



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática

Bárbara Vaz Ferreira

Impacto dos LLMs na Educação Inclusiva: Uma Prova de Conceito para suporte aos
professores no ensino de crianças e adolescentes com TEA

Orientador: Vinícius Cardoso Garcia

Recife, 2025

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Informática
Sistemas de Informação

Bárbara Vaz Ferreira

Impacto dos LLMs na Educação Inclusiva: Uma Prova de Conceito para suporte aos professores no ensino de crianças e adolescentes com TEA

Monografia apresentada ao Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Vinícius Cardoso Garcia

Recife, 2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Ferreira, Bárbara Vaz .

Impacto dos LLMs na Educação Inclusiva: Uma Prova de Conceito para
suporte aos professores no ensino de crianças e adolescentes com TEA /
Bárbara Vaz Ferreira. - Recife, 2025.

49 p. : il., tab.

Orientador(a): Vinícius Cardoso Garcia

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Informática, Sistemas de Informação - Bacharelado,
2025.

Inclui referências.

1. Modelos de Linguagem de Grande Escala. 2. Transtorno do Espectro
Autista. 3. Educação Inclusiva. 4. Tecnologia Assistiva. 5. Prova de Conceito. I.
Garcia, Vinícius Cardoso . (Orientação). II. Título.

000 CDD (22.ed.)

BÁRBARA VAZ FERREIRA

Impacto dos LLMs na Educação Inclusiva: Uma Prova de Conceito para suporte aos professores no ensino de crianças e adolescentes com TEA

Trabalho de Graduação apresentado ao curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado em: 08/08/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 VINICIUS CARDOSO GARCIA
Data: 03/09/2025 16:32:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Vinícius Cardoso Garcia (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Documento assinado digitalmente
 ROBSON DO NASCIMENTO FIDALGO
Data: 08/09/2025 12:02:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Robson Fidalgo (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Agradecimentos

Agradeço, antes de tudo, aos meus pais, Alberto e Simone, e à minha irmã, Débora, por estarem ao meu lado desde o momento em que decidi cursar Sistemas de Informação na UFPE. O apoio de vocês foi e é fundamental, não somente nessa caminhada, mas em todas as etapas da minha vida.

Ao meu namorado, Luiz Eduardo, por me acompanhar de perto durante todo o desenvolvimento deste trabalho, sempre acreditando em mim e me incentivando nos momentos mais desafiadores.

Aos meus amigos de vida, obrigada por ouvirem com paciência todos os momentos que levantei o tema "TCC" e por me apoiarem com tanto carinho.

Aos meus colegas de curso que estiveram comigo desde o início da jornada, e àqueles que encontrei ao longo do caminho. Compartilhar essa experiência com vocês tornou tudo mais leve e possível.

Agradeço também aos profissionais experientes na área de TEA que me auxiliaram no início da pesquisa, em especial à professora Ana Letícia, cuja orientação e sensibilidade foram fundamentais na construção do projeto.

Aos cinco educadores que toparam participar deste projeto testando a plataforma desenvolvida e que foram essenciais para sua validação.

Ao meu orientador, Vinícius Garcia, por confiar na minha ideia desde o início e por todo o suporte e orientação ao longo desse processo. E ao seu aluno de pesquisa, por sempre estar disposto a me ajudar com dúvidas técnicas relacionadas ao desenvolvimento da ferramenta.

Aos professores do Centro de Informática, por todo o conhecimento compartilhado, que foi essencial para minha formação.

E, por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para minha trajetória acadêmica e para a realização deste projeto.

Este trabalho é fruto de muitas pessoas, trocas e aprendizados.

Meu sincero muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho investiga a viabilidade e o potencial impacto do uso de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) nas práticas pedagógicas de professores que atuam com crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Para isso, foi desenvolvida uma Prova de Conceito (PoC) que utiliza a API da OpenAI para gerar materiais personalizados com base nas informações fornecidas pelos professores sobre seus alunos. Em seguida, foi realizada uma etapa de testes com cinco educadores com experiência na área de educação especial, a fim de avaliar a usabilidade da ferramenta, a qualidade dos materiais produzidos, sua capacidade de auxiliar no aprendizado de estudantes com TEA e seu impacto na otimização do trabalho docente. Os resultados indicaram que a plataforma foi bem recebida pelos participantes, que demonstraram abertura à adoção de novas tecnologias. Embora tenham sido identificados alguns pontos de melhoria, de forma geral os *feedbacks* foram positivos quanto à qualidade dos materiais gerados, destacando seu potencial para reduzir a sobrecarga dos professores e auxiliar na construção de um ensino mais personalizado e inclusivo para alunos com TEA.

Palavras-chave: Modelos de Linguagem de Grande Escala. Transtorno do Espectro Autista. Educação Inclusiva. Tecnologia Assistiva. Prova de Conceito.

ABSTRACT

This study investigates the feasibility and potential impact of using Large Language Models (LLMs) in the pedagogical practices of teachers working with children and adolescents with Autism Spectrum Disorder (ASD). To this end, a Proof of Concept (PoC) was developed using the OpenAI API to generate personalized materials based on information provided by teachers about their students. Subsequently, a testing phase was conducted with five educators experienced in special education, aiming to assess the tool's usability, the quality of the generated materials, its ability to assist in the learning process of students with ASD, and its impact on optimizing teachers' work. The results indicated that the platform was well received by the participants, who showed openness to adopting new technologies. Although some areas for improvement were identified, overall the feedback was positive regarding the quality of the generated materials, highlighting their potential to reduce teachers' workload and support the development of more personalized and inclusive education for students with ASD.

Keywords: Large Language Models. Autism Spectrum Disorder. Inclusive Education. Assistive Technology. Proof of Concept.

LISTA DE IMAGENS

Figura 1 - Diagrama do Contexto da Arquitetura

Figura 2 - Diagrama dos Contêineres da Arquitetura

Figura 3 - Diagrama dos Componentes da Arquitetura

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pesquisas correlatas ao presente estudo

Tabela 2 - Descrição das personas

Tabela 3 - Descrição dos Contêineres

Tabela 4 - Descrição dos Componentes

Tabela 5 - Detalhamento dos professores

Tabela 6 - Respostas do tópico Experiência de uso

Tabela 7 - Respostas do tópico Qualidade dos materiais

Tabela 8 - Respostas do tópico Impacto no aprendizado dos alunos

Tabela 9 - Respostas do tópico Relevância para o trabalho docente

Tabela 10 - Respostas do tópico Sugestões e melhorias

LISTA DE SIGLAS

API - *Application Programming Interface* (Interface de Programação de Aplicações)

AT - Acompanhante Terapêutico

DSM-5-TR - Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais

IA - Inteligência Artificial

IAG - Inteligência Artificial Generativa

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados

LLM - *Large Language Model* (Modelo de Linguagem de Grande Escala)

ORM - *Object-Relational Mapping* (Mapeamento Objeto-Relacional)

PEI - Plano de Ensino Individualizado

PNE - Plano Nacional de Educação

PoC - *Proof of Concept* (Prova de Conceito)

RAG - *Retrieval-Augmented Generation* (Geração de Recuperação Aumentada)

VR - Realidade Virtual

SSO - *Single Sign-On* (Login Único)

TA - Tecnologias Assistivas

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

TDAH - Transtorno do déficit de atenção com hiperatividade

TEA - Transtorno do Espectro Autista

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Motivação.....	13
1.2 Objetivo Geral.....	13
1.3 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Delimitações do Estudo.....	14
1.5 Estrutura do Documento.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 O Transtorno do Espectro Autista (TEA).....	17
2.2 Educação Inclusiva.....	18
2.2.1 Desafios enfrentados pelos educadores e instituições.....	18
2.3 Tecnologias Assistivas como ferramenta de apoio à Educação Inclusiva.....	19
2.3.1 Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) na Educação Inclusiva.....	20
2.4 Pesquisas correlatas ao presente estudo.....	20
2.5 Sumário do Capítulo.....	22
3. METODOLOGIA.....	23
3.1 Imersão.....	23
3.2 Ideação.....	25
3.3 Produção.....	27
3.4 Validação.....	31
3.5 Sumário do Capítulo.....	34
4. RESULTADOS.....	35
4.1 Experiência de uso.....	35
4.2 Qualidade dos materiais.....	36
4.3 Impacto no aprendizado dos alunos.....	37
4.4 Relevância para o trabalho docente.....	38
4.5 Sugestões e melhorias.....	40
4.6 Análise Consolidada dos Resultados.....	42
4.7 Sumário do Capítulo.....	42
5. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um crescimento expressivo nos diagnósticos de Transtorno do Espectro Autista (TEA), conforme apontam De Pina Adorno et al. (2024). Esse aumento reforça, no contexto educacional, a necessidade de abordagens pedagógicas mais inclusivas e personalizadas (GONÇALVES; DO ROCIO CORDEIRO, 2024). No entanto, essa tarefa não é simples para os profissionais envolvidos, que precisam enfrentar e superar algumas barreiras (NETO et al., 2018). Nesse cenário, a Tecnologia Assistiva (TA) desempenha um papel importante ao viabilizar uma educação mais acessível através da oferta de recursos adaptados às necessidades específicas de estudantes com TEA (GONÇALVES; DO ROCIO CORDEIRO, 2024).

Meira et al. (2023) apontam que os Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs)¹ têm potencial de personalizar o ensino a partir da capacidade de analisar grandes volumes de dados e de identificar padrões e tendências de aprendizagem individualizadas. Porém, o uso crescente desta tecnologia no ambiente escolar levanta preocupações e desafios, como questões éticas relacionadas à privacidade de dados, a necessidade de capacitação dos educadores para a utilização dessas ferramentas e a desigualdade no acesso. Nessa perspectiva, o equilíbrio entre inovação e responsabilidade torna-se essencial para a integração bem-sucedida da Inteligência Artificial (IA) na educação (RIBEIRO, 2024).

Existem várias pesquisas direcionadas à aplicação de tecnologias digitais como ferramentas para promover a inclusão educacional. No entanto, ainda observam-se lacunas nesse campo, especialmente quando se trata de segmentos mais direcionados da educação inclusiva, como o atendimento a estudantes com TEA. Além disso, grande parte dessas iniciativas se concentra na utilização de plataformas já existentes, como o ChatGPT² e Gemini³, cujo uso direto pode ser pouco acessível para professores, principalmente pela complexidade envolvida na

¹ LLM é um tipo avançado de modelo de linguagem que é treinado usando técnicas de aprendizado profundo em grandes quantidades de dados de texto, sendo capazes de gerar texto semelhante ao humano e executar várias tarefas de Processamento de Linguagem Natural. Definição disponível em: <https://blog.dsacademy.com.br/o-que-sao-large-language-models-llms/>. Último acesso em 14 jun. 2025.

² Disponível em: <https://chatgpt.com/>. Último acesso em 11 jun. 2025.

³ Disponível em: <https://gemini.google.com/>. Último acesso em 11 jun. 2025.

formulação de comandos (*prompts*⁴) eficazes. Esse panorama evidencia uma oportunidade para o desenvolvimento de soluções mais específicas, acessíveis, intuitivas e direcionadas às necessidades do ambiente escolar. Diante desse contexto, este estudo propõe investigar o potencial dos LLMs para apoiar o trabalho pedagógico dos educadores com alunos com TEA, com intuito de ampliar as possibilidades de personalização do ensino e contribuir para práticas educacionais mais inclusivas e assertivas.

1.1 Motivação

A motivação desta pesquisa parte de dois pontos centrais. O primeiro refere-se aos inúmeros desafios enfrentados diariamente pelos professores em sua rotina escolar, os quais se intensificam em turmas que incluem alunos com necessidades especiais, tornando a prática docente ainda mais complexa. O segundo diz respeito à escassez de iniciativas inovadoras voltadas à proposição de soluções acessíveis e compatíveis com a realidade escolar, especialmente no que se refere ao ensino de estudantes com autismo.

Diante desse cenário, esta pesquisa propõe contribuir para a superação dessa lacuna por meio do desenvolvimento de uma solução digital voltada ao apoio prático aos docentes no ensino de crianças e adolescentes com TEA. A proposta fundamenta-se nas principais demandas e dificuldades enfrentadas por professores e estudantes nesse contexto, buscando promover ganhos de produtividade na rotina escolar e fortalecer a promoção da educação inclusiva.

1.2 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver e validar uma Prova de Conceito (PoC) para avaliar o potencial dos LLMs como ferramenta de apoio ao trabalho dos professores no ensino de crianças e adolescentes com Transtorno do

⁴ *Prompt* é uma instrução que você dá a um modelo de linguagem para que ele realize uma tarefa específica. Definição disponível em: <https://www.startse.com/artigos/o-que-e-um-prompt/>. Último acesso em 12 jul. 2025.

Espectro Autista. O estudo avaliará se essa solução pode contribuir para um ensino mais inclusivo, ao mesmo tempo que reduz a sobrecarga dos docentes.

1.3 Objetivos Específicos

1. Projetar e desenvolver uma ferramenta baseada em LLMs para gerar materiais personalizados conforme as necessidades dos alunos com TEA e dos professores.
2. Avaliar a receptividade dos professores à adoção da ferramenta, identificando seus benefícios e desafios na implementação prática.
3. Analisar a qualidade dos materiais gerados pela IA, verificando se contribuem efetivamente para o aprendizado dos alunos com TEA.
4. Mensurar o impacto da ferramenta na rotina dos professores, investigando sua contribuição para a redução da sobrecarga de trabalho e para a melhoria das práticas pedagógicas.

1.4 Delimitações do Estudo

Este estudo estabelece limites claros sobre o que foi e o que não foi abordado, garantindo que seus objetivos sejam viáveis nas restrições de tempo e recursos disponíveis, ao mesmo tempo em que abre espaço para futuras melhorias e ampliações, conforme o projeto evolui e as demandas do ambiente educacional se tornam mais claras.

O referencial teórico que embasa esta pesquisa é composto majoritariamente por estudos nacionais. Essa escolha se alinha ao propósito do trabalho, que busca compreender e propor soluções voltadas à realidade educacional brasileira, considerando suas diretrizes pedagógicas e desafios específicos. No entanto, cabe destacar que essa escolha restringe a abrangência em relação a pesquisas internacionais, que poderiam ter oferecido contribuições complementares importantes.

A pesquisa não foi submetida à avaliação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), etapa obrigatória em estudos que envolvem seres humanos,

conforme as diretrizes da Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Essa decisão deveu-se, exclusivamente, à limitação de tempo imposta pelo calendário acadêmico da disciplina, que inviabilizou a realização e a aprovação do protocolo ético dentro do prazo necessário. Embora essa condição represente uma limitação metodológica, o desenvolvimento e a validação da ferramenta foram conduzidos com rigor ético e responsabilidade, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), mediante a adoção das seguintes salvaguardas:

- Todos os participantes foram adultos, voluntários, cientes do funcionamento e objetivos da pesquisa e tiveram suas identidades preservadas;
- Os alunos com TEA não tiveram acesso direto à plataforma;
- As informações inseridas na plataforma foram anonimizadas;
- Nenhum dado sensível foi coletado dos alunos com TEA;
- Nenhum material gerado foi aplicado diretamente em contexto escolar, sendo utilizado por meio da intermediação do professor;
- Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)⁵, que apresentou, de forma clara e acessível, os objetivos da pesquisa, os procedimentos adotados, os possíveis riscos e benefícios, o caráter voluntário da participação, os direitos à privacidade, à confidencialidade, à retirada dos dados e à interrupção de sua participação a qualquer momento, além da autorização para divulgação dos resultados.

A ferramenta desenvolvida é uma interface simples, concebida como uma prova de conceito, sem a intenção de ser uma solução final para uso em larga escala ou para a integração imediata com sistemas educacionais existentes. Seu objetivo foi validar ideias e explorar possibilidades no tema investigado.

Os materiais gerados apresentam algumas limitações. Seu formato é exclusivamente textual, sem a incorporação de elementos como imagens, vídeos ou links. No entanto, dentro dele são oferecidas sugestões para o uso desses recursos como complementos, deixando a critério do professor a implementação dessas sugestões conforme as necessidades e o contexto da aula. Além disso, o conteúdo não é adaptado ao modelo de ensino do docente, apresentando propostas em formato inicial, o que abre espaço para que ele realize as adaptações conforme suas

⁵ Modelo do documento disponível em: https://github.com/BarbaraVazF/engaja_mais/blob/main/Termo%20consentimento.pdf. Último acesso em 30 jun. 2025.

necessidades. Essas características permitem que o professor personalize as propostas, adequando-as às suas necessidades e ao contexto de sua aula.

Por fim, as entrevistas realizadas na etapa de imersão, assim como o processo de validação da ferramenta, contaram com um número reduzido de profissionais, cujos perfis variaram quanto à idade, experiência, contexto de atuação e formação acadêmica. A amostra, intencionalmente pequena, está alinhada à abordagem qualitativa exploratória adotada e ao escopo de uma prova de conceito, permitindo um acompanhamento mais próximo e uma análise aprofundada dos relatos. No entanto, reconhece-se que a limitação da diversidade regional e metodológica dos participantes pode comprometer a generalização dos resultados para outros contextos educacionais.

1.5 Estrutura do Documento

A organização deste trabalho está dividida da seguinte maneira:

- Capítulo 2 - Referencial Teórico: Explora, com base em contribuições acadêmicas, os seguintes temas principais:
 - O Transtorno do Espectro Autista (TEA);
 - Educação Inclusiva;
 - Tecnologias Assistivas como ferramenta de apoio à Educação Inclusiva.
- Capítulo 3 - Metodologia: Expõe a abordagem metodológica adotada para o desenvolvimento e a avaliação da ferramenta proposta.
- Capítulo 4 - Resultados: Fornece uma análise detalhada dos *feedbacks* obtidos, visando responder aos objetivos específicos do estudo.
- Capítulo 5 - Conclusão: Apresenta as conclusões do estudo, as possibilidades de melhorias da ferramenta e sugere direções para investigações futuras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Transtorno do Espectro Autista (TEA)

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio do neurodesenvolvimento que afeta a comunicação, a interação social e o comportamento do indivíduo, apresentando manifestações amplas e heterogêneas (SALGADO et al., 2022). Ele pode impactar diversas áreas da vida do indivíduo, incluindo seu desenvolvimento social, educacional e profissional, dependendo da forma e da intensidade com que se manifesta (RODRIGUES et al., 2024). Diante dessa complexidade, torna-se essencial adotar uma abordagem assistiva e individualizada, que leve em conta as especificidades de cada pessoa com autismo e estimule suas habilidades. Nesse processo, o ambiente em que o indivíduo está inserido exerce papel fundamental, especialmente durante a infância. Pesquisas apontam que, no caso de crianças no espectro, a atuação conjunta de família e escola é fundamental para a construção de contextos de apoio que favoreçam tanto o desenvolvimento quanto a inclusão social (DE PAULA et al., 2020).

Diversos países têm registrado um aumento significativo nos diagnósticos de TEA em crianças (SALGADO et al., 2022). Esse transtorno afeta milhões de pessoas em todo o mundo e, segundo a Organização Mundial da Saúde, estima-se que uma em cada 160 crianças o apresente. Para lidar com esse cenário, o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5-TR) adotou uma abordagem dimensional, que tem se mostrado eficaz na representação da heterogeneidade do transtorno. Nesse contexto, consolidou-se o termo “Transtorno do Espectro do Autismo” e passou-se a classificar os casos em três níveis de suporte: Nível 1, com dificuldades sociais sutis e necessidade de suporte mínimo; Nível 2, com dificuldades moderadas na interação social e comunicação, requerendo suporte substancial; e Nível 3, com dificuldades significativas em todas as áreas, exigindo suporte muito substancial ou até mesmo intensivo (RODRIGUES et al., 2024).

2.2 Educação Inclusiva

A escola contemporânea foi originalmente estruturada para atender a um perfil específico de aluno. No entanto, a diversidade crescente do público escolar exige uma reformulação do sistema educacional, com a implementação de estratégias pedagógicas que promovam a inclusão de todos os indivíduos. Nessa perspectiva, a Educação Inclusiva busca ampliar a participação de todos os alunos no ensino regular (NETO et al., 2018). Para alcançar esse objetivo, é fundamental que as instituições escolares adotem práticas pedagógicas que considerem as particularidades de cada estudante, adaptando o ensino às suas necessidades específicas (DE SOUZA; DOS SANTOS MACHADO, 2019). Esse modelo educacional é amparado pelo Plano Nacional de Educação (PNE) que destaca que a inclusão de pessoas com deficiência deve ocorrer, preferencialmente, nas escolas regulares e em diferentes níveis de ensino (PAULA; PEIXOTO, 2019).

2.2.1 Desafios enfrentados pelos educadores e instituições

A crescente diversidade da sociedade, que integra pessoas neurotípicas e indivíduos com diferentes tipos de necessidades especiais, tem gerado novas exigências ao ambiente escolar (MENDES, 2022). Nesse contexto, a educação inclusiva representa um grande desafio tanto para a escola quanto para o professor, exigindo uma alta qualificação dos profissionais e a disponibilidade de diversos recursos pedagógicos (NETO et al., 2018).

No cotidiano escolar, os docentes lidam com diversos obstáculos relacionados à inclusão de alunos com deficiência. Muitos não possuem formação específica em Educação Especial, o que resulta em dificuldades para lidar com as particularidades desses estudantes (AZEVEDO, 2017). Além disso, o professor é quem mantém o contato mais próximo com o aluno, sendo o principal responsável pela sala de aula, pela mediação do conteúdo escolar e pela construção de vínculos com as famílias, que depositam nele sua confiança para o acompanhamento educacional dos filhos. No entanto, apesar de tantas responsabilidades, muitos docentes recebem pouco apoio institucional (PIMENTEL; FERNANDES, 2014). Assim, a sobrecarga de trabalho docente configura-se como um grande obstáculo à

efetivação da educação inclusiva. Muitos professores enfrentam jornadas extensas, turmas numerosas e exigências burocráticas, comprometendo o tempo e a energia necessária para planejar e aplicar práticas pedagógicas adaptadas, criando um ambiente desafiador e marcado pela sobrecarga (DE OLIVEIRA et al., 2025).

Por parte da escola, também há alguns fatores que dificultam a inclusão de alunos com autismo em sala de aula, entre eles a escassez de recursos didáticos e a inadequação da infraestrutura escolar (PAULA; PEIXOTO, 2019). Além disso, embora haja uma regulamentação que garanta aos alunos com TEA o direito a um acompanhamento especializado, ela não especifica claramente o perfil e as atribuições do profissional responsável por esse suporte (ALMEIDA, 2022). Esse cenário, somado às restrições orçamentárias, dificulta a efetiva integração desse apoio à rotina escolar. Como alternativa, algumas instituições têm buscado estratégias como a reestruturação das equipes pedagógicas para a criação de cargos voltados às práticas inclusivas, bem como a contratação de Acompanhantes Terapêuticos (AT), buscando formas de viabilizar financeiramente essas ações (SPAGNUOLO, 2017).

Para que o processo de inclusão seja efetivo, é necessário o empenho de diversos setores da escola, além de uma formação adequada para os docentes, que os capacite a desenvolver uma didática específica para o público com necessidades especiais. Essa abordagem contribui para a formação de uma equipe pedagógica mais qualificada, voltada para o desenvolvimento cognitivo e o estímulo à socialização da criança com TEA no ambiente escolar (DE LIMA; MATOS, 2020).

2.3 Tecnologias Assistivas como ferramenta de apoio à Educação Inclusiva

As Tecnologias Assistivas (TA) têm se consolidado como estratégias fundamentais para a promoção de ambientes escolares mais inclusivos. Elas ampliam o acesso e a participação de estudantes com deficiência, por meio da adaptação de materiais pedagógicos e do estímulo à expressão, socialização e desenvolvimento socioemocional desses alunos. Contudo, a aplicação efetiva dessas tecnologias depende da capacitação adequada dos profissionais envolvidos e enfrenta alguns desafios, como os elevados custos e a necessidade de uma infraestrutura apropriada, o que pode limitar seu uso em contextos com recursos

restritos. Além disso, é essencial considerar o risco de dependência excessiva das Tecnologias Assistivas, tendo em vista que elas podem comprometer a autonomia dos estudantes e interferir no pleno desenvolvimento de suas potencialidades. Nesse sentido, diante dos desafios existentes, é necessário um esforço conjunto entre escolas, professores, gestores e órgãos responsáveis pela educação especial para superar essas barreiras (RIBEIRO et al., 2023).

2.3.1 Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) na Educação Inclusiva

Os Modelos de Linguagem de Grande Escala, um campo emergente da Inteligência Artificial, destacam-se como sistemas avançados capazes de processar e gerar texto de forma coerente, solucionando uma ampla variedade de tarefas. Esses modelos apresentam desempenho próximo ao de especialistas humanos e sua aplicação abrange diversas áreas, como medicina, educação, finanças e atendimento ao cliente.

A utilização de LLMs na educação possibilita a análise de estilos de aprendizagem, desempenho e preferências de estudantes com necessidades especiais, favorecendo a promoção de um aprendizado mais personalizado que atenda as demandas específicas de cada aluno. Nessa linha, esses modelos também auxiliam os professores na criação de materiais didáticos variados, como planos de aula e atividades, otimizando tempo e esforço no planejamento (NAVEED et al., 2023). Porém, apesar do potencial das tecnologias baseadas em LLMs para apoiar o ensino, elas apresentam limitações relevantes. Entre elas, destacam-se as questões éticas relacionadas aos vieses nos dados de treinamento, a exigência de recursos computacionais e custos elevados, as desigualdades de acesso e as dificuldades associadas à confiabilidade, à adaptação cultural e ao monitoramento do uso por parte dos estudantes (VOGEL; RAMOS; FRANZONI, 2025).

2.4 Pesquisas correlatas ao presente estudo

Nos últimos anos, têm surgido várias iniciativas voltadas à utilização de tecnologias digitais no campo da educação inclusiva. Essas propostas têm como

objetivo, em sua maioria, oferecer suporte a estudantes com necessidades educacionais específicas e auxiliar professores em sua rotina de trabalho. A Tabela 1 apresenta uma seleção de estudos recentes inseridos nesse escopo, destacando seus objetivos, correlações e diferenças em relação à proposta desenvolvida nesta pesquisa.

Tabela 1 - Pesquisas correlatas ao presente estudo

Autor(es)	Objetivos	Correlações	Diferenças
Voultsiou e Moussiades (2025)	Realizar revisão sistemática sobre IA, VR e LLMs na educação especial.	Aponta o potencial dos LLMs na personalização do ensino inclusivo.	Estudo internacional com foco em múltiplas tecnologias e públicos diversos.
Hajjar et al. (2025)	Propor modelo conceitual de LLMs como agentes adaptativos para crianças com TEA.	Aplicação de LLMs com foco em personalização e apoio individualizado.	Modelo teórico com foco em cuidadores e monitoramento, não em suporte direto ao professor.
Fitas (2025)	Analisar o uso da IA para superar barreiras de acessibilidade na educação inclusiva.	Argumenta a favor da IA como meio de ampliar o acesso educacional.	Ênfase em acessibilidade linguística e mediação crítica, com menos foco em TEA.
Silva, Oliveira e Dantas (2024)	Analisar como IA generativa (ChatGPT, Canva, Midjourney) pode apoiar a educação inclusiva, com foco na criação de materiais adaptados.	Ambos exploram a IA como suporte ao professor e à personalização do ensino inclusivo.	Realizado por meio de pesquisa-ação em sala de aula, com uso de ferramentas já consolidadas.
Silva e De Sá (2024)	Investigar a IA generativa (Google Gemini, Microsoft Copilot, ChatGPT) no ensino de Língua Portuguesa para alunos com TDAH.	Uso de IA para adaptar atividades e apoiar professores.	Foco em uma disciplina específica e em estudantes com TDAH, não com TEA.
Ribeiro et al. (2023)	Analisar o papel de tecnologias assistivas na	Ambos destacam a importância da tecnologia	Pesquisa qualitativa com foco geral em

	inclusão, por meio de revisão e entrevistas com docentes e alunos.	na personalização e inclusão.	tecnologias assistivas, não em LLMs especificamente.
Batista et al. (2018)	Investigar a contribuição da Tecnologia Assistiva para inclusão de pessoas com deficiência.	Discutem o uso de recursos tecnológicos para inclusão educacional.	Estudo bibliográfico com abordagem mais ampla sobre deficiência e inclusão.

A análise dos estudos revisados evidencia um interesse crescente na aplicação de tecnologias digitais como ferramentas de apoio à inclusão educacional. Entretanto, observa-se uma lacuna no que diz respeito a investigações focadas especificamente no uso de LLMs no contexto do TEA, bem como no desenvolvimento de novas plataformas voltadas à educação inclusiva. Nesse cenário, a presente pesquisa busca contribuir com esse campo ainda pouco explorado, ao investigar e propor soluções baseadas em LLMs que atendam às necessidades específicas do ensino de crianças e adolescentes com TEA, visando fomentar a inovação tecnológica, fortalecer a prática pedagógica inclusiva e apoiar o trabalho dos professores.

2.5 Sumário do Capítulo

O Capítulo 2 apresentou a fundamentação teórica deste trabalho, organizada em três eixos: o Transtorno do Espectro Autista (TEA), a Educação Inclusiva e o uso da tecnologia como aliada nesse contexto. A análise baseou-se em 25 artigos científicos e contribuiu para a solidez do estudo, oferecendo suporte conceitual e permitindo a identificação de lacunas e oportunidades para atuação.

Na sequência, o Capítulo 3 descreve a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa, desde a imersão na problemática, a qual teve o objetivo de compreender as necessidades dos educadores e dos estudantes com TEA, até a validação com profissionais que atuam diretamente no ensino de crianças e adolescentes com TEA.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), adotou-se a Metodologia *Aldesign*, concebida pelo professor André Neves em 2024. Essa abordagem propõe um processo estruturado voltado para projetos de Inteligência Artificial Generativa (IAG), organizado em quatro fases principais: Imersão, Ideação, Produção e Validação.

O objetivo central deste capítulo, bem como os resultados subsequentes, é compreender de que forma essa tecnologia pode contribuir para a educação inclusiva, com ênfase no aprendizado de alunos com TEA. Por fim, o estudo será concluído com a síntese e a exploração aprofundada dos conhecimentos obtidos ao longo da pesquisa.

3.1 Imersão

A etapa de imersão teve como finalidade compreender o contexto de aplicação do projeto, identificar os perfis envolvidos e estruturar os dados necessários para direcionar o desenvolvimento da solução.

A investigação inicial, conduzida por meio de pesquisas exploratórias na *internet*, objetivou compreender os desafios da educação inclusiva com foco em alunos com TEA, além de analisar de que forma tecnologias, como os LLMs, podem contribuir nesse contexto. Esse levantamento foi essencial para fornecer o embasamento inicial necessário à construção da pesquisa.

Para aprofundar a compreensão sobre a temática, foram realizadas entrevistas com alguns profissionais de Pernambuco, sendo eles três educadores, atuantes em escolas públicas e privadas de Pernambuco, e dois psicólogos especializados em Transtorno do Espectro Autista (TEA). As entrevistas foram conduzidas por meio de ligações telefônicas e mensagens de texto, nas quais, inicialmente, foram apresentados o contexto e os objetivos da pesquisa. Durante esse processo, foram formuladas questões⁶ direcionadas tanto às rotinas e desafios

⁶ Perguntas disponíveis em:

https://github.com/BarbaraVazF/engaja_mais/blob/main/Perguntas%20Imers%C3%A3o.pdf. Último acesso em 3 ago. 2025

enfrentados pelos profissionais quanto às dificuldades vivenciadas pelas crianças e adolescentes com TEA. O objetivo foi de identificar as principais necessidades desse público e analisar como uma ferramenta voltada para o aprendizado de crianças e adolescentes com TEA poderia contribuir para a melhoria do ensino. As respostas obtidas forneceram uma base sólida para elaboração de duas personas⁷ que representam os principais pontos levantados, conforme apresentado na Tabela 2, visando orientar o desenvolvimento de uma solução alinhada às necessidades reais do público-alvo.

Tabela 2 - Descrição das Personas

Persona	Descrição
Pedro	<p>Adolescente de 12 anos diagnosticado com autismo nível 2 aos 4 anos de idade. Ele está no 7º ano do ensino fundamental em uma escola particular e conta com uma rede de apoio composta por terapeutas ocupacionais, fonoaudiólogos, psicólogos e outros profissionais especializados.</p> <p>Dificuldades na rotina escolar: acompanhar o ritmo da turma; compreender os métodos tradicionais de ensino; lidar com ambientes cheios de estímulos; interagir socialmente no ambiente escolar; estudar de forma autônoma, isto é, quando não tem apoio contínuo de profissionais especializados ou colegas de turma.</p> <p>Necessidades: acompanhamento especializado; planejamentos educacionais individualizados; ambiente mais acolhedor e propício ao seu aprendizado; materiais adaptados que facilitem a compreensão dos conteúdos e estratégias específicas para melhorar sua concentração e engajamento nas atividades escolares.</p> <p>Expectativas: maior autonomia nos estudos; redução de frustrações ao longo do processo de aprendizagem..</p>
Carla	<p>Professora de Matemática de 35 anos com mais de oito anos de experiência em uma escola particular. Ela leciona para turmas do 7º ano e lida com uma grande diversidade de perfis de alunos, incluindo aqueles com TEA, e se esforça para adaptar suas aulas às necessidades específicas de cada estudante.</p> <p>Rotina: ministra aulas; elabora e revisa constantemente planos educacionais para a turma e planejamentos individualizados para cada estudante que demanda adaptações específicas; busca estratégias para oferecer atenção individualizada aos que requerem maior suporte; estuda temas relacionados à educação inclusiva sempre que possível.</p> <p>Desafios: rotina sobrecarregada; sensação de despreparo para atender adequadamente alunos com necessidades específicas, devido à pouca familiaridade com os princípios da educação inclusiva; carência de suporte adequado em sala de aula por parte da escola, especialmente pela ausência de acompanhantes terapêuticos; dificuldade em garantir um atendimento individualizado eficaz.</p>

Essa etapa inicial foi fundamental para organizar e estruturar as informações necessárias para o avanço do projeto. Com base nas descobertas, foi possível dar

⁷ Persona é uma representação fictícia do cliente ideal, criada com base em dados reais sobre o comportamento, necessidades e características demográficas do público-alvo. Definição disponível em: <https://www.rdstation.com/blog/marketing/persona-o-que-e/>. Último acesso em 14 jun. 2025.

continuidade ao processo de desenvolvimento da solução, garantindo que ela seja construída alinhadamente às necessidades indicadas. As próximas fases envolvem a estruturação, implementação e testes da ferramenta, sempre considerando as possibilidades no escopo proposto.

3.2 Ideação

A etapa de ideação teve como propósito transformar as informações obtidas na fase de imersão em uma solução viável, simples e inovadora. Nesse momento, buscou-se estruturar ideias e formular uma proposta de solução, estabelecendo as bases que orientarão o desenvolvimento da ferramenta.

Inicialmente, foi aplicada a técnica da matriz de priorização das problemáticas, uma vez que a fase de imersão resultou no mapeamento de inúmeras questões. O objetivo deste método foi identificar os problemas que, nas limitações da pesquisa, poderiam gerar maior impacto ao serem enfrentados. Com base nessa análise, decidiu-se abordar três questões principais: A necessidade de fornecer aos alunos com TEA materiais didáticos mais adaptados às suas necessidades; A dificuldade que esses estudantes têm em manter o engajamento durante as atividades escolares; Os desafios enfrentados por esses alunos para estudar de forma autônoma fora do ambiente escolar, onde não dispõem do suporte direto de professores e colegas.

Em seguida, foi aplicada a técnica de *brainstorming*, por meio da qual foram levantadas diversas ideias de soluções com o objetivo de desenvolver uma prova de conceito utilizando LLMs, visando avaliar a viabilidade do uso dessa tecnologia no apoio ao ensino de estudantes com autismo, a partir dos três desafios mapeados previamente. A partir desse processo, foi possível definir o público-alvo da plataforma e estruturar seu escopo. Optou-se por direcionar a ferramenta aos professores, por entender que esse foco traria maior impacto e viabilidade prática. Assim, concebeu-se a solução como uma ferramenta baseada em LLM, projetada para auxiliar o trabalho de professores no ensino de crianças e adolescentes com TEA. A proposta visa mitigar os problemas identificados por meio da automatização da produção de alguns materiais didáticos, contribuindo para a redução da sobrecarga dos professores e oferecendo conteúdos personalizados alinhados às

necessidades específicas dos alunos. Para isso, a seleção dos materiais disponíveis foi orientada por sua aplicabilidade prática. Dois deles visam auxiliar diretamente a rotina pedagógica dos docentes, por se tratarem de documentos frequentemente utilizados em sala de aula; um terceiro busca estimular o engajamento dos alunos por meio de elementos gamificados; e o último tem como objetivo fomentar o estudo autônomo, reforçando a aprendizagem fora do ambiente escolar. A aplicação foi intitulada “Engaja+” e contará com as seguintes funcionalidades:

- Cadastro de alunos.
- Anexo de relatório para coleta de informações dos alunos, incluindo idade, série, nível de suporte, pontos fortes, desafios, interesses, objetivos e padrões de aprendizagem, com o objetivo de alimentar a IA.
- Solicitação inteligente dos seguintes materiais pedagógicos:
 - Plano de Ensino Individualizado (PEI) para conteúdos específicos, que organiza o percurso educacional do aluno com base em suas particularidades. Ele define conteúdos, metas e estratégias adaptadas, visando garantir uma abordagem personalizada de ensino, respeitando o ritmo, os interesses e as dificuldades do aluno.
 - Material de estudo para conteúdos específicos, incluindo resumos, atividades e recursos didáticos elaborados para uso fora do ambiente escolar. Seu objetivo é incentivar o estudo autônomo do aluno, reforçando os conteúdos trabalhados em sala de aula e oferecendo suporte fora do ambiente escolar.
 - Modelo de avaliação personalizado para conteúdos específicos, considerando suas limitações, potencialidades e estilo cognitivo. Seu propósito é assegurar um processo avaliativo justo, que respeite o modo particular de aprendizagem de cada aluno e valorize suas conquistas.
 - Estratégia de gamificação personalizada composta pelo uso de recompensas, desafios e progressão ajustados aos interesses e características individuais do aluno. Seu intuito é aumentar o engajamento e a motivação do aluno no processo de aprendizagem, tornando as atividades mais atrativas e envolventes.
- Edição dos materiais gerados para uma maior personalização pelo professor.
- *Download* do material gerado.

- Exclusão do aluno cadastrado e do material gerado.

Ainda como parte da etapa de ideação, foi desenvolvido um protótipo da solução utilizando a plataforma de *design* Figma⁸. Essa etapa permitiu visualizar e delimitar as principais funcionalidades, fluxos de interação e elementos da interface, contribuindo para materializar a proposta e auxiliar no seu desenvolvimento técnico.

Por fim, foi aplicada a engenharia de *prompt* para desenvolver comandos específicos adaptados a cada uma das quatro funcionalidades de geração de material da ferramenta. Para isso, foi realizada uma pesquisa exploratória na *internet* com o objetivo de coletar as informações essenciais que devem compor esses materiais, bem como seus formatos. Com base nesses dados, os *prompts*⁹ foram elaborados e serão utilizados na versão final do sistema para garantir maior precisão e eficiência. Cada um deles contará com parâmetros, indicados entre chaves, que serão fornecidos pelo professor para alimentar o LLM adequadamente. Entre esses parâmetros estão: “{conteúdo do relatório}”, que corresponde às informações contidas no relatório anexado do aluno; “{conteúdo}”, que define a matéria a ser abordada; e “{quantidade}” que especifica o número de aulas a serem geradas.

Com a concepção da ideia consolidada, o protótipo construído e os *prompts* finalizados, os insumos foram suficientes para avançar para a etapa de produção da ferramenta.

3.3 Produção

A etapa de produção teve como principal objetivo transformar a ideia estruturada da solução em uma plataforma funcional e integrada. Como estratégia para acelerar e simplificar o desenvolvimento da solução, optou-se por reutilizar a base de código de um projeto já consolidado, chamado SofIA¹⁰, que apresenta uma lógica semelhante, fundamentada na aplicação de LLMs para processar informações e gerar insumos personalizados. Apesar de seu domínio original ter foco no planejamento de software e levantamento de requisitos, a estrutura técnica

⁸ Disponível em: <https://www.figma.com/pt-br/>. Último acesso em 16 jul. 2025.

⁹ Descrição dos *prompts* disponível em: https://github.com/BarbaraVazF/engaja_mais/blob/main/Prompts%20-%20Vers%C3%A3o%201.pdf. Último acesso em 3 ago. 2025.

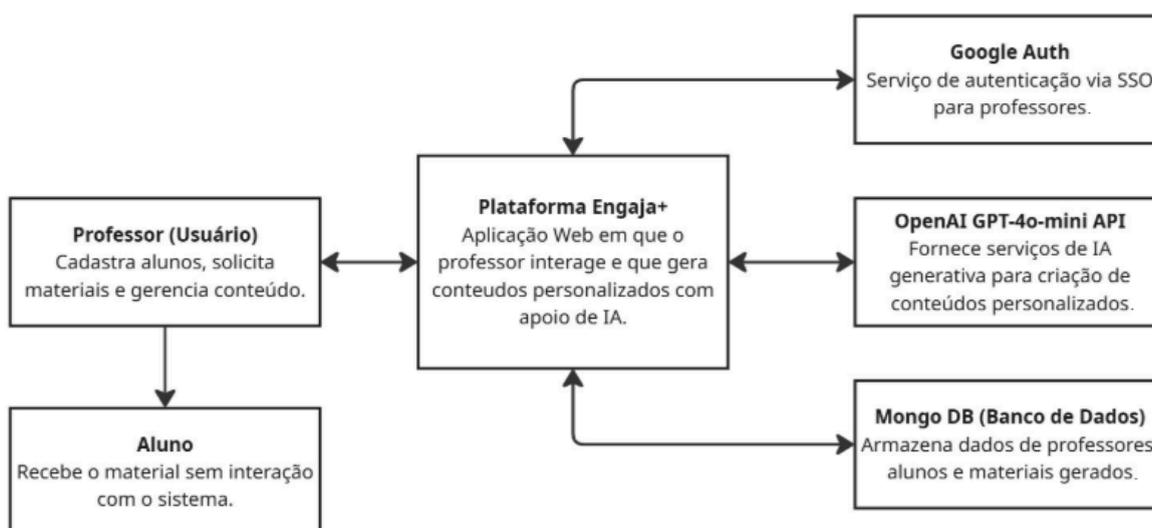
¹⁰ Disponível em: <https://sofia.tksn.com.br/app>. Último acesso em 14 jul. 2025.

compatível permitiu sua adaptação para as especificações desta pesquisa. Assim, foi possível aproveitar a arquitetura previamente validada, reduzindo os esforços na implementação e fortalecendo a confiabilidade da solução desenvolvida.

Este projeto foi estruturado e implementado como uma solução full-stack unificada. Para representar de forma clara e organizada a estrutura do sistema, foi adotado o Modelo C4¹¹, uma abordagem moderna e estruturada para a descrição visual de arquiteturas de software. Esse modelo organiza a visualização da plataforma em quatro níveis de abstração, nos quais cada um permite compreender diferentes camadas da aplicação, desde uma visão mais ampla até detalhes técnicos sobre sua construção. No presente trabalho, foram utilizados apenas os três primeiros níveis, considerados suficientes para representar a proposta arquitetada. O quarto nível, que se dedica a uma análise detalhada da implementação em nível de código, não foi considerado necessário, uma vez que não se alinha aos objetivos deste estudo.

O primeiro nível, denominado Contexto, oferece uma visão macro do sistema, destacando suas interações com usuários, sistemas externos e demais atores relevantes. Nesse estágio, o objetivo principal é situar o assistente inteligente dentro de seu ecossistema, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 - Diagrama do Contexto da Arquitetura



É possível observar que o professor atua como usuário principal da ferramenta, sendo responsável por inserir os dados dos alunos com Transtorno do

¹¹ Descrição do modelo disponível em: <https://c4model.com>. Último acesso em 25 jun. 2025.

Espectro Autista (TEA), solicitar a geração de materiais personalizados e gerenciar o conteúdo produzido. O aluno, por sua vez, recebe os materiais e atividades por meio do educador, sem interação direta com a ferramenta. Em segundo plano, a solução se comunica com APIs externas de IA generativa e com o banco de dados que armazena informações de professores, alunos e materiais gerados

O segundo nível, chamado Contêiner, detalha os principais blocos que compõem o sistema, permitindo visualizar as tecnologias utilizadas e como elas se conectam. Esse nível fornece uma compreensão mais técnica da estrutura do sistema e é ilustrado no Figura 2 e complementado pela Tabela 3, que descreve individualmente as tecnologias e responsabilidades associadas a cada contêiner.

Figura 2 - Diagrama dos Contêineres da Arquitetura

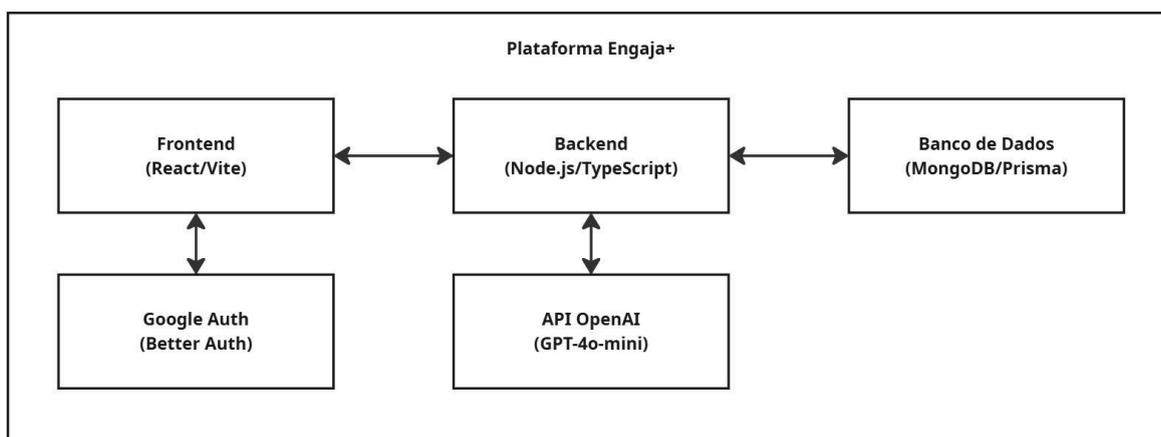


Tabela 3 - Descrição dos Contêineres

Contêiner	Tecnologias	Responsabilidades
<i>Frontend</i> (Aplicação Web)	React, Vite, React Router 7	Interface com o professor; Formulários de cadastro de alunos; Solicitação de materiais; Visualização, edição e download de conteúdos
<i>Backend</i> (Servidor de Aplicação)	Node.js, TypeScript	Processar requisições do <i>frontend</i> ; Gerenciar autenticação via Better Auth; Comunicar-se com API OpenAI; Persistir dados no MongoDB via Prisma ORM
Banco de Dados	MongoDB (com Prisma ORM)	Armazenar credenciais de professores; Manter registros de alunos; Persistir materiais gerados; Manter histórico de interações
Serviços Externos	Google Auth (via Better Auth)	Autenticação SSO
	API OpenAI	Geração de conteúdos educacionais personalizados

Contêiner	Tecnologias	Responsabilidades
	(GPT-4o-mini)	

Já o terceiro nível, de Componentes, aprofunda-se mais na análise da arquitetura ao apresentar a estrutura interna dos contêineres. Nesse ponto, são identificados os principais componentes de software responsáveis por funcionalidades específicas no sistema, além das relações e interações entre eles, conforme demonstrado na Figura 3 e enriquecido pela Tabela 4.

Figura 3 - Diagrama dos Componentes da Arquitetura

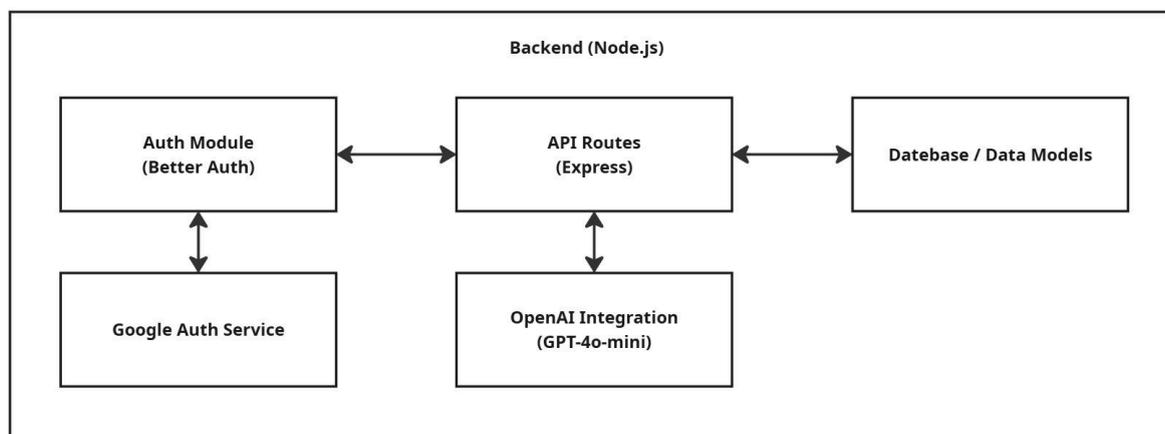


Tabela 4 - Descrição dos Componentes

Componente	Tecnologias	Responsabilidades
Auth Module	Better Auth	Gerenciar autenticação via Google SSO; Validar tokens de acesso; Manter sessões de usuário
API Routes	Express.js	Definir endpoints REST; Validar dados de entrada; Orquestrar chamadas a outros componentes; Retornar respostas ao <i>frontend</i>
Database / Data Models	Prisma ORM + MongoDB + TypeScript	Abstrair acesso ao MongoDB; Garantir tipagem com TypeScript; Modelar objetos de negócio; Mapear dados entre API e persistência
OpenAI Integration	OpenAI API (GPT-4o-mini)	Formatar requisições para a API OpenAI; Processar respostas da API; Tratar erros e limites de taxa; Cachear respostas quando apropriado

Essa arquitetura viabilizou o funcionamento eficiente da plataforma, garantindo o cumprimento dos objetivos previamente estabelecidos.

Para viabilizar o acesso remoto e possibilitar a realização de testes em um ambiente real, a aplicação foi implantada na plataforma Vercel¹². Nesse contexto, a ferramenta passou por uma série de testes internos com o objetivo de avaliar sua usabilidade, verificar o funcionamento de todas as funcionalidades, analisar a qualidade dos materiais gerados e testar seu desempenho e renderização em diferentes dispositivos e navegadores. Essa prática foi essencial para assegurar que o sistema estivesse alinhado às expectativas e apto para a fase seguinte de validação com professores.

3.4 Validação

A etapa de validação teve como objetivo avaliar a ferramenta desenvolvida, considerando sua usabilidade, a qualidade dos materiais gerados, sua capacidade de auxiliar no aprendizado de estudantes com TEA e o impacto na otimização do trabalho docente. Para isso, foram selecionados alguns usuários para a realização de testes e para a coleta de suas opiniões, visando uma abordagem qualitativa a fim de compreender com maior profundidade as percepções dos participantes.

Segundo Li e Smidts (2003), a priori, se um especialista for perfeito (ou seja, tiver conhecimento infinito sobre o tópico em estudo e nunca errar), um único seria suficiente em um processo de elicitação. No entanto, como há a possibilidade de falhas ou de o conhecimento ser limitado, é mais seguro contar com a participação de múltiplos especialistas. Por outro lado, recorrer a um número excessivo também não é ideal, tendo em vista que quando eles têm formações, experiências e treinamentos semelhantes, a incerteza tende a se estabilizar, pois a quantidade de informação nova que cada um pode agregar se reduz progressivamente. Com base nisso, foram escolhidos cinco professores que trabalham ou já trabalharam com crianças e adolescentes com TEA para compor este estudo. A seleção priorizou docentes com diferentes níveis de vivência, perfis variados e atuação em contextos distintos, visando proporcionar uma análise mais completa. A Tabela 5 apresenta os dados etnográficos referentes a esses profissionais.

¹² Ferramenta disponível em: <https://engaja-mais.vercel.app/>. Último acesso em 17 jul. 2025.

Tabela 5 - Detalhamento dos professores

Identificação	Faixa etária	Experiência no ramo
Professor(a) 1	60 - 70	Formação / Capacitação: Psicologia Escolar, Pedagogia, Estimulação Sensorial e Formação específica em Transtorno do Espectro Autista (TEA). Tempo de experiência como educador: 46 anos. Faixa Etária / Níveis de Ensino: Educação Infantil completa até o 4º ano do Ensino Fundamental I.
Professor(a) 2	20 - 30	Formação / Capacitação: Letras. Tempo de experiência como educador: 1 ano. Faixa Etária / Níveis de Ensino: Ensino Fundamental I e II, Ensino Médio e EJA (Educação de Jovens e Adultos).
Professor(a) 3	50 - 60	Formação / Capacitação: Pedagogia e Psicologia. Tempo de experiência como educador: 13 anos. Faixa Etária / Níveis de Ensino: Crianças (5 - 8 anos)
Professor(a) 4	20 - 30	Formação / Capacitação: Treinamento de Professores e Certificado de Proficiência Nível C2 em Inglês. Tempo de experiência como educador: 4 anos. Faixa Etária / Níveis de Ensino: Infância até a terceira idade (maior experiência: 12 - 17 anos).
Professor(a) 5	40 - 50	Formação / Capacitação: Pedagogia, Psicopedagogia, Educação Especial e Inclusiva, Abordagem ABA, Método Teacch, Linguagem Gestalt e Método Hanen. Tempo de experiência como educador: 24 anos. Faixa Etária / Níveis de Ensino: Crianças.

Após a seleção, os especialistas participaram de uma breve apresentação sobre o funcionamento da ferramenta e sobre as etapas do teste e da validação. Também foi informado que, ao solicitar a geração de um material, o tempo estimado para sua criação seria em torno de um minuto, visando garantir transparência e alinhamento das expectativas. Para facilitar a compreensão, foi elaborado e enviado um vídeo explicativo demonstrando, de forma prática, as principais funcionalidades da plataforma e os passos necessários para o uso completo.

Cada professor recebeu o link de acesso à plataforma e foi orientado a cadastrar ao menos um aluno e a solicitar os quatro tipos de materiais pedagógicos

disponíveis. Essa atividade garantiu a exploração completa das funcionalidades, possibilitando uma avaliação abrangente da ferramenta. O período de testes durou duas semanas, com suporte contínuo para esclarecer dúvidas e solucionar eventuais problemas, assegurando a conclusão das atividades sem dificuldades. Durante essa etapa inicial da validação, os usuários seguiram um fluxo simples e objetivo para explorar as funcionalidades da plataforma, conforme descrito a seguir:

1. Acesso e navegação inicial: O acesso inicial ocorre por meio da tela de login, que oferece autenticação via Google, garantindo uma entrada rápida e segura. Após entrar na plataforma, o sistema direciona o usuário para a tela inicial, onde ele pode visualizar os alunos já cadastrados, selecionar um deles ou optar por adicionar um novo estudante.
2. Cadastro de aluno: Quando o usuário opta por cadastrar um novo aluno, é direcionado a uma tela específica, na qual deve inserir o nome do estudante e concluir o procedimento, proporcionando uma experiência objetiva.
3. Gerenciamento do aluno: Ao selecionar um aluno cadastrado, o sistema exibe uma tela que permite consultar o histórico de solicitações, visualizar ou excluir materiais, além de visualizar, cadastrar ou apagar o relatório do aluno e solicitar um dos quatro materiais disponíveis. É importante destacar que as funcionalidades de solicitação de materiais só são habilitadas após o cadastro do relatório, e que a plataforma permite apenas um relatório por vez, ou seja, para adicionar um novo, é necessário excluir o anterior.
4. Solicitação de materiais: Quando um material é solicitado, o usuário é conduzido por um fluxo interativo com o auxílio de pop-ups, que, em alguns casos, incluem campos de preenchimento obrigatório para alimentar o *prompt*. No caso do *Plano de Ensino Individualizado*, são requisitados o conteúdo e a quantidade de aulas. Já para *Materiais de Estudo e Atividades para Casa* e *Modelo de Avaliação Individualizado*, solicita-se apenas o conteúdo. A *Estratégia de Gamificação*, por sua vez, não exige informações adicionais.
5. Visualização, edição e exportação dos materiais: Após a geração, os materiais ficam disponíveis no histórico do aluno. Ao selecionar um material, o usuário é levado a uma tela de exibição onde pode visualizar o conteúdo, realizar edições diretamente na plataforma e, por fim, baixar o documento em formato PDF, tornando-o pronto para uso imediato.

Ao término das sessões de teste, cada professor recebeu um formulário, estruturado no Google Forms¹³, para registrar suas percepções qualitativas sobre diferentes aspectos da ferramenta, incluindo a experiência de uso da plataforma, a qualidade dos materiais gerados, o impacto sobre o aprendizado dos alunos, a contribuição para a prática docente e sugestões de aprimoramento. As respostas coletadas forneceram insumos importantes para a avaliação da ferramenta, permitindo não somente validar sua utilidade prática e adequação pedagógica, mas também identificar pontos para melhorias contínuas. Com base nos retornos obtidos, foi possível concluir esta etapa com confiança, atingindo os objetivos gerais e específicos do projeto.

3.5 Sumário do Capítulo

O Capítulo 3 abordou todas as etapas envolvidas no desenvolvimento da proposta deste trabalho, sendo fundamental para descrever, de forma detalhada, o processo de construção e validação da ferramenta.

Em continuidade, o Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos na etapa de validação da plataforma pelos cinco educadores selecionados. Com base nas respostas ao formulário elaborado para pesquisa, são discutidas as percepções desses profissionais sobre a aplicabilidade, utilidade e usabilidade da solução. A análise permite identificar os pontos fortes da ferramenta e aspectos a serem aprimorados para torná-la mais eficaz no apoio ao ensino de estudantes com TEA.

¹³ Formulário disponível em:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdhRdG1sP_4VnxZ6uCGN-QGLQJjndHCros70hC04sWDJTZLgg/viewform?usp=dialog. Último acesso em 17 jul. 2025.

4. RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise qualitativa das respostas dos cinco professores que participaram da etapa de validação da ferramenta. As percepções individuais da experiência foram organizadas nas Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10, correspondentes a cada um dos tópicos avaliados no formulário voltado à ferramenta. Por fim, foi realizada uma síntese comparativa dos principais pontos levantados, visando contribuir para uma avaliação crítica da proposta desenvolvida.

4.1 Experiência de uso

Tabela 6 - Respostas do tópico Experiência de uso

Pergunta 1	Você teve facilidade em usar a ferramenta? Houve algo que achou confuso ou difícil de entender?
Resposta professor 1	Sim, tive facilidade no uso da ferramenta. No entanto, como não possuía uma conta vinculada ao Google, isso dificultou um pouco o acesso inicial.
Resposta professor 2	Tive problemas no começo, porque a plataforma não gerou os arquivos, mas reiniciei a página e correu tudo como planejado.
Resposta professor 3	Não tenho muita familiaridade com a área de tecnologia, então tive dificuldade de entender, achei confuso.
Resposta professor 4	Inicialmente tive dificuldade no tocante a demora de geração do conteúdo, que normalmente deveria ter sido mais rápido. Eventualmente, tive acesso a todo o conteúdo solicitado.
Resposta professor 5	Bem fácil o acesso e utilização.

Os pontos levantados em relação à experiência de uso da plataforma indicaram, de modo geral, uma percepção mediana quanto à sua usabilidade, tendo em vista que, apesar de relatos positivos, foram mencionados obstáculos pontuais durante a navegação. Professores com menor familiaridade com tecnologias digitais relataram dificuldades, como no caso de uma docente que tentou anexar um arquivo

em formato incompatível com o aceite pela ferramenta e não obteve um retorno claro sobre o motivo da falha, o que gerou confusão. Além disso, outra limitação observada foi a exigência de uma conta vinculada ao Google para o acesso inicial, dificultando a entrada na plataforma para um dos participantes. Também foi recorrente o relato de lentidão na geração dos conteúdos, agravado pela ausência de sinalização indicando a finalização do processo, o que levou alguns usuários a acreditarem que a geração não havia ocorrido. Apesar dessas questões, todos os docentes conseguiram finalizar suas atividades na plataforma, contando com apoio durante todo o processo.

4.2 Qualidade dos materiais

Tabela 7 - Respostas do tópico Qualidade dos materiais

Pergunta 2	Como você avalia a qualidade dos materiais gerados pela ferramenta? Eles atendem às suas expectativas?
Resposta professor 1	Sim, os materiais atendem às minhas expectativas e até superam. Eles possuem uma abordagem mais ampla, o que facilita o trabalho do professor.
Resposta professor 2	Eles atenderam ao que eu esperava e gerou materiais bastante interessantes e que ajudam bastante na hora de lidar com as situações de ensino.
Resposta professor 3	A qualidade dos materiais é muito boa, superou as minhas expectativas.
Resposta professor 4	A qualidade do material é satisfatória, já que as sugestões dadas respondem bem aos pontos fortes e fracos dos alunos.
Resposta professor 5	A entrega dos materiais foi rápida, no entanto diante do perfil do aluno que eu indiquei, as informações não atenderam às demandas/dificuldades da criança.
Pergunta 3	Dos materiais disponíveis, quais foram mais úteis para você? Algum não fez sentido ou pareceu desnecessário?
Resposta professor 1	Os materiais de estudo e os modelos de avaliação foram os mais úteis. Tudo contribuiu de alguma forma. A variedade permite que o professor escolha o que faz mais sentido para sua realidade. Eles funcionam como um parâmetro, que pode ser complementado com a criatividade do docente.

Resposta professor 2	Gostei de todos, mas em especial do modelo de avaliação e do plano de ensino.
Resposta professor 3	Achei os materiais ótimos, todos eles bem úteis e capazes de ajudar bastante na aprendizagem do aluno que escolhi cadastrar na plataforma.
Resposta professor 4	O material disponível foi bom, porém, servindo mais como um manual de instruções e orientações para a criação do material/plano de aula.
Resposta professor 5	Achei bem interessante a elaboração do Plano Individual. Ele norteia e organiza o trabalho do professor.

Os materiais disponibilizados pela plataforma foram amplamente avaliados pelos professores como úteis e satisfatórios para o suporte às suas atividades pedagógicas. De modo geral, os docentes destacaram que os conteúdos atendem, ou até superam, suas expectativas, oferecendo qualidade, um nível satisfatório de personalização e uma abordagem mais geral que permite ao professor realizar adaptações conforme sua experiência individual e a realidade do contexto educacional. Entre os recursos mais valorizados estão os modelos de avaliação e os planos de ensino, considerados instrumentos centrais para a organização das práticas pedagógicas. No entanto, houve um relato que apontou que as informações geradas não estavam alinhadas às características específicas do aluno cadastrado, o que torna essencial investigar a causa da divergência e identificar possíveis ajustes para aprimorar a personalização dos materiais. Em suma, os professores indicaram que os recursos servem tanto como guias práticos quanto como fontes de inspiração para a construção de materiais pedagógicos mais efetivos e sensíveis às particularidades dos estudantes.

4.3 Impacto no aprendizado dos alunos

Tabela 8 - Respostas do tópico Impacto no aprendizado dos alunos

Pergunta 4	Você acredita que os materiais gerados contribuem para o aprendizado dos alunos? Por quê?
Resposta	Sim. Eles contribuem de forma criativa para o desenvolvimento dos alunos.

professor 1	Apesar das abordagens diferentes, todos os professores têm o mesmo objetivo: auxiliar o aluno, e é isso que a ferramenta também faz.
Resposta professor 2	Porque eles são baseados em relato, então criam um plano individualizado. Além disso, o fato de permitir modificações dá espaço para o professor lapidar o planejamento, então dá um espaço para adaptar ainda mais.
Resposta professor 3	Os materiais gerados vão contribuir muito para o aprendizado das crianças, porque são materiais criativos e de qualidade.
Resposta professor 4	Sim, porque oferece boas opções e sugestões para um plano de aula que leva em consideração as características e necessidades do aluno.
Resposta professor 5	No caso do aluno que eu indiquei, não foi adequado ao seu perfil de aprendizagem.

Quanto ao impacto da ferramenta no aprendizado dos estudantes, os docentes apontaram que os materiais gerados se destacam por serem fundamentados em informações reais e atualizadas sobre cada aluno, o que favorece a construção de conteúdos mais coerentes com as suas necessidades específicas. Essa personalização, aliada à criatividade e à qualidade das propostas sugeridas pela plataforma, foi percebida como um diferencial importante no contexto da educação inclusiva. Assim, de modo geral, os professores reconheceram na ferramenta um recurso com forte potencial para apoiar práticas inclusivas e contribuir diretamente para o desenvolvimento e a aprendizagem dos alunos com TEA.

4.4 Relevância para o trabalho docente

Tabela 9 - Respostas do tópico Relevância para o trabalho docente

Pergunta 5	Você considera essa ferramenta útil para o seu trabalho? Em quais aspectos ela mais ajuda?
Resposta professor 1	Sim. A ferramenta oferece uma visão ampla do que pode ser oferecido aos alunos, economizando tempo na hora de pensar em cada item.

Resposta professor 2	Ela poupa o tempo de ter as primeiras ideias. Quando a plataforma cria o planejamento e eu só preciso alterar, acabo ganhando um bom tempo de trabalho, algo muito importante numa profissão que tem uma carga de trabalho alta.
Resposta professor 3	Com certeza essa ferramenta é bastante útil para o trabalho do professor. Ajuda a trabalhar com materiais mais criativos.
Resposta professor 4	Sim. Acredito que a maior ajuda vem das sugestões de alternativas de atividades que sirvam melhor o aluno, integrando o assunto sendo estudado.
Resposta professor 5	Sim. Acredito que alguns ajustes de <i>prompt</i> possam melhorar a ferramenta.
Pergunta 6	Você se vê utilizando essa ferramenta regularmente no seu dia a dia como professor? Se sim, em quais momentos ou tarefas?
Resposta professor 1	Sim, vejo muito potencial no uso diário, especialmente no planejamento das atividades dos alunos.
Resposta professor 2	Eu usaria bastante para criar as avaliações. Uma das partes mais difíceis da educação é pensar numa forma de avaliar os conhecimentos dos alunos. A ferramenta me ajudaria bastante a ter ideias, mesmo que iniciais.
Resposta professor 3	Com certeza! Esse material pode ser usado quando for necessário realizar aulas mais lúdicas.
Resposta professor 4	Sim, principalmente nas partes do trabalho em que novo material precisa ser criado. A ferramenta me parece bem útil para atividades complementares, exercícios suplementares e jogos/atividades lúdicas para agregar ao plano de aula e material pré-existente.
Resposta professor 5	Sim, na elaboração de PEI.
Pergunta 7	Você sente que a ferramenta pode reduzir sua sobrecarga de trabalho? Se sim, de que forma?
Resposta professor 1	Sim. Ela serve como uma base sobre a qual o professor pode desenvolver seu trabalho, em vez de começar do zero.
Resposta professor 2	Pouparia o tempo de ter as primeiras ideias de abordagens e permitiria que eu só precisasse lapidar os arquivos.

Resposta professor 3	Com certeza irá reduzir bastante a sobrecarga de trabalho, onde irá diminuir o tempo de elaboração de materiais.
Resposta professor 4	Sim, no tocante ao tanto que eu teria que pensar em novas atividades e também produzir uma base para as atividades novas.
Resposta professor 5	Sim.

Foi consenso entre os docentes participantes que a ferramenta pode ser uma aliada relevante no exercício da profissão, visto que foi considerada útil para o trabalho cotidiano, com potencial de uso recorrente e capacidade de reduzir a sobrecarga enfrentada pelos professores. A percepção de utilidade foi atribuída, sobretudo, à economia de tempo e à redução de esforço proporcionada pela geração de sugestões iniciais para atividades, avaliações e planejamentos, permitindo que os educadores partam de uma base pronta e foquem na adaptação conforme as necessidades do contexto. Além disso, os docentes indicaram que, para além do uso na produção dos materiais essenciais ao planejamento das aulas, a ferramenta também demonstra potencial na elaboração de conteúdos complementares, atividades lúdicas e jogos educativos. Esses elementos foram destacados como estratégias relevantes para diversificar e enriquecer as abordagens em sala de aula, tornando o processo de ensino menos desgastante para o professor e mais atrativo e acessível para alunos com autismo.

4.5 Sugestões e melhorias

Tabela 10 - Respostas do tópico Sugestões e melhorias

Pergunta 8	Que melhorias você sugere para a ferramenta?
Resposta professor 1	Não, tendo em vista que ao meu ver a ferramenta já entrega muito, cabendo ao professor aprimorar os materiais com base na realidade de sua turma e dos seus alunos.
Resposta professor 2	A questão da confusão da demora para gerar que precisou recarregar a página para visualizar conteúdo.

Resposta professor 3	Tive dificuldade porque a ferramenta só aceita os documentos em pdf. Acho isso um empecilho para o profissional. Como sugestão, a ferramenta poderia passar o doc para pdf.
Resposta professor 4	A ferramenta poderia ser mais fluida. Demorou bastante para gerar o material e algumas solicitações ainda não foram geradas até agora. A etapa de criação do relatório também poderia ser integrada à ferramenta e algumas sugestões mais precisas sobre as informações mais cruciais sobre o aluno poderiam ser acrescentadas para afunilar o <i>input</i> para a IA.
Resposta professor 5	Acredito que alguns ajustes de <i>prompt</i> possam melhorar a ferramenta, tornando as atividades e propostas mais próximas da necessidade do aluno.
Pergunta 9	Você recomendaria essa ferramenta para outros professores? Por quê?
Resposta professor 1	Sim. Ela ajuda a ampliar o processo educacional, especialmente com alunos com TEA, e economiza tempo. É ainda mais útil para professores iniciantes, que ainda não têm tanta experiência ou sensibilidade na área.
Resposta professor 2	Claro! É uma ferramenta que tem muito a agregar no meio educacional. Muitas vezes não sabemos como fazer abordagens com alunos TEA e essa ferramenta pode esclarecer muitas coisas.
Resposta professor 3	Com certeza eu recomendaria essa ferramenta.
Resposta professor 4	Recomendaria pois creio que seja uma ferramenta muito interessante e proveitosa para aqueles professores que necessitam de material suplementar e atividades alternativas que se adequem às características do aluno. É um bom começo para a produção de novas aulas e desenvolvimento de material.
Resposta professor 5	Sim. Qualquer ferramenta que venha a contribuir com o trabalho do professor, é super bem-vinda!

Alguns docentes, ao longo de sua trajetória na validação da ferramenta, identificaram pontos de melhoria que podem contribuir para seu aperfeiçoamento. Entre as sugestões apresentadas, destaca-se a importância de tornar a plataforma mais fluida, trabalhando em cima do tempo de espera para a geração dos materiais. Outra proposta apresentada foi a inclusão de um formulário guiado para o preenchimento das informações dos alunos diretamente na plataforma, substituindo a necessidade de anexar relatórios externos. Essa sugestão tem como objetivo,

além de tornar o processo mais simples, padronizar e qualificar o *input* fornecido, o que está diretamente relacionado à qualidade dos outputs gerados. Também foi destacado o potencial de ajustes na engenharia de *prompts*, com intuito de aprimorar os comandos e tornar os conteúdos ainda mais completos e alinhados às necessidades específicas dos estudantes. Apesar desses pontos, houve consenso entre os participantes quanto ao reconhecimento do valor da ferramenta e à disposição em recomendá-la a outros docentes, ressaltando que iniciativas voltadas ao apoio no ensino de alunos com TEA são extremamente positivas e fundamentais para o contexto educacional.

4.6 Análise Consolidada dos Resultados

A partir dos *feedbacks* fornecidos pelos cinco professores participantes da etapa de validação, foi possível identificar padrões relevantes de percepção, bem como contribuições particulares relacionadas à experiência individual de cada docente. De forma geral, a experiência evidenciou resultados positivos em relação à prova de conceito que propõe o uso de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) como ferramenta de suporte a práticas pedagógicas mais inclusivas, ao mesmo tempo em que colabora para aliviar a carga de trabalho docente. Mesmo entre aqueles com pouca familiaridade prévia com tecnologias digitais, houve receptividade à adoção da solução, motivada pela percepção de que ela pode beneficiar tanto os estudantes com autismo quanto o cotidiano dos professores. As sugestões levantadas relacionadas a usabilidade e qualidade dos conteúdos gerados oferecem diretrizes valiosas para melhorias futuras, reforçando o potencial da ferramenta como um recurso eficaz no fortalecimento da educação inclusiva voltada a alunos com TEA.

4.7 Sumário do Capítulo

O Capítulo 4 proporcionou uma análise das percepções dos profissionais envolvidos quanto à aplicação dos Modelos de Linguagem de Grande Escala no

contexto da educação inclusiva. Essa etapa foi essencial para validar a proposta inicial desta prova de conceito, permitindo verificar o potencial da ferramenta desenvolvida no suporte ao ensino de crianças e adolescentes com TEA.

Dando seguimento, o Capítulo 5 apresenta as conclusões deste trabalho, por meio de uma discussão sobre o cumprimento dos objetivos propostos, as limitações identificadas ao longo da pesquisa, lições aprendidas e as possibilidades de trabalhos futuros.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo explorar o uso de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) como ferramenta de apoio ao trabalho docente no ensino de crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Para isso, foi desenvolvida uma ferramenta voltada à geração de materiais pedagógicos personalizados às características e necessidades dos alunos, com foco em auxiliar os professores, e realizada uma etapa de validação com cinco docentes, visando coletar percepções, sugestões e identificar oportunidades de aprimoramento da solução proposta.

Os resultados do estudo apontaram um cenário promissor para a adoção de tecnologias baseadas em LLMs no contexto da educação inclusiva. A solução foi bem acolhida por oferecer, segundo os participantes, sugestões iniciais bem estruturadas e alinhadas às características individuais dos alunos, contribuindo significativamente para superar o desafio do ponto de partida criativo da geração de materiais pelos professores.

Apesar dos resultados positivos, foram identificados alguns desafios no uso da plataforma. As principais limitações apontadas pelos participantes foram a lentidão no processo de geração dos materiais, dificuldades na inserção do relatório do aluno e incertezas quanto às informações que deveriam ser fornecidas para personalizar os conteúdos. Além disso, entende-se que os materiais gerados dificilmente serão utilizados integralmente, já que cada professor possui particularidades em seu estilo de ensino e na construção dos próprios conteúdos. Ainda assim, há potencial para que esses materiais se tornem mais completos e alinhados às necessidades específicas de cada estudante e à abordagem pedagógica do docente.

Foram enfrentados obstáculos durante o desenvolvimento e validação da solução. A etapa de produção da plataforma exigiu um processo de aprendizagem adicional e envolveu superação de limitações técnicas. Já na fase de testes, a participação dos docentes demandou readequações, uma vez que suas agendas estavam bastante comprometidas, o que dificultou a continuidade com os profissionais previamente selecionados. Foi necessário substituir alguns

participantes e reorganizar o cronograma, a fim de garantir a continuidade da etapa sem prejuízo à qualidade da coleta de dados.

Apesar desses percalços, o processo proporcionou aprendizados relevantes. A etapa de imersão foi essencial para estruturar o escopo da solução, permitindo compreender com mais profundidade os principais pontos de dor enfrentados por professores e estudantes. Essa vivência evidenciou o quanto a educação inclusiva ainda carece de iniciativas, sendo um campo com amplo espaço para avanços e inovação. Somado a isso, ao analisar os resultados obtidos, observou-se que, apesar da aparente simplicidade da solução em seu desenvolvimento, existem grandes chances de que usuários com pouca familiaridade tecnológica enfrentem dificuldades. Isso ressalta a necessidade de desenvolver recursos ainda mais intuitivos, com orientações claras e práticas, que não exijam procedimentos complexos ou conhecimentos prévios, facilitando assim o uso por parte de todos os educadores.

Nesse sentido, existem alguns caminhos promissores para trabalhos futuros visando o aprimoramento e a simplificação da ferramenta e do seu fluxo, dentre os quais se destacam:

- Substituição do campo de *upload* do relatório do aluno por um formulário estruturado, com preenchimento guiado, contendo campos obrigatórios e opcionais para o registro das principais informações pedagógicas sobre ele. Entre os dados a serem incluídos estão a idade, o ano escolar, o nível de suporte necessário, os pontos fortes, as principais dificuldades, os interesses específicos, as estratégias pedagógicas já utilizadas, as preferências sensoriais e o perfil de engajamento. Cada campo viria acompanhado de explicações simples e exemplos, contribuindo para a padronização dos dados e redução da carga cognitiva no momento do preenchimento. Essa funcionalidade permitiria a padronização dos dados de entrada, contribuindo para a melhoria da qualidade do *input* e, conseqüentemente, dos resultados gerados pela solução.
- Adoção da técnica *Retrieval-Augmented Generation* (RAG), que combina a geração de texto com a recuperação de informações específicas a partir de uma base de dados previamente definida. Essa base pode ser composta por documentos referentes aos quatro tipos de materiais que a plataforma se propõe a gerar, com o objetivo de orientar a produção de conteúdo de forma

mais contextualizada. Com isso, busca-se não apenas aprimorar a qualidade dos materiais gerados, mas também assegurar maior fidelidade aos formatos previamente estabelecidos, indo além das instruções contidas nos *prompts*.

- Aprimoramento da experiência do usuário durante o tempo de espera pela geração dos materiais, tendo em vista que esse comportamento é esperado em razão da comunicação assíncrona com a API da OpenAI e do tempo necessário para a elaboração dos conteúdos. Esse aspecto pode ser otimizado por meio de indicadores visuais que sinalizem que o processo está em andamento e quando ele for concluído. Adicionalmente, como alternativa para que o usuário não precise permanecer ativo na plataforma, é possível implementar um sistema de notificações assíncronas por e-mails informando que o material está disponível para acesso. Tais recursos podem ser implementados com baixo custo técnico e apresentam um impacto significativo, especialmente em contextos de uso recorrente.
- Adoção de práticas de design responsivo, garantindo sua adaptação adequada da plataforma a diferentes tamanhos e tipos de tela. Durante os testes realizados, foi recomendado o uso preferencial em computadores ou *notebooks*, uma vez que a experiência em outros dispositivos apresentou barreiras significativas, como *layout* desajustado e dificuldades de navegação. Nessa linha, essa melhoria ampliaria o alcance da solução e promoveria uma experiência de uso mais acessível, fluida e inclusiva.
- Expansão dos formatos de exportação dos recursos gerados, incluindo opções como *.docx*, *.csv* e *.json*. Essa funcionalidade ampliaria a interoperabilidade com outras plataformas, além de possibilitar a edição posterior dos conteúdos de forma mais flexível e simplificada, sem perda de dados ou necessidade de conversões complexas.

As melhorias mencionadas acima têm o potencial de auxiliar ainda mais o trabalho dos docentes, oferecendo sugestões mais completas, contextualizadas e alinhadas às necessidades específicas dos alunos desde o início, além de proporcionar uma melhor experiência de uso. Dessa forma, o professor passaria a dedicar-se sobretudo a ajustes pontuais, sem a necessidade de realizar adaptações extensas e complexas desde o início.

Todas as etapas da pesquisa foram fundamentais para garantir que a plataforma estivesse alinhada às reais demandas do público-alvo, assim como para

validar a proposta inicial. Além disso, a escolha da API GPT-4o-mini, fornecida pela OpenAI, demonstrou ser eficaz tanto em termos de desempenho quanto de custo, confirmando a viabilidade econômica da aplicação. Foram realizadas 142 requisições ao longo de todo o processo de desenvolvimento e testes, e o gasto total foi de \$ 0,02, aproximadamente R\$ 0,12.

Portanto, este estudo contribui para uma compreensão mais aprofundada do papel que tecnologias baseadas em Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) podem desempenhar na promoção de uma educação mais inclusiva e eficiente. A ferramenta desenvolvida permitiu evidenciar que esse tipo de tecnologia consegue viabilizar um ensino mais personalizado e sensível às necessidades individuais dos alunos, especialmente aqueles com TEA, ao mesmo tempo em que auxilia na redução da sobrecarga enfrentada pelos professores em seu cotidiano.

A continuidade deste trabalho, por meio da incorporação dos aprimoramentos identificados e da realização de validações mais completas, pode fortalecer ainda mais o potencial da ferramenta como recurso no enfrentamento dos desafios da educação inclusiva. Com base nisso, foi elaborada uma proposta de trabalho para um estudo futuro¹⁴ com amostragem ampliada a ser executada após a implementação das melhorias detectadas. Ele prevê a realização de novas investigações com grupos mais diversos de professores, contemplando diferentes regiões do país, níveis educacionais, bem como instituições das redes pública e privada, em contextos urbanos e rurais. As aplicações futuras incluirão o uso da ferramenta inserida na rotina diária dos docentes, ou seja, em situações reais de planejamento e execução de suas práticas pedagógicas. Essa ampliação possibilitará a análise dos resultados da utilização da ferramenta frente à diversidade de práticas pedagógicas adotadas em distintos contextos educacionais. Ressalta-se, ainda, que, para a execução desse plano, será realizada a submissão da pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), em conformidade com a regulamentação vigente do Conselho Nacional de Saúde.

Dessa forma, a pesquisa apresentada, somada à proposição de desdobramentos futuros, configura-se como um passo relevante rumo à integração responsável e estratégica dos LLMs no contexto educacional.

¹⁴ Descrição da proposta disponível em: https://github.com/BarbaraVazF/engaja_mais/blob/main/Proposta%20Estudo%20Futuro.pdf. Último acesso em 3 ago. 2025.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Vanessa Cunha; CERQUEIRA, Gustavo Luis Caribé. **O acompanhante terapêutico no processo de inclusão educacional de alunos com autismo no Brasil**. 2022. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Psicologia)- Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2022.

AZEVEDO, MQO. **Estratégias de ensino e aprendizagem desenvolvidas com alunos com TEA na escola regular: uma revisão integrativa da literatura**. 2017. 153 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

BATISTA, Mikael Henrique Jesus et al. Tecnologia assistiva como ferramenta de inclusão escolar da pessoa com deficiência. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 4, n. 09, p. 169-181, 2018.

DE LIMA, Maria Talita Paiva; DA FONSECA MATOS, Emanuelle Oliveira. Autismo e escola: os desafios e a necessidade de inclusão. **Revista Educação & Ensino-ISSN 2594-4444**, v. 4, n. 1, p. 99-113, 2020.

DE OLIVEIRA, Luciene Nunes dos Santos et al. A (neuro) diversidade na escola contemporânea: reflexões sobre práticas pedagógicas inclusivas e seus desafios. **Revista Semiárido De Visu**, v. 13, n.1, p. 58-70, 2025.

DE PINA ADORNO, Ana Laura Vasconcelos et al. O impacto do diagnóstico precoce no tratamento de crianças com transtorno do espectro autista (TEA): uma mini revisão integrativa. **Revista Educação em Saúde**, v. 12, n. Suplemento 2, p. 153-159, 2024.

FITAS, Ricardo. Inclusive Education with AI: Supporting Special Needs and Tackling Language Barriers. **arXiv preprint, arXiv:2504.14120**, 2025

GONÇALVES, João Paulo De Melo; DO ROCIO CORDEIRO, Gisele. Neurobiologia e dificuldades de aprendizagem: implicações para práticas de ensino para alunos com TEA e dislexia. **Caderno Intersaberes**, v. 13, n. 46, p. 78-90, 2024.

HAJJAR, Alaa Aldin; ORABI, Osama; SALLOUM, Hadi. **Utilizing large language models for adaptive education in children with autism spectrum disorder**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING REPRESENTATIONS – ICLR, 2025, [S.l.]. Anais [...]. [S.l.: s.n.], 2025.

LI, Ming; SMIDTS, Carol S. A ranking of software engineering measures based on expert opinion. **IEEE Transactions on Software engineering**, v. 29, n. 9, p. 811-824, 2003.

MEIRA, S. et al. **Inteligências: individual, social e artificial**. São Paulo: Saraiva, 2023. 90p.

MENDES, Gilmara Lima. **Desafios enfrentados por educadores de jovens adolescentes com transtorno do espectro autista**. 2022. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade La Salle – UNILASALLE, Canoas, 2022.

MUNIZ, Emerson Paulo Pinheiro; SOUSA, Gabryella Cruz. **Revisão sistemática de técnicas lúdicas de ensino de inteligência artificial e tecnologias afins**. 2025. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia)- Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

NAVEED, Humza et al. A Comprehensive Overview of Large Language Models. **arXiv preprint arXiv:2307.06435**, 2023.

NETO, Antenor de Oliveira Silva et al. Educação inclusiva: uma escola para todos. **Revista Educação Especial**, v. 31, n. 60, p. 81-92, 2018.

PAULA, Jessyca Brennand; PEIXOTO, Mônica Ferreira. A inclusão do aluno com autismo na educação infantil: desafios e possibilidades. **Cadernos da Pedagogia**, v. 13, n. 26, p. 31-45, 2019.

PIMENTEL, Ana Gabriela Lopes; FERNANDES, Fernanda Dreux Miranda. A perspectiva de professores quanto ao trabalho com crianças com autismo. **Audiology-Communication Research**, v. 19, n. 2, p. 171-178, 2014.

RIBEIRO, Elberto Teles et al. O uso das tecnologias assistivas como uma ferramenta inclusiva na educação especial. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 8, p. 431-442, 2023.

RIBEIRO, Márcio Vinicius Machado. O impacto da inteligência artificial na educação: oportunidades e desafios nas escolas. **Revista Delos**, v. 17, n. 61, p. e2309-e2309, 2024.

RODRIGUES, Fabiano de Abreu Agrela et al. Características do autismo: uma revisão de literatura. **Emergentes-Revista Científica**, v. 4, n. 2, p. 293-302, 2024.

SALGADO, Nathalia Di Mase et al. Transtorno do Espectro Autista em Crianças: Uma Revisão Sistemática sobre o Aumento da Incidência e Diagnóstico. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. 1-17, 2022.

SILVA, Jackeline Sousa; DE SÁ, Cícera Alves Agostinho. Inteligência artificial generativa aplicada ao ensino inclusivo de linguagens. **Revista Exitus**, v. 14, p. 1-20, 2024.

SILVA, Livia Andrade de Araújo Takaki da; OLIVEIRA, Camila Cunha de; DANTAS, Antônio Renan Lima. **A utilização das inteligências artificiais generativas como ferramentas de personalização de ensino na educação inclusiva**. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU**, nº 10, 2024, Fortaleza. Anais. Fortaleza: Realize Editora, 2024, p. 1-12.

SPAGNUOLO, Lenara Spedo. **Acompanhamento Terapêutico na escola: entre o educar e o analisar**. 2017. 187 f. Tese (Mestre em Educação)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

VOGEL, Daniela; RAMOS, Alexandre Moraes; FRANZONI, Ana Maria Benciveni. Transformando a educação com Large Language Models (LLMs): benefícios, limitações e perspectivas. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 4, p. 1-20, 2025.

VOULTSIYOU, Evdokia; MOUSSIADES, Lefteris. A systematic review of AI, VR, and LLM applications in special education: Opportunities, challenges, and future directions. **Education and Information Technologies**, p. 1-41, 2025.