

O Poder da Atenção: Carga Cognitiva, Aprendizado Multimídia e IA

Herbert Macêdo Jr ^[0009-0004-2249-2699], Ítalo Santos^[0009-0002-0840-1514] and Edgard Silva^[0000-0003-2722-2191]

¹ Escola Superior de Tecnologia,
Universidade do Estado do Amazonas,
Av. Darcy Vargas, 1200, Parque 10 de Novembro, Manaus, Brazil
hdsmlj22@uea.edu.br, itfds.eng20@uea.edu.br, elsilva@uea.edu.br,
home page: <https://www.uea.edu.br>

¹Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Av. Darcy Vargas, 1200 – Manaus – Amazonas

Abstract. *This article addresses the intersection of various educational theories and their relationship with the education of computer science students, with a focus on the importance of understanding computational thinking and its application in education. The historical context and fundamental concepts of Cognitive Load Theory, Multimedia Learning, and Constructivism are explored, highlighting their underlying biological assumptions about human learning. It also examines how these theories can be integrated with the use of Artificial Intelligence (AI) in education, with a particular emphasis on the attention mechanisms and abstract learning present in AI models like Transformers. Lastly, the relevance of these theories and practices for computer education student training is discussed, emphasizing how the development of computational thinking can contribute to a more effective approach in teaching and learning.*

Keywords: *Computer Science Education, Educational Theories, Artificial Intelligence in Education, Transformers*

Resumo. *Este artigo aborda a interseção de várias teorias educacionais e sua relação com a formação de estudantes de educação em ciência da computação, com foco na importância de compreender o pensamento computacional e sua aplicação na educação. O contexto histórico e os conceitos fundamentais da Teoria da Carga Cognitiva, Aprendizado Multimídia e Construtivismo são explorados, destacando seus pressupostos subjacentes à aprendizagem humana e como essas teorias podem ser integradas ao uso de Inteligência Artificial (IA) na educação, com ênfase particular nos mecanismos de atenção e aprendizado abstrato presentes nos modelos de IA, como os Transformers. Finalmente, aborda-se a relevância dessas teorias e práticas para a formação de estudantes de educação em computação, destacando como o desenvolvimento do pensamento computacional pode contribuir para uma abordagem mais eficaz no ensino e na aprendizagem.*

Palavras-chave: *Educação em Ciência da Computação, Teorias Educacionais, Inteligência Artificial na Educação, Transformers.*

1. Introdução

O campo da educação está em constante evolução, moldado por novas teorias pedagógicas e avanços tecnológicos. Nos últimos anos, o cenário educacional tem sido marcado por uma crescente integração entre teorias educacionais tradicionais e a aplicação de tecnologias inovadoras, como a inteligência artificial. Entretanto, requer novos métodos de abordagem. Nesse contexto da licenciatura em computação, essa interseção desempenha um papel fundamental na preparação dos futuros educadores de informática.

Dessa forma, com o avanço da tecnologia e acesso à internet, o contato com a educação por meios virtuais aumentou. Os dados do Censo da Educação Superior do INEP em 2021 apontam essa mudança significativa no cenário da educação superior brasileira, com aproximadamente 77% dos estudantes de licenciatura optando por cursos na modalidade de Ensino a Distância (EAD). O presidente do INEP, Carlos Moreno, destacou que esses resultados oferecem uma perspectiva clara sobre a direção em que a educação superior brasileira está evoluindo, o que requer uma análise mais profunda das políticas educacionais e modelos de ensino.

Em contrapartida, entre 2020 e 2021, houve uma queda de 4 pontos percentuais na demanda por cursos de formação de professores, caindo de 19% para 15% das vagas oferecidas. Dentre os alunos que ingressaram no ensino superior em 2021, 55% optaram por cursos de bacharelado, 30% por cursos tecnológicos e 15% por cursos de licenciatura. Notavelmente, na rede federal de ensino, a média de estudantes matriculados em cursos de licenciatura é ainda mais alta, representando 26% do total de estudantes.

Nesse contexto, as teorias pedagógicas fundamentais, como a Teoria da Carga Cognitiva, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, além das bases do Construtivismo se elevam como pilares nesse cruzamento de caminhos. Essas abordagens são mais do que meros conceitos; elas servem como alicerces sólidos para traduzir as inovações tecnológicas, como a Inteligência Artificial (IA), em estratégias de ensino relevantes.

No entanto, a convergência das teorias pedagógicas com a Inteligência Artificial não é um mero encontro, mas uma oportunidade de redefinir a educação. A formação dos futuros educadores de informática se desenrola nesse terreno fértil, capacitando-os a assimilar, interpretar e transmitir conhecimentos com profundidade e alcance. Nesse contexto, os educadores se transformam em arquitetos de aprendizado e, portanto, precisam estar abertos para incorporar tecnologias inovadoras.

Dessa maneira, torna-se importante entender os pressupostos biológicos da aprendizagem humana, ou seja, como o cérebro processa e assimila informações, construindo conhecimento ao longo do tempo. Pode-se afirmar que a aprendizagem ocorre principalmente nas sinapses, onde os neurotransmissores são liberados para transmitir sinais entre neurônios. A intensidade e a frequência da atividade sináptica podem ser modificadas pelo uso repetitivo, resultando em fortalecimento ou enfraquecimento das conexões.

Com isso, o processo de aprendizagem envolve colocar em prática as práticas cognitivas para permitir com que ocorra a funcionalidade dos neurônios, isso é possível com o contato direto com o conhecimento de forma ativa. Nesse sentido, pode-se afirmar que os conhecimentos obtidos no campo da Inteligência Artificial podem ser aplicados de forma benéfica para aprimorar as estratégias de ensino, tendo em vista que o modelo computacional de redes neurais está mais próximo do biológico, sendo válida a comparação entre os mecanismos de aprendizado.

Nesse sentido, a relação que existe entre o processo de Aprendizado de Máquina e a Inteligência Artificial envolve a capacidade do sistema computacional conseguir imitar os aspectos que fazem parte da inteligência humana. Dessa maneira, pode-se afirmar que o processo de Aprendizado de Máquina, como o *Transformer*, foi introduzido inicialmente pela obra “*Attention Is All You Need*”, que utiliza mecanismos de atenção para capturar relacionamentos entre diferentes partes dos dados de entrada. Enquanto o *Transformer* aprende representações abstratas e hierárquicas dos dados “*attention*”. Em paralelo, as metodologias de ensino envolvem a apresentação de informações aos alunos, seguida por atividades práticas, discussões e interações que auxiliam na construção do conhecimento. Os educadores que as empregam permitem aos alunos construir uma compreensão progressiva, conectar conceitos e aplicar o conhecimento em situações do mundo real “*cross attention*” (Vaswani et al., 2017).

Dessa forma, pode-se compreender que à medida que se explora essa convergência entre teorias pedagógicas e Aprendizado de Máquina, pode-se criar estratégias educacionais inovadoras que capitalizam as vantagens tecnológicas enquanto continuam promovendo uma compreensão profunda e efetiva.

2. Trabalhos Relacionados

A Teoria da Carga Cognitiva (TCC), “*Cognitive Load Theory*” proposta por John Sweller em 1988, constitui uma base crucial para a compreensão dos processos cognitivos envolvidos na aprendizagem. Essa teoria ressalta a limitação da capacidade de nossa memória de trabalho em reter um volume restrito de informações simultaneamente. Sob essa perspectiva, a TCC destaca a importância de estratégias instrucionais que minimizem a sobrecarga cognitiva, a fim de otimizar a absorção de conhecimento. A memória de trabalho, responsável por processar informações temporariamente, possui uma capacidade limitada para lidar com múltiplos elementos complexos ao mesmo tempo. Quando essa capacidade é excedida, a aprendizagem e a resolução de problemas tornam-se mais desafiadoras, uma vez que o cérebro luta para processar e integrar todas as informações de maneira eficaz.

Além disso, apresenta conclusões importantes com base nos dados coletados. Os estudos da pesquisa demonstram, em geral, uma atitude positiva em relação às inovações de primeira geração em tecnologias de inteligência artificial, que por sua vez colaboram para reduzir essa sobrecarga. Essa perspectiva abre espaço para esforços no controle dos impactos negativos associados ao uso extensivo dessas tecnologias, enfatizando a importância de competências transversais como escuta ativa, interação resolutiva, liderança e postura de pesquisador no ensino. Os resultados obtidos enfatizam a necessidade de desenvolver as competências transversais mencionadas, a fim de permitir que os professores escolham os papéis docentes mais adequados para o futuro (Parreira et al., 2021).

Além disso, existe a personalização da aprendizagem, que permite com que os sistemas de educação personalizem o ensino para as necessidades e habilidades individuais dos alunos, através da inteligência artificial. Com algoritmos de aprendizado de máquina, os sistemas podem adaptar o conteúdo do curso, fornecer *feedback* imediato e criar planos de estudo personalizados para cada aluno. No âmbito deste estudo, é proposta a criação de um tutor virtual baseado em um *Chatbot* com Inteligência Artificial (IA). O objetivo desse tutor é auxiliar tanto os professores quanto os alunos em tópicos específicos. Para atingir esse propósito, o sistema fará uso dos recursos disponíveis no modelo GPT-3, um avançado modelo de linguagem baseado na arquitetura de *transformers* desenvolvido pela *OpenAI* (Cardoso et al., 2023).

Dessa forma, o *Transformer* é um modelo de aprendizado profundo criado por pesquisadores do *Google* que apresenta uma arquitetura de rede simplificada que se fundamenta exclusivamente em mecanismos de atenção. A construção do *Transformer* inclui *encoders* e

decoders, sendo que os *encoders* consistem em camadas de codificação que processam a entrada de maneira iterativa. Por outro lado, os *decoders* são compostos por camadas de decodificação que realizam a transformação na saída proveniente do codificador. Através de sua arquitetura inovadora, revoluciona a forma como as redes neurais artificiais processam e aprendem a partir de sequências de dados. Sua ênfase em mecanismos de atenção, aliada à estrutura modular composta por *encoders* e *decoders*, permite um treinamento mais eficiente e uma capacidade aprimorada de lidar com contextos amplos e complexos. Isso torna o *Transformer* uma ferramenta poderosa em várias aplicações, desde o processamento de linguagem natural até a geração de sequências criativas (Vaswani et al., 2017).

Nesse sentido, os estudos de Piaget J, presentes na obra "*The Construction of Knowledge*" (1964), explora suas teorias sobre o desenvolvimento cognitivo infantil e o processo pelo qual as crianças constroem seu conhecimento, através da interação com o ambiente e a assimilação de novas informações em suas estruturas cognitivas existentes. A visão apresentada enfatiza que o aprendizado não é apenas uma transmissão passiva de informações, mas sim um processo ativo e dinâmico, construindo o conhecimento. Com isso, os alunos interagem com o ambiente ao seu redor e assimilam novas informações e experiências em suas estruturas cognitivas existentes. Isso significa que o conhecimento não é apenas transmitido aos alunos, mas é moldado e interpretado de acordo com suas percepções individuais e com base no que já sabem (Lima; Nóbile, 2020).

Nesse âmbito, os estudos de Howard Gardner, psicólogo e pesquisador da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, propôs a Teoria das Inteligências Múltiplas (1995). Assim, baseado nos estudos cognitivistas de Piaget e Vygotsky, Gardner afirma que seres humanos possuem capacidades diferentes ou várias inteligências, as quais são utilizadas para criar algo (compor uma música, inventar uma máquina), resolver problemas (solucionar uma equação, escolher o melhor trajeto para a escola), criar projetos (elaborar um projeto de pesquisa) e contribuir para o entendimento do nosso contexto cultural. Os estudos do respectivo pesquisador também defendem que cabe ao professor e à escola trabalhar diferenciadas metodologias, a fim de que as várias inteligências sejam contempladas pelos processos educacionais (Moraes Sales; De Araújo, 2018).

3. Objetivos e Métodos

3.1 Objetivo

O presente trabalho tem como objetivos principais discutir as metodologias de ensino e benefícios do uso da interseção entre teorias pedagógicas e inteligência artificial (IA) na formação de estudantes de educação nas áreas da computação.

4 Metodologia

A metodologia adotada neste estudo é baseada na pesquisa documental e bibliográfica, visando a coleta e análise de informações relevantes sobre a interseção entre teorias pedagógicas e inteligência artificial na formação de estudantes de educação em ciência da computação. Essa abordagem permite explorar trabalhos acadêmicos, estudos de caso, projetos e pesquisas existentes que abordam a aplicação das teorias pedagógicas mencionadas e a integração da IA na educação.

Para conduzir a pesquisa documental, foram utilizadas fontes diversas, como artigos científicos, livros, relatórios técnicos e materiais de conferências relacionadas à educação em ciência da computação, teorias pedagógicas, inteligência artificial e seus modelos, especialmente o *Transformer*. Essas fontes foram selecionadas com base em sua relevância, qualidade e contribuição para os objetivos do estudo.

4.1 Métodos tradicionais

O modelo tradicional de ensino tem sido uma abordagem amplamente empregada nas instituições educacionais ao longo das décadas. No entanto, uma análise mais profunda revela que esse modelo muitas vezes não direciona os alunos a buscar o conhecimento de maneira ativa e envolvente. Nesse paradigma, os alunos assumem o papel de receptores passivos de informações. Por outro lado, o professor desempenha um papel central como o detentor do conhecimento, enquanto os alunos ocupam uma posição de ouvintes e anotadores. Além disso, as aulas são frequentemente marcadas por apresentações unilaterais em que o professor narra ou "deposita" o conteúdo na mente dos estudantes. Com isso, há uma certa limitação da oportunidade dos alunos de questionar, investigar e descobrir conceitos por si mesmos. Nesse contexto, o papel do licenciando em computação precisa alinhar as teorias educacionais com

as novas tecnologias, para promover uma educação mais atenta com as demandas da era digital.

Uma das situações presentes nesse paradigma é o excesso de informações e a falta de foco na compreensão profunda. O fácil acesso à internet e a um vasto volume de informações pode criar um cenário em que os alunos têm a ilusão de que o conhecimento está sempre à disposição, o que pode levar a uma superficialidade na aprendizagem. A habilidade de encontrar informações não é mais uma habilidade rara. O que se torna essencial é a capacidade de discernir, analisar, sintetizar e aplicar esse conhecimento de maneira significativa.

Uma teoria que ajuda a entender esse fenômeno é a sobrecarga cognitiva, que ele pode impor aos alunos. A carga cognitiva intrínseca associada ao aprendizado de novos conceitos pode ser exacerbada pela abordagem passiva do professor, onde os alunos são sobrecarregados com informações em um curto período de tempo.

4.1.1 Carga Intrínseca

A carga intrínseca refere-se à complexidade inerente das informações a serem aprendidas. No contexto do ensino tradicional, a forma como as informações são apresentadas pode agravar a carga intrínseca, dificultando a assimilação de conceitos complexos pelos alunos. A apresentação linear e pouco segmentada de informações pode levar à sobrecarga da memória de trabalho. Quando os alunos são expostos a um fluxo contínuo de informações sem pausas ou segmentação adequada, a capacidade da memória de trabalho é esgotada rapidamente. Isso pode levar à perda de detalhes importantes e à dificuldade em conectar os elementos essenciais do conteúdo.

4.1.2 Carga Extrínseca

A carga extrínseca refere-se aos fatores externos que demandam atenção adicional e podem interferir no processamento das informações. No ensino tradicional, onde os alunos são frequentemente espectadores passivos de exposições prolongadas, a necessidade de manter a atenção constante pode aumentar a carga extrínseca. A monotonia das apresentações sem interação ou envolvimento ativo dos alunos pode resultar em perda de foco e diminuição da capacidade de processar informações. Isso pode levar à exaustão mental e à redução da retenção do conteúdo apresentado.

4. 2 Construcionismo e construtivismo na aprendizagem Multimídia

O Construtivismo afirma que o conhecimento é construído pelo próprio aprendiz, por meio de suas experiências e interações com o ambiente. Nesse sentido, o Construcionismo leva essa ideia para a prática, enfatizando a importância dos alunos se envolverem na criação de artefatos que demonstrem seu entendimento, podendo ser usado para isso mecanismos tecnológicos para facilitar esse processo. Nesse tocante, o uso de multimídia como ferramenta educacional, sob essas abordagens, permite aos alunos criar e compartilhar projetos que integram diferentes formas de mídia, como texto, imagens, áudio e vídeo, para expressar e consolidar seu conhecimento.

Além disso, o Construtivismo, derivado das ideias de Piaget e Vygotsky, defende que os indivíduos constroem ativamente o conhecimento por meio de experiências e interações. Como um complemento, o Construcionismo, proposto por Seymour Papert, expande essa ideia ao sugerir que as pessoas aprendem melhor quando participam (Massa; Oliveira e Santos, 2022).

Nesse contexto, pode-se afirmar, partindo dessas contribuições no processo de aprendizagem de alunos, que a evolução tecnológica trouxe consigo uma mudança fundamental na forma como as informações são apresentadas e assimiladas. Visto que a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia surge como uma abordagem inovadora que explora como a combinação de diferentes formas de mídia podem impactar a maneira como os alunos processam e retêm informações. Ela baseia-se na ideia de que o uso de múltiplas formas de mídia, como imagens, textos, áudio e animações, facilitando a compreensão e a aprendizagem. Isso ocorre porque diferentes canais de processamento são acionados, permitindo que os alunos absorvam informações de maneira mais eficaz.

Nesse tocante, pode-se descrever que a dualidade visual e verbal enfatiza a interação entre a representação visual e a representação verbal no processo de aprendizagem. Essa interação tem o potencial de potencializar a compreensão e a retenção de informações, uma vez que diferentes canais de processamento cognitivo são ativados e trabalham em conjunto para formar uma compreensão mais completa e significativa do conteúdo. Elementos visuais podem ilustrar conceitos abstratos, tornando-os mais tangíveis, enquanto elementos verbais fornecem uma estrutura conceitual para as informações visuais. Essa combinação cria uma

complementaridade entre as informações, permitindo que os alunos formem conexões mais profundas e memoráveis.

Assim, a dualidade visual e verbal também introduz o conceito de redundância benéfica. Isso se refere à prática de apresentar informações visuais e verbais simultaneamente para melhorar a compreensão. Embora isso possa, inicialmente, parecer redundante, estudos mostram que, quando os elementos visuais e verbais estão bem alinhados, a redundância pode realmente facilitar o processo de aprendizagem. Isso ocorre porque as duas vias de processamento trabalham juntas para extrair a essência das informações, reforçando a compreensão e a memorização.

4.2.1 Pressupostos Biológicos da Aprendizagem Humana

Os estudos de António Damásio, renomado pesquisador em neurobiologia do comportamento humano e investigador das regiões cerebrais relacionadas à tomada de decisões e comportamento, têm tido um impacto significativo no entendimento das fundações neurais da linguagem e da memória. Seu trabalho incide na área da ciência cognitiva, contribuindo de forma decisiva para a compreensão das bases cerebrais que subjazem à linguagem e à formação de memórias. Entende-se com isso que os pressupostos biológicos da aprendizagem humana estão enraizados na compreensão do funcionamento do cérebro, dos processos neurais e das interações entre os elementos biológicos que desempenham um papel crucial na aquisição de conhecimento. Estes por sua vez, são fundamentais para entender como os seres humanos aprendem e como a educação pode ser otimizada para se alinhar com os princípios biológicos da aprendizagem (Damásio, 2012).

4.2.3 Plasticidade Cerebral

A plasticidade cerebral é um dos pilares dos pressupostos biológicos da aprendizagem. Ela refere-se à capacidade do cérebro de se adaptar e mudar em resposta à experiência e ao ambiente. A plasticidade ocorre principalmente nas sinapses, as conexões entre os neurônios, que podem ser fortalecidas ou enfraquecidas com base na atividade neural. Essa capacidade de ajustar as conexões sinápticas é fundamental para a aprendizagem, permitindo que o cérebro adapte sua estrutura e função para aquisição de novos conhecimentos.

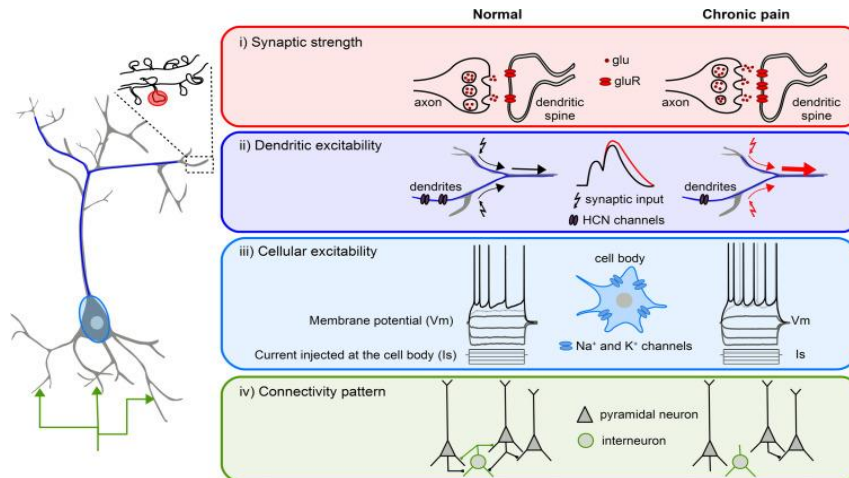


Figura 01- Representação esquemática das adaptações neuronais

4.2.4 Neurotransmissores e Sinalização Neuronal

Os neurotransmissores são substâncias químicas que permitem a comunicação entre os neurônios. Nesse processo, a aprendizagem envolve a liberação e a captação de neurotransmissores em diferentes regiões cerebrais. Por exemplo, a dopamina está associada à motivação, recompensa e aprendizagem, enquanto a acetilcolina está envolvida na formação de memórias. A interação complexa desses neurotransmissores desempenha um papel fundamental na criação e consolidação das memórias.

4.2.5 Consolidação da Memória

A consolidação da memória é o processo pelo qual as informações aprendidas são transferidas da memória de curto prazo para a memória de longo prazo. Durante o sono, especialmente o sono de ondas lentas (sono profundo), ocorre uma atividade cerebral que fortalece as conexões sinápticas relacionadas ao aprendizado. Esse processo de reativação das redes neurais associadas ao conteúdo aprendido é crucial para a estabilização da memória.

4.2.6 Plasticidade de Longo Prazo

A plasticidade de longo prazo (LTP, na sigla em inglês) é um processo neurofisiológico fundamental para a aprendizagem e para a memória. Quando as sinapses são repetidamente ativadas, as conexões entre os neurônios se fortalecem, facilitando a transmissão de sinais elétricos. A LTP envolve mudanças estruturais e funcionais nas sinapses, incluindo o aumento na liberação de neurotransmissores e a expansão das espinhas dendríticas, que são pequenas projeções nos neurônios onde as sinapses ocorrem.

4.2.7 Espaços de Memória

O cérebro humano não armazena informações como um único arquivo, mas sim em padrões distribuídos de atividade neural. Esses padrões criam "espaços de memória", onde diferentes elementos de uma experiência são armazenados em várias áreas do cérebro. A ativação conjunta dessas áreas lembra a experiência completa. Esse processo de reativação e associação é crucial para a recuperação de memórias.

4.2.8 Mecanismos de emoção e a atenção

A emoção e a atenção desempenham papéis interconectados na aprendizagem, influenciando como os indivíduos processam e retêm informações. Desse modo, estímulos emocionalmente carregados têm a capacidade de ativar áreas cerebrais relacionadas às emoções, como a amígdala, que, por sua vez, aumenta a probabilidade de reter informações associadas ao que está sendo repassado. Isso é conhecido como "efeito do processamento emocional", que favorece a memória de eventos emocionais.

Por outro lado, a atenção é essencial para direcionar a alocação de recursos cognitivos para estímulos específicos. A aprendizagem é mais eficaz quando os alunos estão focados e engajados no conteúdo, já que a atenção garante que os elementos relevantes sejam processados de forma mais profunda e eficiente. Por isso, pode-se afirmar que estratégias de ensino que capturam a atenção e evocam emoções positivas podem aumentar a retenção e a compreensão do material. Além disso, esses mecanismos neurológicos também são utilizados para modelar o conhecimento sobre redes neurais artificiais.

5. Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial (IA) tem emergido como uma das forças motrizes mais importantes no século XXI, remodelando diversos setores que vão desde finanças e saúde até entretenimento e muito mais. No campo da educação, a IA desponta com o potencial de provocar uma verdadeira revolução, redefinindo não apenas como as pessoas aprendem, mas também como os educadores lecionam. Nesse tocante, a IA pode ser utilizada como instrumento para uma educação mais personalizada, acessível e eficiente (Tavares et al., 2020).

Em específicos modelos, voltados para mecanismo de atenção, como o CHAT-GPT, alvo do estudo de Cardoso (2023) que por sua vez afirma que são conhecidos como: *Large Language Models* (LLM), ou Modelos de Linguagem de Grande Escala, e que representam uma classe de modelos de processamento de linguagem natural que ganharam destaque nas últimas décadas, especialmente com o avanço da inteligência artificial. Esses modelos têm a capacidade de compreender, gerar e manipular linguagem humana em uma escala impressionante, possibilitando uma variedade de aplicações em diversas áreas, incluindo tradução automática, resumo de texto, geração de conteúdo, atendimento ao cliente automatizado e muito mais.

Com isso, torna-se importante pontuar que existem vários tipos de inteligência artificial, cada um com sua capacidade, custo e finalidade adequada, da mesma forma que a abordagem de cada assunto. Nesse sentido, os modelos de processamento de linguagem natural fazem parte de um grupo dentro da área da inteligência artificial conhecido como *deep learning*, ou aprendizagem profunda. Nesse sentido, compreende-se o paralelo que existe entre a diversidade de abordagens educacionais e a diversidade de tipos de inteligência artificial (Figura 2).

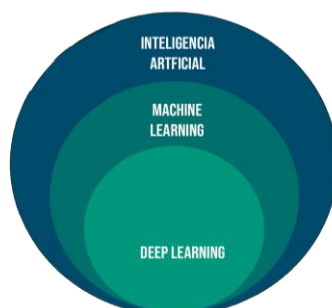


Figura 2 - Hierarquia dos tipos de inteligência artificial

Nesse sentido, Vaswani et al., (2017) descrevem uma arquitetura de rede neural chamada *Transformer*, que utiliza mecanismos de atenção para melhorar o desempenho em tarefas de processamento de linguagem natural. Esses mecanismos de atenção são projetados para permitir que o modelo dê mais ênfase a partes relevantes das sequências de entrada, melhorando assim sua capacidade de capturar relações e contextos importantes. Em uma relação entre a aprendizagem e os pressupostos biológicos sobre emoção e atenção é possível observar as seguintes conexões: a atenção distribuída e a ativação emocional e memória.

Com relação à Atenção Distribuída, trata-se de um mecanismo de atenção em uma rede neural distribui o foco para diferentes partes das sequências de entrada, a atenção humana também pode ser distribuída para diferentes estímulos. Sendo assim, um ambiente de aprendizagem, estratégias que envolvem variedade, interatividade e atividades sensoriais podem ajudar a direcionar a atenção dos alunos para diferentes aspectos do conteúdo.

No tocante da Ativação Emocional e Memória, trata-se dos estímulos emocionalmente carregados que podem direcionar a atenção dos alunos de maneira mais intensa para o conteúdo. Isso é semelhante ao mecanismo de atenção seletiva em que o *Transformer* direciona seu foco para partes importantes da sequência. Além disso, a ativação de regiões cerebrais relacionadas às emoções pode contribuir para uma melhor retenção, tornando os conteúdos mais memoráveis.

Assim como na aprendizagem humana, onde a atenção direciona a focalização em elementos relevantes, o mecanismo de atenção no modelo "*Transformer*" foca em partes específicas da sequência de entrada durante o processo de tradução. Isso é alcançado por meio de várias "cabeças" de atenção, cada uma delas atendendo a diferentes partes do contexto. Essas cabeças de atenção funcionam de maneira paralela, permitindo capturar relações contextuais em diferentes escalas e níveis de detalhe (Figura 03).

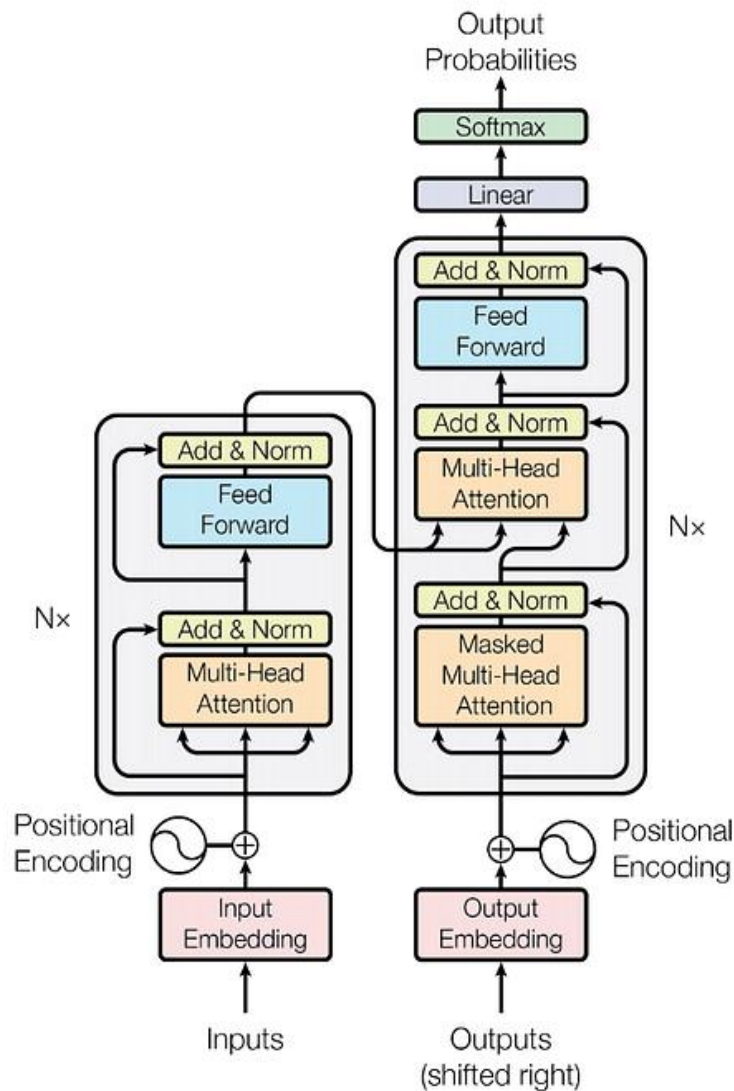


Figura 03- O *Transformer* e a arquitetura do modelo

Entender a fundo como esses modelos funcionam é fundamental para avaliar seu uso, principalmente em contextos educacionais. Os modelos de processamento de linguagem natural, como o CHAT-GPT, têm o potencial de revolucionar a forma como os alunos interagem com o conteúdo educacional e como os educadores fornecem orientação e suporte.

5.1 Personalização do Aprendizado

O mecanismo de atenção em modelos, como o CHAT-GPT, pode se adaptar e dar ênfase a partes relevantes de uma sequência de texto, e com isso a IA pode ser usada para personalizar o aprendizado para cada aluno. Nesse sentido, analisando-se os padrões de

interação, respostas e preferências do aluno, a IA pode ajustar o conteúdo e os desafios para atender às necessidades individuais, promovendo um aprendizado mais eficaz e engajador.

5.1.1 *Feedback* em Tempo Real

A capacidade dos modelos de IA de gerar respostas coesas e relevantes pode ser explorada para fornecer *feedback* em tempo real aos alunos. Isso é especialmente valioso em tarefas de escrita, consegue auxiliar alunos na estruturação de um texto, bem como na clareza e na gramática de seus textos. Esse retorno que a IA oferece para o aluno, de forma imediata, pode acelerar o processo de aprendizado do mesmo, permitindo com que possam ser aplicadas as correções de forma assertiva.

5.1.2 Apoio a Educadores

Além de beneficiar os alunos, a IA também pode ser uma ferramenta que proporciona contribuições para professores e educadores. Visto que, modelos como o CHAT-GPT podem ajudar a gerar materiais de ensino, criar atividades interativas e até mesmo oferecer suporte no desenvolvimento de planos de aula. Os parâmetros oferecidos pela IA permitem com que os educadores possam usar da melhor forma o tempo disponível para criação de estratégias e organização de conteúdos, contribuindo para um aproveitamento de tempo disponível para trabalhar a interação os discentes.

6 Resultados e Discussão

Com base na pesquisa realizada, foram encontrados autores e estudos que validam toda a compreensão voltada para o poder da atenção que envolve a teoria da carga cognitiva, aprendizado multimídia e Inteligência Artificial. Do ponto de vista das teorias pedagógicas, ou ligadas ao desenvolvimento humano em geral, apresenta-se de um lado John Sweller, em 1988, com a Teoria da Carga Cognitiva explicando que a memória do ser humano, envolvida na

aprendizagem, possui limitações e que as metodologias de ensino devem levar isso em consideração para não sobrecarregar o aluno e atrapalhar seu desempenho cognitivo. Do outro lado, encontra-se Jean Piaget e Howard Gardner mostrando outras dimensões, além da memória, que envolvem os processos cerebrais acionados no momento da aprendizagem.

Nesse tocante, a Construção do Conhecimento ou Construtivismo, teoria de Jean Piaget (1964) destaca que a aprendizagem vai além de memorização por parte do aluno e transmissão do conhecimento por parte do professor. Nesse sentido, Piaget (1964) discrimina que aprender seria equacionar o que já sabemos em relação a uma informação até então desconhecida, gerando novos conhecimentos que terão traços de nossas experiências e percepções individuais.

Dentro desse contexto, Gardner (1995), em sua Teoria das Inteligências Múltiplas (1995), mostra em suas pesquisas os diferentes campos cerebrais envolvidos na aprendizagem, denominados por ele como múltiplas inteligências e que, cada área cerebral diversificada precisa de intervenções específicas para se aperfeiçoar, ou seja, o aluno pode ter aptidão para música, mas se o professor só exigir dele memorização de partitura, sem oferecer uma aula prática, essa inteligência musical corre o risco de permanecer inerte.

Nesse tocante, a prática do aluno pode ser aprimorada através do uso da IA. Do ponto de vista das possibilidades da IA, cita-se a contribuição voltada para o desempenho do aluno e do professor, através de metodologias inovadoras. Destaca-se as contribuições de Pereira, Lehmann e Oliveira (2023) no qual evidenciam os desafios que a inteligência artificial ainda possui no campo da educação. Além disso Cardoso (2023) descreve que o uso da IA na educação traz benefícios, se forem bem empregados por parte do professor.

Outros estudos recentes evidenciam a percepção dos professores quanto à inovação no ensino utilizando-se a Inteligência Artificial. Entende-se que há necessidade de mensurar os pontos positivos e negativos de tal experiência, destacando-se o prejuízo que a saturação desses mecanismos tecnológicos pode causar. Sobre isso, recomenda-se que haja uma preocupação em combinar essa inovação com o desenvolvimento de competências que auxiliem na avaliação contínua do processo, cabendo ao professor um papel muito mais de gestor e pesquisador do ensino e da aprendizagem, do que mero transmissor de conhecimentos (Parreira, Lehmann e Oliveira, 2021).

Nesse sentido, destaca-se Cardoso (2023) ao falar sobre o uso da IA, evidenciou o potencial que a respectiva ferramenta traz para a personalização do ensino, sendo capaz de atender as necessidades específicas de cada aluno. A IA, na proposta desse autor, também pode

oferecer um sistema inteligente de monitoramento do processo de ensino e de aprendizagem, mapeando o progresso e as dificuldades do estudante, além de adaptar conteúdos e de fornecer um tutor virtual. Além disso, usar a IA como um tutor virtual permite com que tanto professor quanto aluno possam ter auxílios em dificuldades. Vale ressaltar que a IA está baseada na arquitetura de *transformers* desenvolvido pela *OpenAI*.

Dentro dessa visão, destaca-se três aspectos que o estudo do tema apresenta: o papel do professor nesse processo; o papel do aluno; e o papel da IA. No que se refere ao aluno, ele precisa se ver como sujeito autônomo, crítico e criativo, responsável pela dinâmica e ágil vida acadêmica e profissional a ser construída, exigindo-lhe capacidade de gestão do tempo, do conhecimento e das ferramentas tecnológicas disponíveis ou a serem construídas por ele e por outros.

Desse modo, o protagonismo do aluno somente é desenvolvido se o mesmo deixar de ser somente espectador. Para que isso ocorra, o mesmo precisa interagir com professores atentos a essas inovações, mas que sejam também experientes naquilo que a tradição de ensinar e aprender construiu até o momento. Além disso, precisa ser aberto à inovação, isso não significa aderir cegamente a novos processos, mas conseguir enxergar e atuar junto com seu aluno em ambientes e situações em que os limites entre o passado, o presente e o futuro são determinados, não por alguém ou algo externo, mas pelo homem, ao interagir com a máquina.

Nesse tocante, a arquitetura tecnológica e o desenho pedagógico de um modelo de ensino inovador têm muito a ganhar com a IA. Contudo, estudos apresentados evidenciam que isso dependerá de como o professor enxerga o uso da tecnologia no ensino, visto que é necessária uma percepção aprimorada por parte do professor, relacionada à contribuição da IA como mais um suporte de desenvolvimento dos processos da educação.

7 Considerações Finais

De acordo com as pesquisas realizadas, foi possível compreender o uso das metodologias de ensino e os benefícios do uso da interseção entre teorias pedagógicas e inteligência artificial (IA) na formação de estudantes de educação computação. Evidenciou-se com os estudos, que as leituras e discussões voltadas para esse campo, por ser algo atual e significativo para o ensino, enriquecem o conhecimento voltado para novas estratégias de

enriquecer o processo de ensino e aprendizado de alunos e professores da área da informática e da computação, mas o assunto não está esgotado. Sugere-se como pesquisas futuras o uso da IA como auxiliar no desenvolvimento de estratégias pedagógicas.

Agradecimentos

Referências

- Cardoso, F. S., Pereira, N. S., Braggion, R. C., Chaves, M. C. M. de C., & Andrioli, M. G. (2023). O uso da Inteligência Artificial na Educação e seus benefícios: uma revisão exploratória e bibliográfica. *Revista Ciência em Evidência*, 4(FC), 2023.
- Damásio, António R. (2012) *O Erro de Descartes: Emoção, Razão e o Cérebro Humano*. São Paulo: Companhia das Letras, tradução Dora Vicente, Georgina Segurado. – 3ª ed. São Paulo: Companhia das Letras.
- Inep, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2021). Ministério da Educação Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2021/apresentacao_censo_da_educacao_superior_2021.pdf. Acesso em 16 de agosto de 2023.
- Kasanetz, Fernando & Acuña, Mario & Nevian, Thomas. (2022). Anterior cingulate cortex, pain perception, and pathological neuronal plasticity during chronic pain. 10.1016/B978-0-12-820589-1.00018-X. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/356185408_Anterior_cingulate_cortex_pain_perception_and_pathological_neuronal_plasticity_during_chronic_pain/citation/download. Acesso em 16 de agosto de 2023.
- Lima, C. S. de O; Nóbile, M. F. (2020). A construção do conhecimento segundo a epistemologia genética: reflexões sobre a teoria e a prática na escola. *Revista Brasileira de Pós-graduação – RBPG*, ISSN (on-line): 23582332. Brasília, v. 16, n. 36.
- Massa, N. P; Oliveira, G. S. de; Santos, J. A. dos. (2022). O construcionismo de Seymour Papert e os computadores na educação. *Cadernos da Fucamp*, v. 21, n. 52, p. 110-122. (2022). Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2820/1766>. Acesso em: 25 de agosto de 2023.
- Morais Sales, L. M. de; De Araújo, A. V. A teoria das inteligências múltiplas de Howard Gardner e o ensino do direito. *Novos Estudos Jurídicos*, Itajaí (SC), v. 23, n. 2, p. 682–702, (2018). Doi: 10.14210/nej. v23n2.p682-702. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/nej/article/view/13414>. Acesso em: 28 ago. 2023.
- Piaget, J. Development and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, n. 2, v. 3, p. 176-86, (1964).

- Parreira, A; Lehmann, L; Oliveira, M. (2021). O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 29(112), 456-474. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/nM9Rk8swvtDvwWNRKCZtjGn/>. Acesso em 20 de agosto de 2023.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- Tavares, LA; Meira, MC; Amaral, SF. (2020). Inteligência Artificial na Educação: Pesquisa / Inteligência Artificial na Educação: Pesquisa. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, [S. l.], v. 7, pág. 48699–48714, DOI: 10.34117/bjdv6n7-496. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13539>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., & Polosukhin, I. (2017). Attention is All You Need. *Advances in neural information processing systems*, 30. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1706.03762>. Acesso em 20 de agosto de 2023.