
CONECTANDO CONCEITOS: O IMPACTO DOS MAPAS MENTAIS DIGITAIS DINÂMICOS NA APRENDIZAGEM DE SISTEMAS LINEARES

RODRIGO DA PONTE CAUN

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
rodrigocaun@utfpr.edu.br

Hérik Dantas de Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
herik.lima@ifrn.edu.br

Resumo:

Os métodos de ensino tradicionais tendem a enfatizar o aprendizado verbal e linear, focando em informações isoladas em vez de identificar relações entre si. No entanto, a construção de uma compreensão significativa requer a visualização das interconexões conceituais. A transformação da abordagem linear para modelos de rede integrados, como mapas mentais, facilita a organização do conhecimento, permitindo que os alunos construam uma compreensão mais profunda dos conceitos. Com o advento do ensino à distância, surgem desafios adicionais na produção de materiais didáticos, exigindo uma reflexão crítica sobre as potencialidades e desafios das tecnologias digitais na prática pedagógica. Logo, esta pesquisa investiga a eficácia do uso de mapas mentais digitais dinâmicos (MMDD) na aprendizagem de Engenharia Elétrica, com foco na disciplina de Sistemas Lineares. O estudo se propõe a avaliar, por meio de um instrumento de coleta de dados, como os mapas mentais podem auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos matemáticos e abstratos, destacando duas perspectivas: a maneira como os alunos aprendem e suas percepções sobre a aprendizagem significativa com base nos Recursos Educacionais Digitais. A experiência permitiu enfatizar um plano de aula para a construção do conhecimento frente aos desafios de formação do engenheiro do século 21, desenvolvendo competências e habilidades de resolução de problemas reais e interdisciplinares.

Palavras-chave:

Aprendizagem Significativa, Modelos de Redes Integrados, Tecnologias Digitais na Educação, Interdisciplinariedade.

CONNECTING CONCEPTS: THE IMPACT OF DYNAMIC DIGITAL MIND MAPS ON LEARNING LINEAR SYSTEMS

Abstract:

Traditional teaching methods tend to emphasize verbal and linear learning, focusing on isolated information rather than identifying relationships between concepts. However, building meaningful understanding requires visualizing these conceptual interconnections. The shift from a linear approach to integrated network models, such as mind maps, facilitates this knowledge organization, allowing students to develop a deeper understanding of concepts. With the advent of distance learning, additional challenges arise in the production of teaching materials, requiring critical reflection on the potentialities and challenges of digital technologies in pedagogical practice. Therefore, this research investigates the effectiveness of using dynamic digital mind maps (DDMM) in learning Electrical Engineering, focusing on the Linear Systems course. The study aims to evaluate, through a data collection instrument, how mind maps can assist students in understanding mathematical and abstract concepts, highlighting two perspectives: how students learn, and their perceptions of meaningful learning based on Digital Educational Resources. The experience emphasized a lesson plan for knowledge construction in the face of the challenges of 21st-century engineering education, developing competencies and skills for solving real and interdisciplinary problems.

Keywords:

Meaningful Learning, Integrated Network Models, Digital Technologies in Education, Interdisciplinarity

1. INTRODUÇÃO

O processo de aprendizado é um importante componente no sistema educacional. Contudo, métodos de ensino convencionais como a instrução com giz e quadro, apoiam amplamente o aprendizado verbal por meio de materiais de ensino lineares e sequenciais, com foco em informações isoladas sem garantia de apropriação do conhecimento (Rezapour-Nasrabad, 2019). Neste contexto, Russo *et. al.* (1995) relatam, através de um método de pesquisa, que a maioria dos professores universitários reconhecia que os estudantes não se lembrariam de fatos específicos dos cursos de graduação.

Um aspecto de maior relevância para uma aprendizagem significativa é a identificação das relações entre as informações. Por consequência, a transformação da linearidade nos recursos de ensino em modelos de rede integrados, como mapas conceituais e mentais, facilita uma organização eficaz do conhecimento (Trowbridge; Wandersee, 1994, p. 460).

O mapa mental foi criado no final da década de 1970 por Tony Buzan (Arulselvi, 2017), sendo caracterizado por sua abordagem não linear, pois flexibiliza as relações entre os conceitos a partir de um tema gerador (Johnson, 2014), podendo ser usados para revisar, praticar e fixar o

conhecimento (Simonova, 2014). Em um mapa mental, não há necessidade de extensos blocos de texto escrito. Em vez disso, o foco está em demonstrar as relações entre as ideias por meio de uma representação visual bidimensional. Isso envolve o uso criativo de linhas, símbolos, cores, palavras-chaves, imagens, diagramas e fluxogramas, de forma que seja facilmente compreendido pelo cérebro (Adodo, 2013; Arulselvi, 2017).

Um dos benefícios desta estratégia é sua conexão com a linha de aprendizagem construtivista, baseando-se nos trabalhos de Jean Piaget, Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Howard Gardner e Nelson Goodman (Fosnot, 1996). Logo, o conhecimento é visto como um processo de construção ativa do indivíduo (Hendry; King, 1994), no qual novas informações são assimiladas através da integração com o conhecimento pré-existente.

Do ponto de vista prático, pode-se dizer que existem dois tipos de mapas mentais: (a) o tradicional, que é desenhado à mão em papel; e (b) o digital, que é criado em computadores, celulares ou outros dispositivos eletrônicos utilizando *softwares* específicos. (Bhattacharya; Mohalik, 2020). Estes autores enfatizam, ainda, que o *software* pode melhorar o aprendizado e o desempenho no estudo.

Contudo, uma dificuldade comumente encontrada nos *softwares* é sua característica estática. Este fato é relevante quando um mapa mental é disponibilizado como um Recurso Educacional Digital, que não contém uma sequência lógica de evolução conceitual. Para contornar este inconveniente, este trabalho propõe o uso do termo Mapas Mentais Digitais Dinâmicos - MMDD (no inglês, *Dynamic Digital Mind Maps* - DDMM). A ideia, aqui concebida, é oportunizar ao estudante dois graus de liberdades na manipulação do mapa mental digital, i.e.: (a) o *slide show mode*, no qual o mapa mental é pre-definido em formato de apresentação com uma estrutura lógica evolutiva, e (b) o *scene view navigation*, no qual é possível acessar independentemente qualquer conceito do mapa mental.

Neste contexto, o presente trabalho investiga a eficácia do uso de mapas mentais digitais dinâmicos na aprendizagem de estudantes no curso de Engenharia Elétrica da UTFPR - Apucarana. Logo, esta proposta busca cristalizar conceitos matemáticos e abstratos da unidade curricular de Sistemas Lineares a problemas interdisciplinares da engenharia de controle, enfatizando duas perspectivas:

a) O que eu quero que os alunos aprendam?

b) Quais são as percepções dos alunos sobre a utilidade dos mapas mentais na aprendizagem?

Por fim, um instrumento foi elaborado para coletar informações de indicadores de aprendizagem, permitindo, assim, cristalizar o nível de assimilação dos alunos em relação ao conteúdo “sinais e sistemas discretos no tempo”. Uma análise estatística dos dados ilustra o nível de eficácia entre o modelo de rede proposto e os métodos convencionais (ou tradicionais) de ensino na percepção dos estudantes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Na literatura acadêmica, há diversas aplicações pedagógicas com os modelos de redes integrados, tais como técnicas didáticas, recursos de aprendizagem e meios de avaliação (Moreira; Buchweitz, 1993). No âmbito de recursos de aprendizagem, mapas conceituais têm sido utilizados no ensino médio presencial (Silva, 2018; Costa *et al.*, 2022) e remoto emergencial (Ferreira *et al.*, 2023), se destacando como metodologia educacional ancorada na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel.

No ensino superior presencial, pode-se citar: (i) Júnior (2012), que destaca o uso de mapas conceituais como estratégia pedagógica relevante para a construção de conceitos científicos em um curso de Medicina. A abordagem baseia-se em “temas geradores” relacionados aos principais problemas de saúde da região da escola médica, (ii) Farias e Farias (2016), que analisam o uso de mapas conceituais como ferramentas didático-pedagógicas nas disciplinas do curso de Biblioteconomia.

No ensino remoto emergencial, Lima *et al.* (2020) descrevem a utilização de mapas mentais e conceituais na disciplina de Didática do Ensino Superior durante a pandemia da covid-19. Destaca-se, neste estudo, a contribuição dos mapas para a assimilação do conteúdo teórico e memorização, enquanto desafios tecnológicos foram apontados, ressaltando a importância do treinamento de alunos e professores e a necessidade de condições estruturais adequadas para a eficácia dessas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem.

No âmbito de meios de avaliação, pode-se citar Mossi e Júnior (2022), que utilizaram mapas

conceituais para ensinar conceitos de eletroquímica a alunos do ensino médio. A abordagem incluiu Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e atividades experimentais.

Esta revisão da literatura reforça a importância dos modelos de redes integrados na educação, além, é claro, de expor os desafios de ser incorporado ao ensino à distância. Entende-se, portanto, que o desenvolvimento de materiais didáticos instrucionais digitais, sob a estratégia de modelos de redes integrados, é uma oportunidade de aproximar o ensino EAD às teorias de aprendizagem ativa.

3. METODOLOGIA

A metodologia do presente estudo será descrita em duas seções: a Metodologia da Pesquisa, que aborda os aspectos técnicos e instrumentais da pesquisa, e a Metodologia Pedagógica, que detalha a prática didática desenvolvida em sala de aula.

3.1. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, de abordagem quantitativa, cujo objetivo é avaliar a percepção dos estudantes sobre o uso de diferentes recursos educacionais digitais. A pesquisa foi conduzida com 22 estudantes do 4º período de Engenharia Elétrica, no 2º semestre letivo de 2023.

1. **Contexto e Sujeitos da Pesquisa:** A pesquisa foi realizada no contexto de aulas teóricas de 150 minutos, conduzidas com a utilização de dois materiais distintos: (a) *slides* produzidos em Beamer/LaTeX e mapas mentais utilizando os *softwares* LaTeX e Prezi®. Em ambas as aulas, tem sido explorada a estratégia expositiva-dialogada, que permite uma participação ativa dos estudantes.

2. **Instrumentos de Coleta de Dados:** Após a aplicação das aulas, os estudantes foram solicitados a preencher uma ficha de avaliação contendo 17 itens objetivos, conforme descrito no Quadro 1, para medir o grau de assimilação do conteúdo e a percepção sobre os tipos de Recursos Educacionais Digitais (REDs) utilizados nas aulas. O questionário baseou-se em indicadores de materiais instrucionais semelhantes aos utilizados pelo Departamento de Educação de Nevada e pelos Padrões Acadêmicos de Oklahoma, padrões dos referidos estados norte-americanos.

3. **Análise de Dados:** Os dados coletados foram analisados utilizando técnicas descritivas da estatística, permitindo identificar padrões e tendências nas respostas dos estudantes em relação

aos REDs avaliados.

3.1.2. INSTRUMENTO DE PESQUISA

Esta seção apresenta o instrumento elaborado para uso dos estudantes como um recurso de retroação docente. O instrumento avalia a qualidade dos materiais instrucionais sob estudo, o mapa mental digital dinâmico e a apresentação por *slides*, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Instrumento de pesquisa de avaliação dos recursos educacionais digitais.

		<i>Indicadores</i>	<i>Guia orientativo</i>
Alinhamento e Coerência	1	Os materiais fornecem uma sequência que constroem conhecimentos e habilidades de conteúdo alinhados com a área temática aplicável.	Os materiais são de alcance e profundidade apropriados, com integração entre os tópicos?
	2	Os materiais têm uma variedade de estratégias de ensino centradas no aluno para facilitar o pensamento crítico nas aulas e em todo o currículo.	Os materiais incluem uma mistura de estratégias de ensino, como discussões, modelagem e projetos?
	3	Os materiais consideram o conhecimento prévio de cada aluno para incorporar esse conhecimento na aula e/ou abranger material não abordado anteriormente.	Os materiais incluem você e suas experiências individuais?
	4	Os materiais contêm recursos apropriados para ajudar os alunos a aprenderem o conteúdo desta disciplina.	Os materiais são acessíveis ao seu estudo do conteúdo?
	5	Os materiais fazem conexões apropriadas com outras áreas da disciplina ou com aplicações do tópico no mundo real.	Os materiais auxiliam você a perceber que está aprendendo habilidades ou conhecimentos importantes?
Apoio Instrucional	6	Os materiais fornecem adaptações para uma variedade de tipos diferentes de alunos, usando alternativas de leitura, escrita, audição e fala, como imagens ou organizadores gráficos.	Os materiais fornecem representações múltiplas para diferentes tipos de alunos?
	7	Os materiais contêm anotações amplas e úteis.	Existem seções de visão geral e/ou anotações que contenham informações sobre o conteúdo que lhe auxiliarão a estudar o material?
	8	Os materiais fornecem acesso ou demonstra conceitos de diversas maneiras, permitindo uma variedade de respostas aos alunos.	Os materiais resultam em altos níveis de envolvimento dos alunos?
	9	Os materiais integram tecnologia, como ferramentas interativas e/ou	Os materiais integram tecnologia digital e ferramentas interativas em maneiras que

Apoio Instrucional

Acessibilidade/ Tecnologia		objetos/manipuladores virtuais, de forma a envolver os alunos no conteúdo e nas habilidades da disciplina, quando aplicável.	apoiam o seu envolvimento no conteúdo?
	10	A configuração visual (seja impresso ou digital) apoia os alunos no envolvimento cuidadoso com o assunto e não distrai.	A configuração visual apoia sua aprendizagem e envolvimento sem distrair visualmente?
Projeto Gráfico	11	Os formatos dos materiais são visualmente atraentes e interessantes.	O conteúdo não textual (mapas, gráficos, imagens, etc.) é bem integrado ao material instrucional?
	12	Os materiais envolveram os alunos na aprendizagem	Despertou seu interesse na aula?
	13	Os materiais transmitem entusiasmo e gera interesse pelo aluno no curso.	Os materiais estimularam meu interesse pelo assunto e motivou meu aprendizado?
Práticas de Ensino	15	Os materiais utilizam métodos eficazes, de alto impacto ou inovadores para melhorar a compreensão dos alunos e apoiar a sua aprendizagem.	Houve alguma inovação de ensino entre os materiais de ensino?
	15	Os materiais melhoram o desempenho dos objetivos de aprendizagem dos alunos com base em modificações nas práticas de ensino/orientação.	Houve mudanças sobre práticas, métodos ou materiais de ensino para que a instrução seja mais eficaz?
Percepção da Aprendizagem	16	Em geral, qual foi o grau de sucesso da aula com os materiais.	Você aprendeu o que se pretendia que aprendesse?
	17	O nível de aprendizagem pelos materiais apoia o sucesso em outros contextos.	O conhecimento assimilado lhe auxiliará nas disciplinas subsequentes?

Fonte: o autor.

Neste instrumento, são investigadas seis dimensões:

- **Dimensão 1:** objetiva-se verificar se os materiais de ensino suportam a aprendizagem do estudante, associando-se adequadamente ao conteúdo e às habilidades da área disciplinar, além de atender às progressões de aprendizagem relacionadas à disciplina em questão.
- **Dimensão 2:** esta dimensão se concentra em analisar se os materiais fornecem recursos eficazes que permitem aos professores agirem com base nos dados relativos ao progresso

dos alunos, em direção ao conteúdo e às competências exigidas.

- **Dimensão 3:** o objetivo aqui é integrar tecnologia digital e ferramentas interativas nos materiais, quando apropriado, para apoiar o engajamento dos estudantes.
- **Dimensão 4:** nesta dimensão, destaca-se a importância de uma identidade visual que desperte o interesse dos estudantes, onde cada elemento visual é justificado por sua relação com os demais, contribuindo para a assimilação do conhecimento (Barros, 2021).
- **Dimensão 5:** busca-se, nesta dimensão, identificar se houve inovações nos métodos de ensino que foram incorporadas nos materiais e se estas contribuíram para melhorar a eficácia da instrução. Avalia-se, também, se as modificações realizadas nas práticas, métodos ou materiais de ensino resultaram em um suporte mais efetivo para a aprendizagem dos estudantes.
- **Dimensão 6:** investiga-se, aqui, se o conhecimento adquirido com os materiais contribui para o sucesso dos estudantes em outros contextos acadêmicos, verificando se a aprendizagem facilita o desempenho em disciplinas subsequentes. O foco está em entender se os materiais proporcionaram uma base sólida que apoie a continuidade do aprendizado.

3.2. METODOLOGIA PEDAGÓGICA

A prática pedagógica consistiu na aplicação de um plano de aula que explorou dois tipos de materiais instrucionais – *slides* e mapas mentais digitais dinâmicos – para ensinar conceitos de sinais e sistemas discretos no tempo, dentro da disciplina de Sistemas Lineares do curso de Engenharia Elétrica da UTFPR – campus Apucarana.

3.2.1 ETAPAS DE EXECUÇÃO DA PROPOSTA

As etapas de execução desta proposta pedagógica envolveram:

1. **Produção de Material Didático Digital:** Nesta etapa, foi elaborada a máscara do mapa mental digital estático utilizando o pacote “TikZ” e a biblioteca “MindMap” em ambiente LaTeX. Através do *software* Prezi, o mapa mental digital adquire movimento e interatividade através de recursos visuais com “*zoom*”.
2. **Uso dos Recursos Educacionais:** Durante as aulas, tem sido explorada a diagramação do material instrucional, com o qual se avalia a percepção dos estudantes frente a não-linearidade,

interconectividade e interdisciplinaridade do mapa mental proposto.

3. **Instrumento de Avaliação:** Após as aulas, os estudantes preencheram o questionário mencionado anteriormente, permitindo avaliar sua percepção sobre o uso dos recursos digitais, tanto na forma de *slides* quanto no mapa mental digital dinâmico.

3.2.2. PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO DIGITAL

Para a elaboração do material instrucional, adotou-se uma estratégia de duas etapas: (1) criação do mapa mental estático e (2) uso de um *software* para gerar movimento e acessibilidade ao conteúdo. Na execução de ambas as etapas têm sido selecionado softwares livres com diversidade de recursos digitais e atratividade visual.

Na criação do mapa mental, utilizou-se o TikZ, um pacote LaTeX que permite criar diagramas de alta qualidade e complexidade, sendo possível integrar bibliotecas, como o MindMap, que interconecta nós (ideias) através de uma relação do tipo “*parent-child*” de forma criativa. O tema gerador é o nó central, e as ideias são organizadas em “galhos de árvore”, conectados por linhas, formando um mapa bidimensional de *brainstorming* criado pelo conteudista. Algumas palavras-chaves usuais estão resumidas no Quadro 2.

Quadro 2 – Principais funções do Latex utilizadas para a construção do mapa mental digital estático.

Função	Descrição
grow cyclic	Opção de crescimento cíclico
level 1 (2,3,...)	<u>Nível 1</u> : nó principal <u>Nível 2</u> : primeira geração de nós filhos <u>Nível 3</u> : segunda geração de nós filhos
level distance	Distância entre os centros dos nós
sibling	Ângulo entre ramos
node	Conceito (ou nó) central
child	Nó filho
concept color	Opção de conceito de cor
rotate	Altera a orientação do nó
concept connection option	Conecta nós de outros níveis
newsavebox	Múltiplo uso de um elemento
includegraphics	Inclui uma imagem no documento

Fonte: o autor.

O mapa mental estático tem sido utilizado como plano de fundo de uma apresentação no Prezi, com acesso de *web page*. Dentre as principais características do *software*,

pode-se citar a facilidade de construir e compartilhar apresentações dinâmicas, além das opções de desenvolvimento colaborativo e armazenamento em nuvem (Prezi Inc, 2009). Logo, a contribuição do Prezi tem sido a adição de multimédias – como vídeos e *gifs* animados –, e o sequenciamento evolutivo dos conteúdos, convertendo o mapa mental no formato dinâmico. O Prezi permite ainda explorar conceitos de forma independente de um *slideshow*, que auxilia os estudantes a reverem conteúdos isolados no mapa mental.

No conhecimento do autor, o uso da estratégia de movimento dinâmico de mapas mentais não está disponível em *softwares* de desenvolvimento de mapas mentais digitais (Bhattacharya; Mohalik, 2020), ou discutido em literatura acadêmica. Portanto, entende-se que este trabalho se refere à primeira tentativa de desenvolvimento e à aplicação do termo Mapas Mentais Digitais Dinâmicos.

O material didático digital produzido é abordado em disciplinas de Sistemas Lineares nos cursos de graduação na área de Engenharia Elétrica e afins. O mapa mental digital dinâmico pode ser acessado através do *link* prezi.com/view/eZWKnOXZEsAxZTORjZwv.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, serão discutidos os dados da pesquisa realizada com os estudantes do 4º período do curso de Engenharia Elétrica da UTFPR – campus Apucarana, que estão compilados no Tabela 1. A identidade dos participantes tem sido preservada, e os objetivos gerais e específicos do estudo foram explicados aos estudantes antes da aplicação do questionário.

Tabela 1 – Compreensão dos alunos sobre os materiais instrucionais.

Indicador	Classificação	MMDD		Slides	
		Freq.	%	Freq.	%
1	Altamente eficaz	9	40,91	1	4,55
	Eficaz	11	50,00	17	77,27
	Neutro	2	9,09	3	13,64
	Ineficaz	0	0,00	1	4,55
	Não tem opinião	0	0,00	0	0,00
2	Altamente eficaz	6	27,27	3	13,64
	Eficaz	8	36,36	10	45,45
	Neutro	7	31,82	8	36,36
	Ineficaz	1	4,55	1	4,55
	Não tem opinião	0	0,00	0	0,00
3	Altamente eficaz	2	9,09	1	4,55
	Eficaz	8	36,36	5	22,73

	Neutro	10	45,45	11	50,00
	Ineficaz	2	9,09	5	22,73
	Não tem opinião	0	0,00	0	0,00
4	Altamente eficaz	7	31,82	3	13,64
	Eficaz	11	50,00	8	36,36
	Neutro	2	9,09	5	22,73
	Ineficaz	0	0,00	4	18,18
	Não tem opinião	2	9,09	2	9,09
5	Altamente eficaz	7	31,82	2	9,09
	Eficaz	10	45,45	9	40,91
	Neutro	2	9,09	4	18,18
	Ineficaz	1	4,55	5	22,73
	Não tem opinião	2	9,09	2	9,09
6	Altamente eficaz	10	45,45	2	9,09
	Eficaz	9	40,91	5	22,73
	Neutro	3	13,64	12	54,55
	Ineficaz	0	0,00	3	13,64
	Não tem opinião	0	0,00	0	0,00
7	Altamente eficaz	7	31,82	5	22,73
	Eficaz	10	45,45	12	54,55
	Neutro	4	18,18	3	13,64
	Ineficaz	1	4,55	2	9,09
	Não tem opinião	0	0,00	0	0,00
8	Altamente eficaz	4	18,18	1	4,55
	Eficaz	10	45,45	5	22,73
	Neutro	4	18,18	8	36,36
	Ineficaz	1	4,55	5	22,73
	Não tem opinião	3	13,64	3	13,64
9	Altamente eficaz	9	40,91	1	4,55
	Eficaz	12	54,55	7	31,82
	Neutro	0	0,00	9	40,91
	Ineficaz	1	4,55	5	22,73
	Não tem opinião	0	0,00	0	0,00
10	Altamente eficaz	5	22,73	4	18,18
	Eficaz	9	40,91	7	31,82
	Neutro	3	13,64	4	18,18
	Ineficaz	3	13,64	4	18,18
	Não tem opinião	2	9,09	3	13,64
11	Altamente eficaz	9	40,91	3	13,64
	Eficaz	10	45,45	5	22,73
	Neutro	1	4,55	5	22,73
	Ineficaz	0	0,00	7	31,82
	Não tem opinião	2	9,09	2	9,09
12	Altamente eficaz	4	18,18	9	40,91
	Eficaz	10	45,45	7	31,82
	Neutro	5	22,73	3	13,64
	Ineficaz	1	4,55	1	4,55
	Não tem opinião	2	9,09	2	9,09
13	Altamente eficaz	5	22,73	0	0,00
	Eficaz	10	45,45	6	27,27
	Neutro	3	13,64	9	40,91
	Ineficaz	2	9,09	5	22,73
	Não tem opinião	2	9,09	2	9,09

14	Altamente eficaz	10	45,45	0	0,00
	Eficaz	8	36,36	6	27,27
	Neutro	1	4,55	8	27,27
	Ineficaz	1	36,36	6	22,73
	Não tem opinião	2	9,09	2	9,09
15	Altamente eficaz	8	36,36	0	0,00
	Eficaz	8	36,36	5	22,73
	Neutro	3	13,64	13	59,09
	Ineficaz	1	4,55	2	9,09
	Não tem opinião	2	9,09	2	9,09
16	Altamente eficaz	2	9,09	0	0,00
	Eficaz	13	59,09	12	54,55
	Neutro	3	13,64	5	22,73
	Ineficaz	2	9,09	3	13,64
	Não tem opinião	2	9,09	2	9,09
17	Altamente eficaz	7	31,82	4	18,18
	Eficaz	9	40,91	13	59,09
	Neutro	4	18,18	3	13,64
	Ineficaz	0	0,00	0	0,00
	Não tem opinião	2	9,09	2	9,09

Fonte: pesquisa de campo.

Para o tratamento dos dados, escolheu-se a estatística descritiva a partir da análise de: (a) frequência e percentuais, que descrevem e resumem os dados; (b) média ponderada e moda, que fornecem *insights* sobre tendências centrais, e (c) desvio médio, variância, desvio padrão e coeficiente de variação, permitindo uma análise de dispersão, consistência e variabilidade dos dados. Logo, a Tabela 2 contém uma análise comparativa para as estratégias de aprendizagem sob uma visão conjunta dos indicadores.

Tabela 2 – Distribuição estatística dos dados.

Peso	Classificação	MMDD				Slides			
		Freq.	%	%AC↑	%AC↓	Freq.	%	%AC↑	%AC↓
5	Altamente eficaz	111	29,68	29,68	100,00	39	10,43	10,43	100,00
4	Eficaz	166	44,39	74,07	70,32	139	37,17	47,60	89,57
3	Neutro	57	15,24	89,31	25,93	113	30,21	77,81	52,40
2	Ineficaz	17	4,55	93,86	10,69	59	15,78	93,59	22,19
1	Não tem opinião	23	6,14	100,00	6,14	24	6,41	100,00	6,41
Somatório		374	100,00	-	-	374	100,00	-	-
Média ponderada		3,86				3,29			

Fonte: o autor.

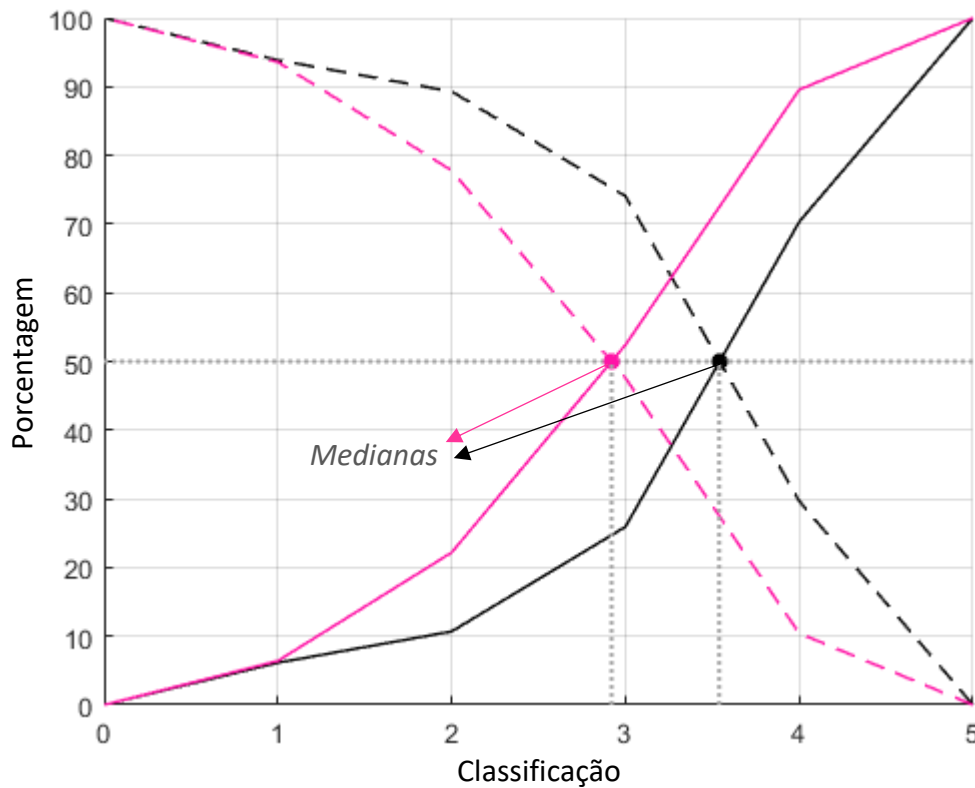
Os dados da tabela evidenciam que a estratégia pedagógica baseada em mapas

mentais digitais dinâmicos supera a apresentação por *slides* em várias métricas-chaves de eficácia percebida pelos estudantes. Ao considerar a frequência de avaliações, nota-se que o MMDD recebeu mais votos nas categorias "Altamente eficaz" e "Eficaz" em comparação aos *slides*. Essa diferença significativa indica uma preferência dos alunos pelo uso de mapas mentais digitais dinâmicos como uma metodologia mais eficaz para o ensino.

Ao examinar a média ponderada, observa-se uma pontuação mais alta para o MMDD (3,86) em contraposição aos *slides* (3,29). Isso sugere que, em média, os alunos consideram que o material instrucional por MMDD são mais relevantes para a assimilação do conteúdo. Outro aspecto importante a ser considerado é a distribuição dos votos na categoria "Neutro". Embora ambas as metodologias tenham recebido uma porcentagem de votos neutros, o MMDD teve uma porcentagem menor (15,24%) em relação aos *slides* (30,21%). Isso indica que os alunos tendem a ter uma opinião mais neutra em relação aos *slides*, enquanto são mais propensos à estratégia por mapas mentais.

Explorando um pouco mais a Tabela 2, tem-se criada a Figura 1 que contém a ogiva de Galton, uma ferramenta gráfica escolhida para calcular a mediana de maneira visual e intuitiva. A análise das medianas revela diferenças significativas na percepção dos alunos sobre a eficácia das estratégias de ensino. A mediana de 3,54 para os MMDD indica uma avaliação mais positiva por parte dos alunos, enquanto a mediana de 2,92 para os *slides* reflete uma percepção mais baixa.

Figura 1 – Distribuição da percepção dos alunos sobre as estratégias pedagógicas. Slides: — %AC↑ e - - - %AC↓; MMDD: — %AC↑ e - - - %AC↓.



Fonte: o autor.

Estas discrepâncias nas medianas podem ser atribuídas às características intrínsecas de cada metodologia. Os MMDD proporcionam uma abordagem visual e interativa, que pode facilitar a compreensão do conteúdo e estimular o envolvimento dos estudantes de maneira mais eficaz do que os *slides*, que geralmente são estáticos e lineares. A natureza dinâmica dos mapas mentais digitais pode permitir uma exploração mais profunda dos conceitos, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Observa-se, ainda, na Tabela 2 que ambas as estratégias têm uma moda de 4, o que sugere que muitos alunos classificaram ambas as abordagens como "Eficazes", indicando uma tendência comum na preferência dos alunos por ambas as metodologias.

Em relação à dispersão dos dados, revela-se que o desvio médio para os MMDD é ligeiramente menor (0,79) do que para os *slides* (0,88), indicando uma dispersão um pouco menor das avaliações em torno da média para os MMDD. No entanto, a variância e o desvio padrão são ligeiramente maiores para os MMDD (1,17 e 1,08, respectivamente) em comparação aos *slides* (1,12 e 1,06, respectivamente), sugerindo uma distribuição ligeiramente mais ampla dos dados para os

MMDD.

Agora, ao considerar o coeficiente de variação, pode-se avaliar a consistência relativa das avaliações em relação à média. Neste caso, os MMDD apresentam um coeficiente de variação de 0,28, enquanto os *slides* têm um coeficiente maior, de 0,32, indicando que, em relação à média, as avaliações dos MMDD são um pouco mais consistentes do que as dos *slides*.

5. CONCLUSÃO

De acordo com as respostas dos participantes, os mapas mentais facilitaram a organização dos conceitos e a visualização de suas interconexões, o que reforça a capacidade dessas ferramentas em auxiliar na aprendizagem de conteúdos complexos. Do ponto de vista pedagógico, os dados revelaram uma percepção positiva dos estudantes em relação à aprendizagem significativa proporcionada pelos mapas mentais. Ao compararem com os *slides* tradicionais, que são documentos originalmente formatados na forma de descrições longas, os alunos demonstraram uma clara preferência pelos mapas mentais digitais dinâmicos, destacando aspectos como a não-linearidade, que permite uma navegação mais flexível pelos conceitos, e a multimodalidade, que enriquece o processo de ensino com recursos visuais e interativos.

Tais características foram apontadas como fundamentais para uma maior retenção de informações e uma melhor compreensão das relações entre os tópicos estudados. Assim, os resultados corroboram a literatura existente (Karakuyu, 2010; Awofala, 2011; Arokoyu; Obunwo, 2014; Adeniran, Ochu;Atoo, 2018), confirmando que o uso de modelos de redes integrados não apenas favorece a compreensão de conceitos complexos, mas também aumenta o engajamento e o interesse dos estudantes. O estudo, portanto, alcançou seus objetivos ao demonstrar que os Recursos Educacionais Digitais, como os mapas mentais digitais dinâmicos, podem promover uma aprendizagem mais significativa e eficaz.

Para pesquisas futuras, sugere-se a exploração de novas tecnologias, como realidade aumentada e inteligência artificial, que podem complementar as práticas de ensino com novas formas de interação e visualização, além de estudos comparativos mais aprofundados entre diferentes metodologias, como mapas mentais e apresentações de *slides*, em outros contextos educacionais.

REFERÊNCIAS

- ADODO, S. O. (2013). Effect of mind-mapping as a self-regulated learning strategy on students' achievement in basic science and technology. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(6), 163–172.
- ADENIRAN, S. A.; Ochu, N. O. & Atoo, S. F. (2018). Effect of concept mapping strategy on students' retention in basic science in Benue State, Nigeria. *International Journal of Research & Review*, 5(5), 193-200.
- AROKOYU, A. & Obunwo, J. C. (2014). Concept mapping: An instructional strategy for retention of organic chemistry concepts. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 1(3), 50–57.
- ARULSELVI, E. (2017). Mind Maps in Classroom Teaching and Learning. *Excellence in Education Journal*, 6(2), 50-65.
- AWOFALA, A. O. A. (2011). Effect of concept mapping strategy on students' achievement in junior secondary school mathematics. *International Journal of Mathematics Trends and Technology*, 2(3), 11–16.
- BARROS, T. M. (2021). Política editorial para produção de material didático textual. Natal: IFRN, 59 p., 2021. ISBN: 975-65-995411-9-3.
- BHATTACHARYA, D. & Mohalik, R. (2020). Digital Mind Mapping Software: A New Horizon in the Modern Teaching-Learning Strategy. *Journal of Advances in Education and Philosophy*. 4. 10.36348/jaep.2020.v04i10.001.
- CARABETTA JÚNIOR, V. (2013). A utilização de mapas conceituais como recurso didático para a construção e inter-relação de conceitos. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 37(3), 441–447.
- COSTA, F. S. M.; de Miranda, A. F.; Faleiro, A. C. (2022). Utilização de mapas mentais e conceituais como ferramenta de aprendizagem significativa para o ensino de citologia. *Brazilian Journal of Development*, 8(4), 23443–23461. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-048>.
- FARIAS, M. G. G.; FARIAS, G. B. Aplicação de mapas conceituais como ferramentas didático-pedagógicas na área de recursos e serviços de informação. *Biblios* (online), Peru, n. 63, p. 13-27, 2016.
- FERREIRA, N., Junior, J. B. S., Fornari, C. S., & Tavares, S. (2023). Utilização de Mapas Conceituais na Mediação do Processo de Ensino-Aprendizagem de Química no Ensino Médio. *Revista Debates em Ensino de Química*, 9(1), 56–73. <https://doi.org/10.53003/redequim.v9i1.5010>.
- FOSNOT, C. T. (1996) *Constructivism: A psychological theory of learning*. In C. T. Fosnot (Ed.), *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. New York, NY: Teachers College Press. HENDRY, G. D.; King, R. C. (1994) *On theory of learning and knowledge: Educational implications of advances*

in neuroscience. **Science Education**, 78(3), 223-253.

JOHNSON, L. R. (2014). Using mind maps to teach medical students. **Med Educ**. 2014 Nov. 48(11):1124-5. doi: 10.1111/medu.12551.

KARAKUYU, Y. (2010). The effect of concept mapping on attitude and achievement in a physics course. **International Journal of the Physical Sciences**, 5(6), 724–737.

LIMA, A. C. B.; Santos, D. C. M.; Pereira, A. P. S. (2020). **Mapas mentais e conceituais como ferramentas para a aprendizagem significativa no ensino remoto**. In: INTEGRAEAD, 2020, Campo Grande. Anais. Out., 1-10. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/IntegraEaD/article/view/11785>. Acesso em: 27 de junho de 2024.

MOREIRA, M. A.; Buchweitz, B. (1993). **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

MOSSI, C. S., & Vinholi Júnior, A. J. (2022). O uso de mapas conceituais como estratégia de aprendizagem significativa no ensino de Química. **Acta Scientiarum Education**, 44(1). <https://doi.org/10.4025/actascieduc.v44i1.53210>.

PREZI Inc. [online] (2009) <http://www.prezi.com>. Acesso em: 27/06/2024.

REZAPOUR-NASRABAD, R. (2019). Mind Map Learning Technique: An Educational Interactive Approach. **International Journal of Pharmaceutical Research**. 11. 1593-1597.

RUSSO, T. J., Scheurman, G., Harred, L. D., & Leubke, S. R. (1995). **Thinking about thinking: A constructivist approach critical thinking in the college curriculum**. River Falls, WI: Wisconsin University. (Eric Document Reproduction Services No. ED 390 353).

SILVA, F. N. G. (2020). Mapas conceituais e suas implicações para o ensino de ciências. **Educação & Tecnologia**, [S.l.], v. 23, n. 2, fev. 2020. ISSN 2317-7756.

SIMONOVA, I. (2014). Concept of e-learning Reflected in Mind Maps of University Students. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, vol. 116, 1394-1399. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.404>.

TROWBRIDGE, J. E., & Wandersee, J. H. (1994). Identifying critical junctures in learning a college course on evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, 31, 459-473.