



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FELIPE AUGUSTO CRUZ

**GENAI E ACESSIBILIDADE: UMA ABORDAGEM
INCLUSIVA PARA DOCUMENTOS TEXTUAIS**

LONDRINA

2023

FELIPE AUGUSTO CRUZ

**GENAI E ACESSIBILIDADE: UMA ABORDAGEM
INCLUSIVA PARA DOCUMENTOS TEXTUAIS**

Versão Preliminar de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Londrina para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof(a). Dr(a). Helen C. de Mattos Senefonte

LONDRINA

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Sobrenome, Nome.

Título do Trabalho : Subtítulo do Trabalho / Nome Sobrenome. - Londrina, 2017.
100 f. : il.

Orientador: Nome do Orientador Sobrenome do Orientador.

Coorientador: Nome Coorientador Sobrenome Coorientador.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Assunto 1 - Tese. 2. Assunto 2 - Tese. 3. Assunto 3 - Tese. 4. Assunto 4 - Tese. I. Sobrenome do Orientador, Nome do Orientador. II. Sobrenome Coorientador, Nome Coorientador. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. IV. Título.

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas
que, quando pequenas, sonharam em se
tornar cientistas.*

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos principais são direcionados à Gerald Weber, Miguel Frasson, Leslie H. Watter, Bruno Parente Lima, Flávio de Vasconcellos Corrêa, Otavio Real Salvador, Renato Machnievszc¹ e todos aqueles que contribuíram para que a produção de trabalhos acadêmicos conforme as normas ABNT com L^AT_EX fosse possível.

Agradecimentos especiais são direcionados ao Centro de Pesquisa em Arquitetura da Informação² da Universidade de Brasília (CPAI), ao grupo de usuários *latex-br*³ e aos novos voluntários do grupo *abnT_EX2*⁴ que contribuíram e que ainda contribuirão para a evolução do abnT_EX2.

¹ Os nomes dos integrantes do primeiro projeto abnT_EX foram extraídos de <<http://codigolivre.org.br/projects/abntex/>>

² <<http://www.cpai.unb.br/>>

³ <<http://groups.google.com/group/latex-br>>

⁴ <<http://groups.google.com/group/abntex2>> e <<http://abntex2.googlecode.com/>>

*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo, mas transformai-vos pela renovação da mente, a fim de distinguir qual é a vontade de Deus: o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2))*

CRUZ, F. A.. **GenAI e Acessibilidade: Uma Abordagem Inclusiva para Documentos Textuais**. 2023. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso – Versão Preliminar (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

Nas últimas décadas, o uso de Inteligência Artificial Generativa (GenAI) tornou-se cada vez mais popular no cotidiano, seja por meio de serviços diretos, como o ChatGPT da OpenAI ou de forma indireta, como assistentes em aplicações de escritório. No entanto, ainda existem diversas áreas inexploradas ou com lacunas que impedem um desempenho satisfatório da GenAI. Uma dessas áreas é a acessibilidade a documentos textuais para indivíduos com neurodivergências, que frequentemente enfrentam dificuldades na compreensão durante a leitura. Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo para avaliar as possibilidades de utilização da GenAI no contexto da acessibilidade, com foco em documentos textuais.

Palavras-chave: Inteligência artificial generativa. GenAI. Educação inclusiva. Neurodivergência. GPT. ChatGPT. Large language model. LMM. Transformer. Deep Learning.

CRUZ, F. A.. **GenAI and Accessibility: An Inclusive Approach to Textual Documents**. 2023. 35p. Final Project – Draft Version (Bachelor of Science in Computer Science) – State University of Londrina, Londrina, 2023.

ABSTRACT

In recent years, the use of Generative Artificial Intelligence (GenAI) has become increasingly popular in everyday life, either directly through services like OpenAI's ChatGPT or indirectly as assistants in office applications. However, there are still several unexplored areas or gaps that hinder satisfactory performance in GenAI. One of these areas is accessibility to textual documents for individuals with neurodivergences who often face comprehension difficulties during reading. This study aims to evaluate the possibilities of using GenAI in the context of accessibility, with a focus on textual documents.

Keywords: Generative Artificial Intelligence. GenAI. Inclusive Education. Neurodivergence. GPT. ChatGPT. Large Language Model. LLM. Transformer. Deep Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Encoder e Decoder como proposto no artigo "Attention Is All You Need".	18
Figura 2 – Exemplo de várias camadas usadas para capturar padrões da entrada baseado na camada anterior.	19
Figura 3 – Funcionamento do encoder.	19
Figura 4 – Exmeplo de funcionamento do Self-Attention disponibilizado no endereço eletrônico http://jalammar.github.io/illustrated-transformer	20

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GenAI	Inteligência Artificial Generativa
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade
LLM	Large Language Model
GPT	Generative Pre-trained Transformer

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	Neurodivergências	13
2.1.1	Transtorno do Espectro Autista	14
2.1.2	Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH)	15
2.1.3	Dislexia	16
2.2	Inteligências Generativas	17
2.2.1	Large Language Models	17
2.2.2	Funcionamento do Transformer	18
3	DESAFIOS NA ADAPTAÇÃO DE TEXTOS	22
3.1	Desafios enfrentados	22
3.2	Análise Crítica de Estudos Relevantes	22
3.2.1	Millis, Magliano e Todaro	23
3.2.2	Deane	24
3.2.3	Rayner	25
3.2.4	Considerações Finais	26
3.3	Estudos direcionados	26
3.3.1	TEA	26
3.3.2	TDAH	28
3.3.3	Dislexia	29
3.4	Proposta	30
4	TESTAGEM	31
4.1	Resultados	31
4.2	OpenSource	33
5	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Indivíduos com neurodivergências enfrentam desafios significativos na leitura, impactando não apenas sua capacidade de ler, mas também sua compreensão sobre o que foi lido. Essa questão não apenas limita o processo de aprendizado, mas também tem um impacto especialmente durante a infância e o início da adolescência. É evidente que tanto os próprios indivíduos quanto os educadores podem se beneficiar do uso dessa nova forma de utilizar a inteligência artificial para promover uma maior inclusão dessas pessoas em uma sociedade cada vez mais digitalizada.

A neurodivergência é um conceito fundamental na compreensão da diversidade cognitiva humana. Ela engloba uma gama de variações naturais no funcionamento do cérebro, resultando em diferentes maneiras de processar informações, comunicar-se e interagir com o mundo. Essas variações podem abranger condições como o Transtorno do Espectro Autista (TEA), a Dislexia, o Transtorno de Déficit de Atenção de Hiperatividade (TDAH) e outras. A neurodivergência desafia as noções convencionais de normalidade, destacando a importância de reconhecer e respeitar as diversas formas de cognição e funcionamento mental.

É importante mencionar que, além das neurodivergências abordadas neste trabalho, existem quadros clínicos que apresentam sintomas similares, resultando nos mesmos desafios na leitura e compreensão. Contudo, esses quadros são classificados diferentemente. A aplicação das ferramentas propostas neste estudo pode trazer resultados similares para esses casos. Um exemplo são problemas alimentares que podem desencadear efeitos semelhantes aos do TDAH.

Ao longo deste trabalho, será detalhado como as neurodivergências são abordadas, descrevendo os sintomas e como estudos demonstram as dificuldades na leitura e compreensão. Também serão mencionados os aspectos a serem considerados na adaptação de textos. Posteriormente, será apresentado o funcionamento das inteligências artificiais generativas, incluindo a evolução dos modelos utilizando Transformers.

Por fim, serão apresentados testes realizados com o serviço de GenAI oferecido pela OpenAI, denominado ChatGPT, tanto na versão 3.5 quanto na sua versão 4, a mais recente até a data de publicação deste trabalho. Além disso, serão exploradas implementações de código aberto com licenças permissivas, nas quais a privacidade pode ser uma vantagem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Neurodivergências

A neurodivergência é um conceito que enfatiza a diversidade no funcionamento cerebral humano, destacando que as variações neurológicas estão fora do que é considerado padrão ou típico, conhecido como neurotipicidade. [1]

As variações abrangidas pela neurodivergência implicam um conjunto único de características no modo como o cérebro processa informações, percebe o mundo e interage com ele. Estas diferenças são vistas como parte natural e inerente da variabilidade humana, desafiando a noção de que existe uma única maneira "normal" ou "saudável" de funcionamento cerebral.

Neurotipicidade, em contraste, refere-se ao funcionamento neurológico que está em conformidade com o que a maioria das pessoas experimenta, frequentemente visto como o padrão. No entanto, a ideia de neurodivergência sugere que as variações neurológicas não são anormais ou patológicas, mas sim diferenças que devem ser reconhecidas e respeitadas.

A relevância social e cultural da neurodivergência é significativa, pois tem implicações em termos de inclusão social, educação, emprego e políticas de saúde. Promove uma maior compreensão e aceitação das diferenças neurológicas, encorajando ambientes mais inclusivos e adaptativos para todos, independentemente de suas características neurológicas.

Os estudos sobre neurodivergências têm avançado significativamente ao longo dos anos, abrangendo diversas áreas como psicologia, neurociência, educação e ciências sociais. Eles se concentram em entender melhor as condições neurodivergentes e como elas impactam os indivíduos em vários aspectos da vida. Aqui estão alguns pontos-chave sobre estes estudos:

1. **Compreensão das Condições Neurodivergentes:** Pesquisas em neurociências e psicologia têm buscado entender as bases biológicas e neurológicas de condições como o Transtorno do Espectro Autista (TEA), Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), Dislexia, entre outros. Estes estudos envolvem a análise de padrões cerebrais, genética, e fatores ambientais que podem influenciar o desenvolvimento destas condições.
2. **Intervenções e Terapias:** Um aspecto importante dos estudos em neurodivergência é o desenvolvimento de intervenções e terapias. Isso inclui terapias comportamentais, educacionais, e estratégias de coping (enfrentamento) personalizadas que ajudam

indivíduos neurodivergentes a desenvolver habilidades sociais, de comunicação, e acadêmicas, além de manejar desafios específicos.

3. **Impacto na Educação:** Pesquisadores também têm se concentrado em como a neurodivergência afeta a aprendizagem e a educação. Isso inclui entender como diferentes estilos de aprendizagem e necessidades cognitivas podem ser melhor atendidos em ambientes educacionais. Esses estudos apoiam o desenvolvimento de práticas pedagógicas inclusivas e adaptativas. Esses estudos serão utilizados nesse trabalho afim de determinar o necessário a se adaptado nos documentos textuais.
4. **Vida Social e Emocional:** Outra área de interesse é o impacto das neurodivergências na vida social e emocional dos indivíduos. Isso inclui estudar desafios como a ansiedade, a depressão, ou dificuldades nas interações sociais, bem como as forças e talentos únicos que muitos neurodivergentes possuem.
5. **Advocacia e Consciência Social:** Parte dos estudos também envolve a advocacia e a elevação da consciência social sobre as neurodivergências. Isso inclui desafiar estigmas, promover a inclusão, e educar o público sobre as necessidades e experiências de pessoas neurodivergentes.

2.1.1 Transtorno do Espectro Autista

TEA é uma condição neurológica e de desenvolvimento que se manifesta precocemente na infância e persiste ao longo da vida. É caracterizado por desafios nas áreas de comunicação social, comportamentos repetitivos e interesses limitados ou fixos. O espectro é amplo, variando significativamente entre indivíduos em termos de habilidades e desafios.

Pessoas com TEA podem ter dificuldades em compreender e usar a linguagem verbal e não verbal, como gestos e expressões faciais. Algumas podem não falar ou falar pouco, enquanto outras podem ter habilidades de fala avançadas, mas dificuldade em usar a linguagem em contextos sociais. [2]

Na questão comportamental pode incluir movimentos repetitivos, como balançar as mãos, fixação em objetos específicos, rotinas inflexíveis ou interesse intenso em determinados tópicos. Além que muitas pessoas com TEA têm sensibilidade aumentada ou diminuída a estímulos sensoriais, como luz, som, toque ou temperatura.

O transtorno é classificado em 3 níveis, baseados no suporte necessário:

1. **Nível 1: Requer suporte.** Indivíduos neste nível têm dificuldade em iniciar interações sociais e podem apresentar respostas atípicas em situações sociais. Anteriormente era chamado de Síndrome de Asperger.

2. Nível 2: Requer suporte substancial. Caracteriza-se por dificuldades sociais marcantes, comportamentos repetitivos e inflexibilidade de comportamento.
3. Nível 3: Requer suporte muito substancial. Indivíduos neste nível têm graves dificuldades na comunicação verbal e não verbal, comportamentos repetitivos severos e extrema dificuldade em mudar ações ou foco.

O ensino para indivíduos com TEA requer abordagens adaptadas e especializadas. Dificuldades de comunicação e interação social, bem como comportamentos e interesses específicos, podem criar desafios únicos na sala de aula. Métodos de ensino eficazes frequentemente incluem:

1. Ensino Estruturado: Ambientes e rotinas previsíveis ajudam os alunos com TEA a entenderem e a se adaptarem ao ambiente educacional.
2. Abordagens Visuais: Uso de recursos visuais, como pictogramas e agendas visuais, para facilitar a compreensão.
3. Ensino Individualizado: Programas educacionais personalizados que se concentram nas necessidades específicas de cada aluno.
4. Integração Sensorial: Adaptações para acomodar sensibilidades sensoriais e ajudar os alunos a se concentrarem e aprenderem mais eficazmente.

2.1.2 Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH)

TDAH é uma condição neurológica que afeta a capacidade de uma pessoa de manter a atenção, controlar impulsos e regular o comportamento. Os sintomas comuns do TDAH incluem distração, impulsividade e hiperatividade, que podem interferir em várias áreas da vida, incluindo educação e trabalho.

O transtorno é classificado em 3 níveis de severidade:

1. Leve: Embora presentes, os sintomas são gerenciáveis e menos propensos a interferir significativamente na vida diária.
2. Moderado: Os sintomas são mais evidentes e têm um impacto moderado nas atividades diárias e relacionamentos.
3. Grave: Os sintomas são frequentes e intensos, afetando gravemente o desempenho nas atividades cotidianas, acadêmicas, profissionais e sociais.

Indivíduos com TDAH podem enfrentar vários desafios educacionais, que incluem uma série de dificuldades. A dificuldade de concentração, um aspecto central do trans-

torno, pode tornar o aprendizado em ambientes tradicionais particularmente desafiador, pois a manutenção da atenção em tarefas específicas é frequentemente complicada. [3]

Além disso, a gestão do tempo representa outro obstáculo significativo, visto que a organização de tarefas e a administração eficiente do tempo podem ser afetadas, impactando a conclusão de trabalhos e projetos. O comportamento impulsivo, outra característica do TDAH, pode causar interrupções em sala de aula e criar dificuldades em ambientes de aprendizagem colaborativa, onde a interação e a paciência são essenciais. Por fim, a variabilidade no desempenho acadêmico é comum, com oscilações que muitas vezes não refletem o verdadeiro potencial do estudante, levando a avaliações que podem não captar integralmente suas capacidades e compreensão.

Na abordagem de ensino adaptada para indivíduos com TDAH, uma estratégia eficaz envolve a divisão do conteúdo a ser estudado em partes menores e mais gerenciáveis. Esta técnica, conhecida como "chunking", ajuda a reduzir a sobrecarga cognitiva e permite que o aluno se concentre em segmentos específicos do material de estudo de cada vez, facilitando a compreensão e a retenção. Além disso, a prática de fazer sumários ou resumos do que será estudado é altamente benéfica. Essa atividade não só auxilia na organização do pensamento e na identificação dos conceitos-chave, mas também incentiva a ativação do pensamento crítico e a consolidação do aprendizado. Ao adaptar o estudo dessa maneira, pode-se proporcionar uma experiência de aprendizado mais eficiente e menos frustrante para alunos com TDAH, ajudando-os a superar desafios relacionados à concentração e gestão do tempo, e promovendo um ambiente de aprendizado mais inclusivo e produtivo. [4]

2.1.3 Dislexia

A dislexia é um transtorno de aprendizagem específico caracterizado por dificuldades com a precisão e/ou fluência na leitura e a habilidade de decodificar palavras. Esta condição é neurobiológica e muitas vezes hereditária, afetando a forma como o cérebro processa a linguagem escrita e falada.

Embora a dislexia não afete a inteligência, ela pode causar desafios significativos na aprendizagem, especialmente em ambientes educacionais tradicionais que dependem fortemente da leitura e escrita. Pessoas com dislexia podem ter dificuldade em reconhecer palavras, soletrar e decifrar rapidamente textos, o que pode afetar seu desempenho acadêmico. [5]

Existem diferentes níveis de severidade na dislexia, variando de leve a severo. Alguns indivíduos podem ter apenas pequenos problemas com algumas palavras ou com a leitura sob pressão, enquanto outros podem achar extremamente difícil ler até mesmo textos simples. O diagnóstico e o apoio adequado podem ajudar significativamente.

2.2 Inteligências Generativas

A teoria das Inteligências Generativas representa uma abordagem significativa no campo da Inteligência Artificial (IA), cujo foco principal reside na criação de modelos capazes de gerar novos dados, em contraposição à simples classificação ou previsão de dados já existentes. Os modelos que se enquadram nessa categoria são denominados generativos devido à sua capacidade intrínseca de produzir informações inéditas que compartilham semelhanças com os dados de treinamento originais. [6]

A base teórica da teoria das Inteligências Generativas se apoia em uma série de conceitos fundamentais e técnicas de modelagem. Uma das ideias centrais por trás dessa abordagem é que, para uma compreensão abrangente de um conjunto de dados, é essencial compreender o processo subjacente que levou à sua geração. Dessa forma, em vez de apenas buscar prever ou classificar dados, os modelos generativos buscam desvendar as relações subjacentes entre os dados e como essas relações podem ser utilizadas para criar novos dados.

Diversas técnicas de modelagem podem ser empregadas na construção de modelos generativos, incluindo redes neurais, modelos de mistura gaussiana e modelos de espaço latente. Cada uma dessas abordagens apresenta suas próprias vantagens e desvantagens, sendo a escolha da técnica de modelagem influenciada pelo conjunto de dados específico e pelo problema em questão.

Uma das principais vantagens inerentes aos modelos generativos é sua capacidade de gerar novos dados que guardam semelhança com os dados originais de treinamento. Isso se revela valioso em diversas aplicações, englobando a geração de texto, imagens e música.

2.2.1 Large Language Models

Nos últimos anos, os Modelos de Linguagem de Grande Escala (Large Language Models - LLMs) emergiram como uma área de pesquisa essencial no campo da inteligência artificial e do processamento de linguagem natural. Esses modelos, projetados para compreender e gerar texto em linguagem natural, utilizam uma abordagem de aprendizado de máquina baseada em redes neurais. [7]

A capacidade notável dos LLMs de produzir textos coerentes e relevantes em diversas tarefas, incluindo tradução automática, resposta a perguntas e geração de texto, revolucionou a interação das máquinas com a linguagem humana. O fascínio por esses modelos advém da sua habilidade de aprender automaticamente a estrutura e o significado da linguagem natural a partir de extensos conjuntos de dados não rotulados, e da sua adaptabilidade a tarefas específicas mediante o processo de ajuste fino (fine-tuning).

A construção dos LLMs é viabilizada pelo uso de uma arquitetura de redes neurais

denominada Transformer, apresentada primeiramente no artigo "Attention is All You Need", publicado em 2017 por Ashish Vaswani e colaboradores.

Diferentemente dos modelos anteriores que dependiam de redes neurais recorrentes (RNNs) ou convolucionais (CNNs), o Transformer fundamenta-se exclusivamente em mecanismos de atenção, dispensando a necessidade de recorrência ou convolução.

Este modelo emprega um tipo específico de atenção, conhecido como "Multi-Head Attention", para captar diferentes aspectos da informação contextual de várias posições na sequência de entrada. Isso permite ao modelo compreender de maneira mais eficaz as relações entre todas as partes de uma sequência. [8]

2.2.2 Funcionamento do Transformer

O modelo proposto pelo artigo é composto de duas partes principais, o encoder e o decoder.

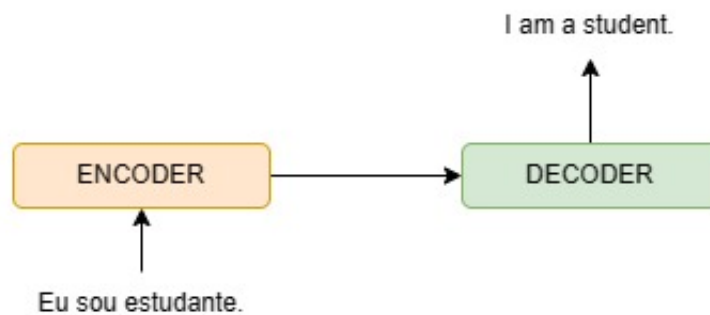


Figura 1 – Encoder e Decoder como proposto no artigo "Attention Is All You Need".

Os encoders no Transformer são componentes que processam a sequência de entrada, transformando-a em uma representação rica em informações e contexto. Eles são constituídos por camadas que usam mecanismos de autoatenção e redes neurais feed-forward para analisar e entender a entrada, considerando a relação entre todos os elementos da sequência.

Os decoders no Transformer transformam as representações codificadas pelos encoders em uma sequência de saída, como um texto traduzido. Eles fazem isso utilizando mecanismos de atenção que se concentram tanto na saída do encoder quanto na própria saída gerada até o momento, permitindo que o modelo produza uma sequência coerente e contextualmente apropriada.

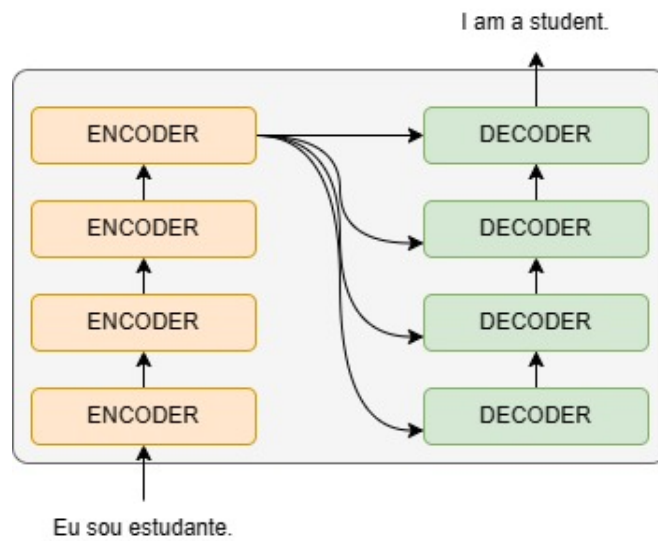


Figura 2 – Exemplo de várias camadas usadas para capturar padrões da entrada baseado na camada anterior.

Geralmente vai ter várias camadas de encoder e decoder, algo importante para o deep learning, como o intuito que cada camada capture padrões da entrada baseado na camada anterior, no final tendo uma composição de representações na última camada baseada em todas as camadas anteriores.

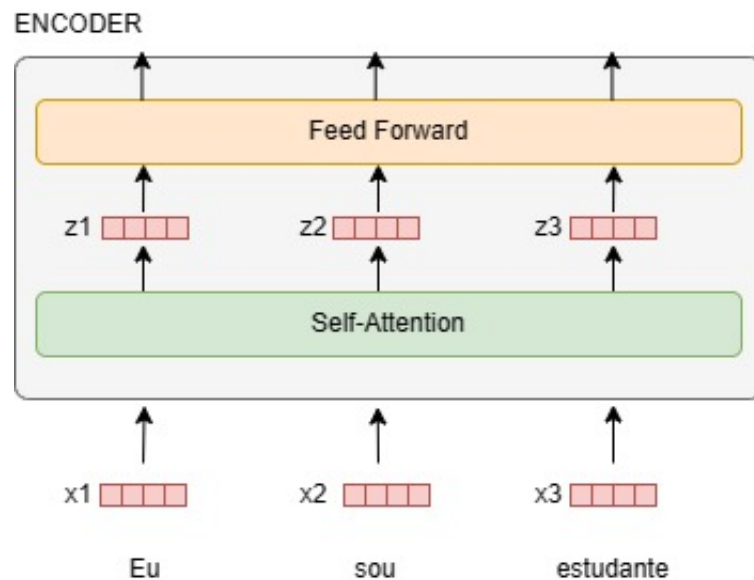


Figura 3 – Funcionamento do encoder.

A figura representa o funcionamento do encoder que recebe uma entrada tokens que entram em uma sub-camada chamada Self-Attention que irão gerar um vetor para cada um dos tokens que depois passaram por outra camada chamada Feed Forward.

A camada Feed Forward funciona como uma rede neural totalmente conectada (ou densa) e tem a função de processar individualmente as informações de cada posição da sequência, após terem passado pelo mecanismo de atenção. Que pode ser expressa pela seguinte equação:

$$FFN(x) = \max(0, xW_1 + b_1)W_2 + b_2 \quad (2.1)$$

A sub-camada mais importante será a camada Self-Attention. A intuição por trás dessa técnica é a seguinte:

Suponha que temos uma sentença de entrada. Cada palavra na sentença recebe uma representação, baseada não só nela mesma, mas também nas outras palavras da sequência. Essa representação é gerada somando as representações das outras palavras, mas essa soma é ponderada. Palavras mais relevantes para a compreensão de uma palavra específica na sentença têm mais peso.

Por exemplo, na sentença "O gato é um animal", a palavra "animal" tem mais peso na geração da representação da palavra "gato", pois é diretamente relevante para seu significado. Palavras importantes para a compreensão de uma palavra-alvo são enfatizadas, enquanto outras menos relevantes podem ser ignoradas ou receber menos peso.

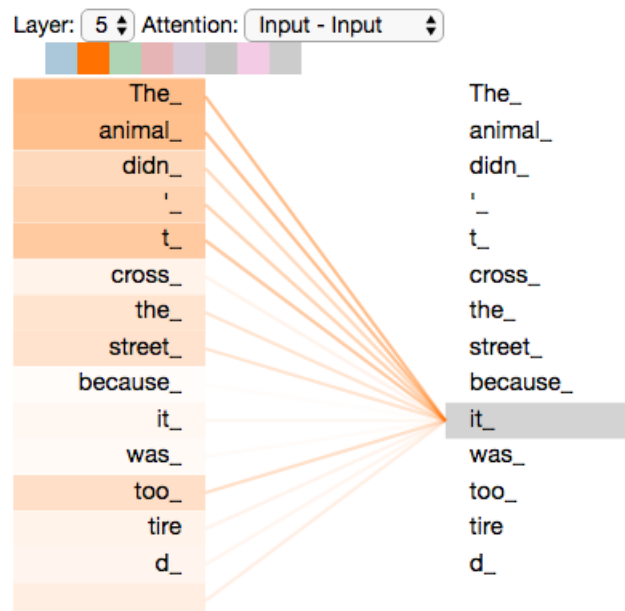


Figura 4 – Exemplo de funcionamento do Self-Attention disponibilizado no endereço eletrônico <http://jalamar.github.io/illustrated-transformer>.

Calculamos essas representações para cada palavra na sentença, baseadas no contexto fornecido pelas outras palavras. Essa abordagem tenta imitar como nossa mente

processa o texto, fazendo conexões intuitivas entre palavras relacionadas. Assim, a representação de uma palavra pode ser melhor compreendida quando consideramos seu contexto.

Em resumo, o "Self-Attention" permite que cada palavra na sentença tenha uma representação que captura informações de forma diferenciada, baseando-se na importância relativa de cada palavra no contexto da sentença. Cada palavra recebe um peso, e esses pesos são calculados através de matrizes específicas, permitindo uma representação mais rica e contextualizada do texto.

3 DESAFIOS NA ADAPTAÇÃO DE TEXTOS

Este capítulo aborda os desafios encontrados na medição da compreensão de leitura, um aspecto crucial na adaptação de textos para pessoas com neurodivergências. A compreensão de leitura, por sua natureza complexa e multidimensional, apresenta desafios significativos para pesquisadores e educadores, especialmente no contexto de avaliações padronizadas e abordagens educacionais inclusivas.

3.1 Desafios enfrentados

Historicamente, a medição da compreensão de leitura passou por diversas fases, refletindo diferentes ênfases em abordagens de avaliação ao longo das décadas. Essa variação histórica demonstra a complexidade inerente à compreensão de leitura e a dificuldade em criar métodos de avaliação eficazes e inclusivos. [9]

Nas avaliações modernas, observa-se uma tendência à unidimensionalidade, com pouca variação no material lido. Os formatos de resposta frequentemente se limitam a opções como múltipla escolha, preenchimento de lacunas e retomadas, o que pode não ser suficiente para capturar a riqueza e a complexidade da compreensão de leitura, especialmente em indivíduos neurodivergentes. Estas limitações são muitas vezes resultado da busca por alta confiabilidade em avaliações de alto risco.

O modo como a compreensão de leitura é avaliada afeta significativamente as inferências sobre essa habilidade em indivíduos. A escolha dos métodos de avaliação tem um impacto direto na forma como as habilidades de compreensão são percebidas e interpretadas, sendo fundamental para uma avaliação precisa, especialmente em contextos educacionais inclusivos.

3.2 Análise Crítica de Estudos Relevantes

Vários estudos têm abordado as complexidades na medição da compreensão de leitura. Millis, Magliano e Todaro, por exemplo, focaram na compreensão de textos expositivos e utilizaram a Análise Semântica Latente para analisar respostas, encontrando uma boa correlação com testes padrão. Já Deane e sua equipe demonstraram que a compreensão varia com base no texto e no nível de série, enquanto Rayner e colegas estudaram os movimentos oculares durante a leitura, evidenciando que a dificuldade do texto influencia a compreensão.

3.2.1 Millis, Magliano e Todaro

O estudo "Measuring Discourse-Level Processes With Verbal Protocols and Latent Semantic Analysis", realizado por Keith Millis, Joseph Magliano e Stacey Todaro, explora como a Análise Semântica Latente (LSA) pode ser usada para analisar protocolos verbais coletados durante a leitura de textos expositivos. A LSA é uma técnica de processamento de linguagem natural e análise de texto que é usada para extrair relações de significado entre palavras e textos, com base na maneira como as palavras co-ocorrem em documentos. Ela se baseia na ideia de que palavras com significados semelhantes tendem a aparecer em contextos semelhantes.

Os participantes do estudo foram solicitados a digitar seus pensamentos após lerem cada sentença de dois textos científicos. A similaridade semântica entre os protocolos e a sentença atual, bem como as sentenças causais anteriores, foi calculada usando LSA. Descobriu-se que a magnitude da similaridade, expressa por cossenos gerados pela LSA, previa o desempenho em questões de compreensão e no teste de compreensão Nelson-Denny.

O Nelson-Denny Reading Test é um teste padronizado utilizado para avaliar a capacidade de leitura e compreensão de alunos do ensino médio e de estudantes universitários. Este teste mede tanto a velocidade de leitura quanto a compreensão. Ele é composto por duas partes principais:

1. **Compreensão de Leitura:** Os participantes leem uma série de passagens e, em seguida, respondem a perguntas de múltipla escolha baseadas nessas passagens. Estas perguntas testam a capacidade do aluno de entender e interpretar o texto.
2. **Vocabulário:** Esta seção avalia o conhecimento e a compreensão vocabular do aluno através de questões de múltipla escolha que pedem que eles identifiquem sinônimos ou o significado de palavras em um contexto específico.

O estudo destaca a importância dos processos de nível discursivo, além de processos de nível inferior como acesso lexical e codificação sintática, para a compreensão bem-sucedida. Os autores examinaram como os protocolos verbais e a LSA podem ser usados para medir esses processos de compreensão. Eles descobriram que compreender bem um texto envolve a reativação de ideias causais anteriores no texto, enquanto leitores menos habilidosos tendem a se concentrar mais na sentença atual.

Este estudo também investigou a aplicabilidade do método para textos expositivos sobre tópicos científicos, diferentemente de pesquisas anteriores que se concentraram em textos narrativos. Os resultados indicaram que a análise de protocolos verbais usando LSA é uma ferramenta eficaz para medir processos de compreensão em nível discursivo e pode ser particularmente útil para avaliar a compreensão de textos expositivos. Além

disso, o estudo sugere que essa abordagem pode ser usada para desenvolver ferramentas de avaliação computadorizadas para medir a compreensão da leitura.

3.2.2 Deane

O artigo "Differences in Text Structure and Its Implications for Assessment of Struggling Readers" de Paul Deane e colaboradores, publicado na revista "Scientific Studies of Reading", investiga como a estrutura textual varia entre os níveis de leitura e as implicações para a avaliação de leitores com dificuldades. Este estudo é parte de um esforço maior para desenvolver avaliações diagnósticas destinadas a identificar as combinações específicas de habilidades que os leitores com dificuldades possuem ou carecem.

Principais pontos do estudo:

1. Variabilidade dos Textos: Os autores observam que uma fonte de dificuldade para leitores em dificuldade é a variabilidade dos textos através dos níveis de ensino. Eles usam técnicas de processamento de linguagem natural para identificar dimensões de variação em um corpus de textos escolares, concentrando-se em variações lexicais e de discurso/gênero entre textos do 3º ao 6º ano.
2. Estrutura Lexical e Discursiva: O estudo identificou conjuntos de termos lexicais não específicos usados em uma ampla variedade de textos, além de termos mais "acadêmicos". Eles também detectaram várias dimensões de variação que eram semelhantes às de estudos anteriores, além de novas dimensões.
3. Fatores Identificados: O estudo resultou na identificação de 420 fatores lexicais e 9 fatores adicionais relacionados a características lexicais, sintáticas e discursivas. Estes fatores mostraram variação significativa nos textos, indicando mudanças na complexidade dos textos entre os níveis de terceira e sexta série.
4. Diferenças entre Textos do 3º e 6º Ano: O estudo descobriu que os textos do 6º ano tendem a ter um vocabulário mais variado e conjuntos lexicais, além de apresentar características sintáticas e discursivas diferentes em comparação aos textos do 3º ano.
5. Implicações para Avaliação de Leitores em Dificuldade: As descobertas são significativas para o desenvolvimento de avaliações diagnósticas, já que ajudam a identificar áreas específicas de dificuldade que os leitores em dificuldade podem enfrentar. Isso é importante para a criação de estratégias de ensino mais eficazes e personalizadas.
6. Pesquisas Futuras: Os autores sugerem que pesquisas futuras devem considerar como as classificações de texto geradas por meio dessas novas medidas podem fornecer informações úteis para diagnosticar pontos fortes e fracos de leitores com dificuldades.

O estudo representa um avanço importante no entendimento de como a complexidade textual varia entre diferentes níveis de leitura e como isso impacta a avaliação e o apoio a leitores com dificuldades.

3.2.3 Rayner

O artigo "Eye Movements as Reflections of Comprehension Processes in Reading" de Keith Rayner, Kathryn H. Chace, Timothy J. Slattery e Jane Ashby, publicado na "Scientific Studies of Reading" em 2006, explora a relação entre movimentos oculares e processos de compreensão durante a leitura. Aqui estão os experimentos realizados:

Experimento 1:

1. Objetivo: Investigar como a dificuldade global de um texto afeta os movimentos oculares durante a leitura.
2. Método: Os participantes leram passagens de texto com diferentes níveis de dificuldade. A dificuldade foi avaliada por meio de classificações subjetivas.
3. Resultados: Observou-se que a duração média das fixações e o número total de fixações aumentaram com o aumento da dificuldade do texto. Isso sugere que os movimentos oculares refletem a dificuldade global de compreensão do texto.

Experimento 2:

1. Objetivo: Examinar como as inconsistências no texto (especificamente entre anáforas e seus antecedentes) afetam a leitura.
2. Método: Os participantes leram parágrafos que continham anáforas consistentes ou inconsistentes com seus antecedentes, em distâncias variadas.
3. Resultados: Anáforas inconsistentes levaram a durações de fixação mais longas e a um maior número de regressões, indicando que os leitores detectaram as inconsistências e tentaram resolvê-las.

Os estudos demonstraram que movimentos oculares são sensíveis à dificuldade global do texto, inconsistências entre anáforas e antecedentes são registradas pelo sistema de movimento ocular e regressões são sensíveis a inconsistências imediatas de antecedente-anáfora.

Os autores discutem o potencial do uso da gravação de movimentos oculares em configurações escolares para identificar dificuldades de compreensão de leitura.

Este artigo fornece insights valiosos sobre como os movimentos oculares podem ser um indicador reflexivo dos processos de compreensão durante a leitura, sugerindo que

técnicas de rastreamento ocular podem ser úteis em ambientes educacionais e de pesquisa para avaliar e entender a leitura e a compreensão.

3.2.4 Considerações Finais

Para desenvolver testes de diagnóstico de compreensão de leitura, como os autores dos cinco artigos mencionaram, é importante usar diferentes formas de avaliação. Isso ajuda a entender melhor como cada pessoa lê. Se não fizermos isso, os resultados podem ficar incompletos.

Alguns dizem que a compreensão de leitura é tão complicada que nenhum teste único pode ser suficiente, mas o importante é tentar entender isso de diferentes maneiras. Precisamos de pesquisas que usem vários métodos para entender melhor a compreensão de leitura, indo além dos métodos tradicionais. Isso significa que precisamos olhar para as relações entre diferentes coisas que afetam a leitura, não apenas para uma coisa de cada vez.

É importante separar as diferentes partes da compreensão de leitura, mas também é importante juntar todas essas informações de diferentes maneiras para entender melhor como as pessoas leem. Isso nos ajuda a criar testes que mostram como as pessoas leem de maneiras diferentes. Esses testes não apenas nos ajudam a entender melhor a leitura, mas também mostram como podemos ensinar melhor cada pessoa a ler de acordo com suas necessidades.

3.3 Estudos direcionados

Neste capítulo, serão detalhados estudos específicos sobre a compreensão textual para cada tipo de neurodivergência abordada neste trabalho.

3.3.1 TEA

O artigo de Finnegan e Mazin, "Estratégias para Aumentar as Habilidades de Compreensão de Leitura em Estudantes com Transtorno do Espectro Autista: Uma Revisão da Literatura"[2] , oferece uma visão abrangente das estratégias instrucionais para melhorar a compreensão de leitura em estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Isso é particularmente relevante, pois a prevalência de TEA em crianças em idade escolar está aumentando.

A compreensão de leitura, definida como o ato de extrair significado do texto impresso, é um processo cognitivo complexo que requer o envolvimento ativo do leitor. É uma área particular de fraqueza para estudantes com TEA, apesar de muitos terem inteligência média ou acima da média. O TEA é caracterizado por dificuldade na interação social e comunicação, juntamente com padrões de comportamento restritos e repetitivos.

Estudantes com TEA frequentemente exibem precisão de leitura normativa, mas têm compreensão prejudicada e também podem mostrar déficits em conhecimento semântico, afetando suas habilidades de compreensão de leitura.

O estudo revisa a eficácia de várias estratégias instrucionais. Diferenças cognitivas em estudantes com TEA, como teoria da mente, funcionamento executivo e coerência central fraca, podem influenciar a compreensão de leitura. Essas diferenças no processamento cognitivo podem afetar a capacidade do indivíduo de entender perspectivas de personagens, fazer inferências e compreender a essência geral de um texto. O funcionamento executivo prejudicado, incluindo dificuldades com organização, memória e atenção, também pode contribuir para desafios na compreensão de leitura.

O objetivo do estudo foi identificar intervenções eficazes focadas na compreensão de leitura em estudantes com TEA, contrastando os componentes-chave desses estudos para auxiliar os profissionais na tomada de decisões instrucionais. Os estudos revisados, publicados entre 1985 e 2015, incluíram indivíduos em idade escolar diagnosticados com TEA ou classificados sob IDEA para serviços educacionais em Autismo.

Medidas de eficácia como Tamanho do Efeito (TE) e porcentagem de pontos de dados não sobrepostos (PND) foram usadas para avaliar o impacto dessas intervenções. A revisão incluiu 15 estudos com um total de 198 participantes, 88 dos quais tinham TEA. Esses estudos variaram em seu design, idade dos participantes, formato instrucional e intervenções, incluindo instrução individual, intervenções em pequenos grupos e configurações de sala de aula de educação geral.

Instrução Direta (ID), uma abordagem sistemática de instrução, foi uma das estratégias revisadas. Ela envolve apresentações de professores roteirizadas e é projetada para aprendizagem eficaz e eficiente. Outras estratégias incluíram organizadores gráficos, técnicas de aprendizagem cooperativa, textos eletrônicos suportados e estratégias autodirigidas.

Os resultados do artigo de Finnegan e Mazin indicam que o uso de organizadores gráficos é a intervenção mais eficaz para melhorar a compreensão de leitura em estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Intervenções que abordam a compreensão de linguagem figurativa, como metáforas e analogias, mostraram efeitos moderados a altos, destacando a capacidade dos estudantes com TEA de interpretar e compreender elementos complexos de textos conectados. Os efeitos do uso de pistas anafóricas e de relações de pergunta-resposta foram avaliados em apenas um estudo cada, mas mostraram resultados promissores.

Este artigo é significativo, pois fornece um exame minucioso das diversas estratégias instrucionais e sua eficácia em melhorar a compreensão de leitura entre estudantes com TEA.

3.3.2 TDAH

O estudo "Reading Strategies for Students With ADD and ADHD in the Inclusive Classroom" [3] de Jean Ostoits foca no impacto do Transtorno do Déficit de Atenção (TDA) e do Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) na leitura de alunos.

O artigo destaca que, apesar de nem todos os alunos com TDA/TDAH enfrentarem dificuldades na leitura, muitos deles têm desafios significativos nessa área. A dificuldade em manter a atenção e a concentração pode prejudicar a habilidade de seguir e compreender textos complexos.

Para melhorar a leitura nesses alunos, o estudo sugere várias estratégias eficazes. Entre elas, a prática de leitura silenciosa para manter a atenção, a releitura para reforçar a compreensão e o uso de marcadores visuais para ajudar a manter o foco no texto. Além disso, o estudo enfatiza a importância de manter uma consistência nas estruturas e métodos de ensino, escolhendo materiais de leitura que sejam previsíveis e interessantes para os alunos. A inclusão de métodos multissensoriais e participativos no processo de ensino também é recomendada para envolver os alunos de maneira mais efetiva.

O artigo também aborda estratégias específicas de pré-leitura e pós-leitura. Estratégias de pré-leitura, como discussões em classe e atividades de previsão de histórias, podem preparar os alunos para o conteúdo que irão ler. Após a leitura, técnicas como o uso de organizadores gráficos e mapeamento de histórias podem ajudar a consolidar a compreensão e a retenção do conteúdo.

Por fim, o estudo reconhece a variedade de estilos de aprendizagem entre os alunos com TDA/TDAH, ressaltando a importância de adaptar as técnicas de ensino para atender às suas necessidades individuais.

Um outro artigo "The Effectiveness of Using Chunking Strategy to Improve Students' Reading Comprehension at the Second Year of SMP Negeri 2 Barombong", de Rini Anggraeni, publicado em dezembro de 2015, explora a eficácia da estratégia de chunking na melhoria da compreensão de leitura. A estratégia de chunking, que consiste em dividir informações em "pedaços" menores e mais gerenciáveis, pode ser particularmente benéfica para estudantes com TDAH.

No contexto do TDAH, a estratégia de chunking pode ajudar a superar algumas das dificuldades comuns enfrentadas por esses alunos, como problemas de atenção, dificuldade em seguir instruções longas e desafios na retenção de grandes quantidades de informação. Ao quebrar o texto em segmentos menores, a estratégia facilita o processamento e a compreensão de informações, permitindo que os alunos com TDAH se concentrem em uma parte de cada vez, o que pode melhorar sua capacidade de entender e reter o conteúdo do texto.

O estudo de Anggraeni mostra que o grupo experimental, que utilizou a estratégia

de chunking em textos narrativos, teve um desempenho significativamente melhor na compreensão de leitura comparado ao grupo de controle. A pesquisa enfatiza a importância de adaptar as estratégias de ensino para atender às necessidades individuais dos alunos, e a estratégia de chunking surge como uma opção promissora para auxiliar alunos com TDAH na sala de aula.

3.3.3 Dislexia

O artigo "Dissociation Between Comprehension and Pronunciation in Dyslexic and Hyperlexic Children"[5] de P. G. Aaron, Sonja S. Prantz e Anna R. Manges, publicado em 1990, explora a relação entre a compreensão e a pronúncia em crianças com dislexia e hiperlexia.

O estudo se concentra em três casos de crianças com dificuldades de leitura, examinando se as habilidades de compreensão e pronúncia operam independentemente. Os autores utilizam o "modelo de três rotas" de reconhecimento de palavras e o critério de dupla dissociação para identificar diferentes perfis de leitores com dificuldades.

Os casos analisados incluem uma criança hiperléxica com boa leitura de palavras, mas compreensão pobre; uma criança que utiliza predominantemente uma estratégia fonológica lexical para ler palavras, e uma criança disléxica com boa compreensão auditiva, mas habilidades de leitura de palavras pobres. Os resultados sugerem que a compreensão e a pronúncia podem ser habilidades dissociáveis, desenvolvendo-se de forma independente. As crianças com habilidades de leitura de palavras boas, mas compreensão pobre, empregam diferentes estratégias para a leitura de palavras, incluindo a aplicação de regras de ortografia-para-som ou o acesso ao armazenamento fonológico.

O estudo conclui que dislexia e hiperlexia são transtornos de leitura distintos, com diferentes estratégias de leitura empregadas pelas crianças. Isso destaca a complexidade das habilidades de leitura e a necessidade de abordagens diferenciadas no tratamento de diferentes tipos de dificuldades de leitura.

Uma questão importante a considerar sobre essa neurodivergência é a dificuldade específica ao lidar com homófonos, que são palavras com a mesma pronúncia, mas com significados e grafias diferentes. Essas dificuldades são principalmente devido a desafios no processamento fonológico, que é a capacidade de compreender e manipular os sons da fala.

Na dislexia, essa habilidade muitas vezes está comprometida, tornando difícil para os indivíduos associar corretamente os sons que ouvem com suas respectivas ortografias e significados. Além disso, a consciência fonêmica, que é a capacidade de reconhecer os sons individuais da fala, é crucial para diferenciar homófonos, e pessoas com dislexia podem ter dificuldades nesta área. Esses desafios podem impactar tanto a leitura quanto a escrita,

pois a pessoa pode ter dificuldade em decodificar qual palavra homófona é apropriada no contexto dado e pode confundir suas grafias ao escrever.

3.4 Proposta

A partir da análise dos artigos selecionados, identificamos aspectos essenciais que necessitam de modificações nos documentos textuais. Estas modificações serão posteriormente incorporadas como prompts nas GenAI, conforme mencionado neste estudo.

Para adequar o conteúdo a indivíduos com TEA, propomos alterações metodológicas específicas. Primeiramente, será enfatizada a identificação de pontos-chave nos textos, facilitando a compreensão e o foco nas informações principais. Adicionalmente, planejamos utilizar analogias para elucidar conceitos e situações, melhorando a clareza e tangibilidade das descrições.

Será também adotada uma abordagem mais direta e pragmática, substituindo usos de ironia que podem ser desafiadores para essa audiência. Outra estratégia inclui a implementação de um formato de pergunta e resposta ao longo do documento, proporcionando uma estrutura clara e interativa para facilitar a compreensão e o engajamento dos leitores.

Para indivíduos com TDAH, é crucial implementar a técnica de 'Chunking'. Este processo envolve a divisão do conteúdo em segmentos menores e mais gerenciáveis. Além disso, propõe-se a separação e destaque de informações chave, facilitando a síntese e a compreensão do conteúdo. Este método visa otimizar o processamento da informação para esses indivíduos, alinhando-se aos objetivos do nosso projeto.

Visando a adequação dos documentos textuais para leitores com dislexia, propomos uma abordagem focada na simplicidade e clareza linguística. Reconhecendo as dificuldades enfrentadas por esses indivíduos, a estratégia inclui a substituição de palavras longas e de ortografia complexa por sinônimos mais simples e diretos. Esse processo visa facilitar a leitura e a compreensão, diminuindo as barreiras cognitivas associadas à decodificação de palavras desafiadoras.

Além disso, será necessário evitar o uso de homófonos, que podem gerar confusão, optando por termos únicos e inequívocos. Esta medida tem como objetivo reduzir a ambiguidade e melhorar a clareza do texto.

4 TESTAGEM

Primeiramente foi necessário a escrita de prompts específicos para cada uma das neurodivergências focadas neste estudo. O processo envolveu a adaptação cuidadosa do texto fornecido, uma etapa delicada devido à possibilidade de interpretação equivocada do objetivo do prompt pela GenAI. A adaptação foi realizada seguindo diretrizes específicas, projetadas para atender às necessidades de cada neurodivergência, embora desafios tenham surgido durante esse processo.

Após a elaboração dos prompts, foi necessário selecionar um dataset adequado, neste caso, optei pelos dados de livros e artigos publicados pela Scilab, disponíveis na comunidade HuggingFace em formato Apache Parquet.

Este dataset inclui informações sobre os lançamentos, mas não o conteúdo integral, por isso, recorri às sinopses para abranger uma variedade interessante de temas para os testes. Para importar o dataset, foi necessário utilizar a biblioteca 'datasets' da HuggingFace, conforme demonstrado no código a seguir.

```
from datasets import load_dataset

scieloDataset = load_dataset("chenghao/scielo_books")
sinopses = scieloDataset['train']['synopsis']
```

A interação com o dataset e o envio de comandos para o GPT, tanto na versão 3 quanto na 4, foram realizados utilizando a biblioteca da OpenAI em Python, conforme os códigos exemplificados.

```
for prompt in lista:
    resposta = openai.Completion.create(
        engine = "gpt-3.5-turbo-instruct",
        prompt = prompt,
        max_tokens = 2000
    )
    resultadoTea.append(resposta.choices[0].text.strip())
```

4.1 Resultados

Durante a fase de testes, foram avaliadas 50 sinopses para cada tipo de neurodivergência, totalizando 150 sinopses para cada modelo de inteligência artificial, GPT-3 e

GPT-4. Os resultados obtidos foram parcialmente satisfatórios.

Com o modelo GPT-3, enfrentei desafios significativos. Observou-se uma tendência do modelo em não seguir integralmente as diretrizes estabelecidas, chegando, em alguns casos, a ignorá-las completamente. Uma questão notável foi a propensão do GPT-3 a resumir os textos em vez de simplesmente remodelá-los, o que resultou na perda de informações importantes. Além disso, a ocultação frequente de nomes e referências foi um problema recorrente. Outro ponto de dificuldade identificado foi a limitação do modelo em lidar com textos mais extensos, o que restringiu a amplitude das adaptações possíveis.

Em contrapartida, os resultados obtidos com o GPT-4 foram mais promissores. Na maioria dos casos, o modelo conseguiu remodelar os textos conforme as diretrizes estabelecidas. No entanto, foi observado um desafio específico: em algumas situações, ao invés de simplesmente remodelar o texto, o GPT-4 o transformou em uma lista, o que desviou do objetivo inicial do trabalho.

Um aspecto adicional que merece atenção é a forma como as respostas foram apresentadas pelo GPT-4. Frequentemente, as respostas não se limitavam ao texto adaptado, incluindo introduções como 'Posso sim adaptar o texto' ou explicações detalhadas sobre o processo de adaptação.

Para fins de aplicação em ferramentas de adaptação automática, seria mais vantajoso obter respostas diretas e focadas apenas no texto adaptado, sem informações adicionais. Esta característica do GPT-4, embora útil em alguns contextos, pode representar uma limitação para o escopo específico deste trabalho.

Quanto à qualidade das adaptações realizadas pelo GPT-3, os resultados foram decepcionantes. Mesmo nos casos em que o modelo tentou adaptar o texto, as alterações não foram efetuadas de maneira satisfatória. Essa limitação parece estar associada à natureza dos dados utilizados para treinar o GPT-3. Grande parte desse material provém de fontes como fóruns públicos, wikis e redes sociais, onde o tema de acessibilidade é raramente abordado.

Consequentemente, há uma escassez de informações relevantes que o modelo poderia utilizar para compreender e implementar as modificações necessárias em documentos textuais de maneira eficaz. Isso sugere que a qualidade da adaptação pelo GPT-3 pode estar intrinsecamente ligada à disponibilidade e à qualidade dos dados de treinamento, especialmente em contextos específicos como a acessibilidade.

A qualidade das adaptações realizadas pelo GPT-4 foi notavelmente superior. Este modelo, equipado com 1,7 trilhões de parâmetros, demonstrou uma capacidade excepcional de abstrair e aplicar as informações necessárias para a adaptação dos textos. O GPT-4 mostrou-se eficaz em associar as diretrizes estabelecidas, como a atenção para evitar palavras homônimas, e em realizar as substituições pertinentes de acordo com o contexto.

Contudo, um aspecto limitante do GPT-4 é o seu custo operacional. Para cada interação com o modelo, há uma cobrança que inclui tanto o input quanto o output. No momento da publicação deste trabalho, o custo está estipulado em \$0,03 por input e \$0,06 por output, sendo que estas taxas são aplicadas a cada 1000 tokens processados. Essa estrutura de precificação pode representar um obstáculo significativo, especialmente para aplicações que exigem um grande volume de interações com o modelo.

4.2 OpenSource

Frente ao desafio do alto custo associado ao uso do GPT-4, uma solução viável é explorar projetos de código aberto de LLMs de propósito geral e adaptá-los ao objetivo deste trabalho. Para tal, seria necessário empregar o processo de 'fine-tuning'. Dentre as diversas abordagens possíveis para 'fine-tuning', optaríamos por uma técnica que preserve o treinamento existente no modelo e adiciona novas camadas de aprendizado, evitando assim o risco de deterioração do desempenho do modelo, fenômeno conhecido como 'catastrophic forgetting'.

O treinamento completo de modelos de linguagem é oneroso, tanto financeiramente quanto em termos de tempo, sem mencionar a significativa pegada de carbono associada. Portanto, a opção mais sustentável e viável seria se concentrar apenas no "fine-tuning"[10].

Com essa abordagem, seria possível treinar um modelo como o Mistral 7B, que se destaca por suas licenças permissivas e natureza verdadeiramente open-source. Apesar de seus 7 bilhões de parâmetros o classificarem como um modelo relativamente pequeno comparado aos LLMs contemporâneos, o Mistral 7B é reconhecido pela comunidade como um dos modelos mais eficientes.

Dada essa perspectiva, decidi conduzir testes com o modelo Mistral 7B, utilizando os mesmos prompts aplicados anteriormente nos modelos GPT.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que, apesar dos desafios enfrentados, o uso de modelos de linguagem generativos, como GPT-3 e GPT-4, tem um potencial considerável para transformar o acesso à informação para indivíduos neurodivergentes. Estes modelos mostraram eficácia na adaptação de textos, embora tenham sido identificadas limitações, incluindo aderência inconsistente às diretrizes de adaptação e desafios relacionados ao custo e à sustentabilidade dessas soluções.

A direção futura deste trabalho inclui a exploração de ferramentas de código aberto e técnicas de "fine-tuning", oferecendo uma alternativa mais viável e sustentável para a personalização de textos. A aplicação dessas abordagens open-source pode superar as barreiras financeiras e técnicas, permitindo adaptações mais precisas e eficazes para atender às necessidades específicas das neurodivergências.

Conclui-se que a integração da inteligência artificial na adaptação de textos representa um avanço promissor na busca por uma sociedade mais inclusiva.

REFERÊNCIAS

- [1] SHAH, P. J. et al. Neurodevelopmental disorders and neurodiversity: definition of terms from scotland's national autism implementation team. *The British Journal of Psychiatry*, Cambridge University Press, v. 221, n. 3, p. 577–579, 2022.
- [2] FINNEGAN, E.; MAZIN, A. L. Strategies for increasing reading comprehension skills in students with autism spectrum disorder: A review of the literature. *Education and Treatment of Children*, West Virginia University Press, v. 39, n. 2, p. 187–219, May 2016.
- [3] OSTOITS, J. Reading strategies for students with add and adhd in the inclusive classroom. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, Routledge, v. 43, n. 3, p. 129–132, 1999.
- [4] ANGGRAINI, R. The effectiveness of using chunking strategy to improve students' reading comprehension at the second year of smp negeri 2 barombong. Alauddin Islamic State University, 2016.
- [5] AARON, P. G.; FRANTZ, S. S.; MANGES, A. R. Dissociation between comprehension and pronunciation in dyslexic and hyperlexic children. *Reading and Writing*, v. 2, p. 243–264, 1990.
- [6] JEBARA, T. *Machine Learning: Discriminative and generative*. [S.l.]: Springer New York, NY, 2004. (The Springer International Series in Engineering and Computer Science). Springer Science+Business Media New York 2004. ISBN 978-1-4020-7647-3.
- [7] NAVEED, H. et al. *A Comprehensive Overview of Large Language Models*. 2023.
- [8] VASWANI, A. et al. *Attention Is All You Need*. 2017.
- [9] FLETCHER, J. M. Measuring reading comprehension. *Scientific Studies of Reading*, Routledge, v. 10, n. 3, p. 323–330, 2006.
- [10] TOUVRON, H. et al. *Llama 2: Open Foundation and Fine-Tuned Chat Models*. 2023.