.

KWON, J.; LEE, Y. Serious games for the job training of persons with developmental disabilities. *Computers & Education*, Elsevier, v. 95, p. 328–339, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 25.

LANDERS, R. N. Developing a theory of gamified learning: Linking serious games and gamification of learning. *Simulation & gaming*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 45, n. 6, p. 752–768, 2014. Citado na página 28.

LEE, J. J.; HAMMER, J. Gamification in education: What, how, why bother? *Academic exchange quarterly*, Chattanooga State Technical Community College, v. 15, n. 2, p. 146, 2011. Citado na página 29.

LIVINGSTONE, S.; STOILOVA, M.; NANDAGIRI, R. Children's data and privacy online: growing up in a digital age: an evidence review. London School of Economics and Political Science, Department of Media and . . . , 2019. Citado na página 31.

LOGIE, R.; CAMOS, V.; COWAN, N. Working memory: The state of the science. Oxford University Press, 2020. Citado na página 12.

LUND, A. M. Measuring usability with the use questionnaire. *Usability interface*, v. 8, n. 2, p. 3–6, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 39.

MAGALHÃES, F. M.; PEREIRA, M. L. Regulamento geral de proteção de dados. *Manual Prático*, v. 2, 2018. Citado na página 30.

MARTÍ, G. P. et al. Executive functions are important for academic achievement, but emotional intelligence too. *Scandinavian Journal of Psychology*, Wiley Online Library, v. 64, n. 4, p. 470–478, 2023. Citado na página 22.

MIRABELLA, G. Inhibitory control and impulsive responses in neurodevelopmental disorders. *Developmental Medicine & Child Neurology*, Wiley Online Library, v. 63, n. 5, p. 520–526, 2021. Citado na página 19.

MOFFITT, T. E. et al. A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, National Acad Sciences, v. 108, n. 7, p. 2693–2698, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.

MOHAMMED, A. H. Y.; DZIYAUDDIN, R. A.; LATIFF, L. A. Current multi-factor of authentication: Approaches, requirements, attacks and challenges. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Science and Information (SAI) Organization Limited, v. 14, n. 1, 2023. Citado na página 32.

MUIJS, D.; BOKHOVE, C. Metacognition and self-regulation: Evidence review. *Education Endowment Foundation*, ERIC, 2020. Citado na página 21.

MUNAKATA, Y.; MICHAELSON, L. E. Executive functions in social context: Implications for conceptualizing, measuring, and supporting developmental trajectories. *Annual Review of Developmental Psychology*, Annual Reviews, v. 3, n. 1, p. 139–163, 2021. Citado na página 21.

NI, N. et al. Asymmetric negative transfer effects of working memory training. *Memory & Cognition*, Springer, v. 51, n. 7, p. 1654–1669, 2023. Citado na página 19.

ORAKCI, Ş. Exploring the relationships between cognitive flexibility, learner autonomy, and reflective thinking. *Thinking Skills and Creativity*, Elsevier, v. 41, p. 100838, 2021. Citado na página 12.

O'KEEFFE, C.; MCNALLY, S. 'uncharted territory': Teachers' perspectives on play in early childhood classrooms in ireland during the pandemic. *European Early Childhood Education Research Journal*, Taylor & Francis, v. 29, n. 1, p. 79–95, 2021. Citado na página 24.

PANESI, S.; FERLINO, L. Using apps in formal education to improve executive functions in preschoolers. Editorial Universitat Politècnica de València, 2020. Citado na página 13.

QIAN, M.; CLARK, K. R. Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in human behavior*, Elsevier, v. 63, p. 50–58, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 26.

QIU, J. et al. A survey on access control in the age of internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, IEEE, v. 7, n. 6, p. 4682–4696, 2020. Citado na página 32.

REZENDE, D. A. *Engenharia de software e sistemas de informação*. [S.l.]: Brasport, 2006. Citado na página 44.

RIBEIRO, N. *Multimédia e tecnologias interativas*. [S.l.]: FCA-Editora Informática Lisboa, 2012. Citado na página 34.

ROGOFF, B. *The cultural nature of human development*. [S.l.]: Oxford university press, 2003. Citado na página 21.

SALEHINEJAD, M. A. et al. Hot and cold executive functions in the brain: A prefrontal-cingular network. *Brain and Neuroscience Advances*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 5, p. 23982128211007769, 2021. Citado na página 18.

SANCHEZ, E. et al. Gamification. In: *Encyclopedia of Education and Information Technologies*. [S.l.]: Springer, 2020. p. 816–827. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 29.

SARLET, G. B. S.; RUARO, R. L. A proteção de dados sensíveis no sistema normativo brasileiro sob o enfoque da lei geral de proteção de dados (lgpd)–l. 13.709/2018. *Revista Direitos Fundamentais & Democracia*, v. 26, n. 2, p. 81–106, 2021. Citado na página 29.

SARUMI, J.; LONGE, O. Towards data storage security in cloud computing using hybridized advanced encryption standard & authentication scheme. *Journal of Digital Innovations & Contemporary Research in Science, Engineering & Technology*, v. 10, n. 1, p. 25–48, 2022. Citado na página 32.

SCHIRMBECK, K.; RAO, N.; MAEHLER, C. Similarities and differences across countries in the development of executive functions in children: A systematic review. *Infant and Child Development*, Wiley Online Library, v. 29, n. 1, p. e2164, 2020. Citado na página 18.

SCHÖBEL, S. M.; JANSON, A.; SÖLLNER, M. Capturing the complexity of gamification elements: a holistic approach for analysing existing and deriving novel gamification designs. *European Journal of Information Systems*, Taylor & Francis, v. 29, n. 6, p. 641–668, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 31.

SCHROEDER, P. A. et al. Meta-analysis of the effects of transcranial direct current stimulation on inhibitory control. *Brain stimulation*, Elsevier, v. 13, n. 5, p. 1159–1167, 2020. Citado na página 12.

SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. [S.l.]: Pearson Education India, 2010. Citado na página 36.

SHUM, S. J. B.; LUCKIN, R. Learning analytics and ai: Politics, pedagogy and practices. *British journal of educational technology*, WILEY, v. 50, n. 6, p. 2785–2793, 2019. Citado na página 31.

SLATTERY, E. J. et al. Popular interventions to enhance sustained attention in children and adolescents: A critical systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Elsevier, v. 137, p. 104633, 2022. Citado na página 26.

SPIEGEL, J. A. et al. Relations between executive functions and academic outcomes in elementary school children: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, American Psychological Association, v. 147, n. 4, p. 329, 2021. Citado 5 vezes nas páginas 12, 17, 19, 22 e 23.

STOILOVA, M.; NANDAGIRI, R.; LIVINGSTONE, S. Children’s understanding of personal data and privacy online—a systematic evidence mapping. *Information*,

*Communication & Society*, Taylor & Francis, v. 24, n. 4, p. 557–575, 2021. Citado na página 31.

SUBRAHMANYAM, K.; RENUKARYA, B. Digital games and learning: Identifying pathways of influence. *Educational psychologist*, Taylor & Francis, v. 50, n. 4, p. 335–348, 2015. Citado na página 25.

SWELLER, J. Cognitive load theory and individual differences. *Learning and Individual Differences*, Elsevier, v. 110, p. 102423, 2024. Citado na página 22.

TAILLE, Y. de L.; OLIVEIRA, M. K. de; DANTAS, H. *Piaget, Vigotski, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. [S.l.]: Summus editorial, 2019. Citado na página 20.

TUDOSI, A.-D. et al. Research on security weakness using penetration testing in a distributed firewall. *Sensors*, MDPI, v. 23, n. 5, p. 2683, 2023. Citado na página 33.

UDDIN, L. Q. Cognitive and behavioural flexibility: neural mechanisms and clinical considerations. *Nature Reviews Neuroscience*, Nature Publishing Group UK London, v. 22, n. 3, p. 167–179, 2021. Citado na página 20.

ULFERTS, H. Why parenting matters for children in the 21st century: An evidence-based framework for understanding parenting and its impact on child development. OECD, 2020. Citado na página 21.

VANDERCRUYSSSE, S.; VANDEWAETERE, M.; CLAREBOUT, G. Game-based learning: A review on the effectiveness of educational games. *Handbook of research on serious games as educational, business and research tools*, IGI Global, p. 628–647, 2012. Citado na página 25.

VARGAS-HERNÁNDEZ, J. G.; VARGAS-GONZÁLEZ, O. C. Strategies for meaningful learning in higher education. *JISTECH: Journal of Information Science and Technology*, v. 2, n. 1, p. 47–64, 2022. Citado na página 28.

VERESOV, N.; KEWALRAMANI, S.; MA, J. The development of executive functions in play contexts. In: *Child Development Within Contexts: Cultural-Historical Research and Educational Practice*. [S.l.]: Springer, 2024. p. 83–102. Citado na página 21.

WANG, Y.-F.; HSU, Y.-F.; FANG, K. The key elements of gamification in corporate training—the delphi method. *Entertainment Computing*, Elsevier, v. 40, p. 100463, 2022. Citado na página 28.

WANNEMACKER, S. D.; VANDERCRUYSSSE, S.; CLAREBOUT, G. *Serious games: The challenge*. [S.l.]: Springer, 2012. Citado na página 25.



WEI, Y. et al. Enhancing young children's executive function through physical activities: A three-level meta-analysis. *Mental Health and Physical Activity*, Elsevier, v. 26, p. 100592, 2024. Citado na página 21.

YANG, G. et al. The effects of a role-play-based micro-game strategy on students' computational thinking, learning engagement and learning motivation. *Interactive Learning Environments*, Taylor & Francis, p. 1–21, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 26.

YEAGER, M.; YEAGER, D. *Executive function & child development*. [S.l.]: WW Norton & Company, 2013. Citado na página 18.

YU, Y.-T.; TSUEI, M. The effects of digital game-based learning on children's chinese language learning, attention and self-efficacy. *Interactive Learning Environments*, Taylor & Francis, v. 31, n. 10, p. 6113–6132, 2023. Citado na página 26.

ZANOLIE, K. et al. Understanding the dynamics of the developing adolescent brain through team science. *Frontiers in integrative neuroscience*, Frontiers Media SA, v. 16, p. 827097, 2022. Citado na página 20.

ZELAZO, P. D. Executive function and psychopathology: A neurodevelopmental perspective. *Annual review of clinical psychology*, Annual Reviews, v. 16, n. 1, p. 431–454, 2020. Citado na página 20.

ZELAZO, P. D.; CARLSON, S. M. The neurodevelopment of executive function skills: Implications for academic achievement gaps. *Psychology & Neuroscience*, Educational Publishing Foundation, v. 13, n. 3, p. 273, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 18.

ZIMMERMAN, B. J.; MOYLAN, A. R. Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In: *Handbook of metacognition in education*. [S.l.]: Routledge, 2009. p. 299–315. Citado na página 21.

ZOH, V. S.; KONÉ, T.; KONAN, Y. Analysis of students' preferences and engagement with mobile games: A study of game assets and colour impact. *Open Journal of Applied Sciences*, v. 13, n. 12, p. 2211–2222, 2023. Citado na página 26.

ZYGOURIS, N. C. et al. Implementing a web application screener for preschoolers: Executive functions and school readiness. *International Journal of Engineering Pedagogy*, v. 13, n. 6, 2023. Citado na página 13.