

TENDÊNCIAS DA PESQUISA ACADÊMICA EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA TEORIA COGNITIVA DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA NO BRASIL

TRENDS IN ACADEMIC RESEARCH ON SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION FROM THE PERSPECTIVE OF THE COGNITIVE THEORY OF MULTIMEDIA LEARNING IN BRAZIL

Iago Braga da Silva ¹, Samuel Rocha de Oliveira ²

¹Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)/Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM), i215909@dac.unicamp.br

²UNICAMP/PECIM, samrocha@unicamp.br

Resumo

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) destaca-se no Ensino de Ciências e Matemática no Brasil. Baseada nos trabalhos de Mayer, a TCAM visa otimizar o uso de recursos multimídia no ensino, alinhando ferramentas tecnológicas aos contextos educativos para promover aprendizagem eficaz. Neste trabalho, apresentam-se seus 15 princípios que delineiam essa teoria, incluindo os três mais recentes. Utiliza-se a pesquisa "Estado da Arte" para analisar a produção acadêmica sobre TCAM em Ciências e Matemática. Foram identificadas 69 teses e dissertações (2009-2022) na primeira etapa, com foco em 15 teses de doutorado nacionais na segunda etapa. A produção acadêmica brasileira mostra crescimento notável nos últimos cinco anos, com destaque em 2022. As regiões Sudeste e Sul lideram em números de produção. As tendências temáticas incluem formação de professores, desenvolvimento de recursos didáticos e ênfase em ferramentas multimídia. O ensaio também aborda teses nacionais sobre o ensino de Física, destacando a importância dos princípios da TCAM no desenvolvimento de produtos multimídia e uso de laboratórios virtuais para melhorar a assimilação e retenção de conhecimento. Conclui-se que a TCAM está sendo adotada positivamente, indicando melhorias na qualidade do ensino e eficácia da aprendizagem. Recomendam-se futuras pesquisas explorando abordagens interdisciplinares, novas tecnologias e princípios recentemente validados por Mayer, além de investigar a influência das emoções na TCAM para aprimorar as práticas educacionais no Brasil.

Palavras-chave: Aprendizagem Multimídia; TCAM; Ensino de Ciências e Matemática.

Abstract

The Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) stands out in Science and Mathematics Education in Brazil. Based on Mayer's work, CTML aims to optimize the use of multimedia resources in teaching, aligning technological tools with educational contexts to promote effective learning. In this paper, we present its 15 principles that outline this theory, including the three most recent ones. We use the "State of the Art" research to analyze academic production on CTML in Science and Mathematics. We identified 69 theses and dissertations (2009-2022) in the first stage, focusing on 15

national doctoral theses in the second stage. Brazilian academic production shows remarkable growth in the last five years, with a highlight in 2022. The Southeast and South regions lead in production numbers. Thematic trends include teacher training, development of teaching resources, and emphasis on multimedia tools. The paper also addresses national theses on Physics education, highlighting the importance of CTML principles in the development of multimedia products and the use of virtual labs to improve knowledge assimilation and retention. It concludes that CTML is being positively adopted, indicating improvements in teaching quality and learning effectiveness. Future research is recommended to explore interdisciplinary approaches, new technologies, and principles recently validated by Mayer, as well as to investigate the influence of emotions on CTML to enhance educational practices in Brazil.

Keywords: Multimedia Learning; CTML; Science and Mathematics Teaching.

Introdução

A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) tem emergido como um paradigma influente no Ensino de Ciências e Matemática, especialmente no contexto brasileiro.

A TCAM, fundamentada nos trabalhos de Mayer e colaboradores, propõe a otimização do uso de recursos multimídia no processo educativo (Mayer, 2021). Esta teoria enfatiza a importância de alinhar as ferramentas tecnológicas aos contextos de ensino, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e engajadora. No Brasil, a adoção da TCAM tem sido impulsionada pela necessidade de integrar as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) de maneira pedagogicamente significativa.

Este ensaio visa explorar as tendências e características da produção acadêmica nesta área, enfatizando a relevância da TCAM no aprimoramento das práticas pedagógicas e na eficácia da aprendizagem, sobretudo no Ensino de Ciências e Matemática no contexto brasileiro. Trabalhos que abordaram o Ensino de Física em conjunto com essa teoria também serão avaliados.

Referencial Teórico

A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM), de Richard Mayer, com estudos iniciados ainda no final do século XX, tem como base uma série de pesquisas de psicopedagogia experimental. Mayer (2021) explora as relações

cognitivas envolvidas no processo de aprendizagem com o auxílio de um recurso educacional. Através desses estudos, o autor analisa como a incorporação dos princípios de sua teoria no recurso pode impactar positivamente o processamento cognitivo dos aprendizes. Esses princípios estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM), segundo Mayer (2021).

Princípio da Coerência	O material desnecessário deve ser excluído para o aprendiz não ser desconcentrado por informações desnecessárias.
Princípio da Sinalização	Os assuntos principais devem ser destacados.
Princípio da Redundância	Evitar a sobrecarga cognitiva a partir da apresentação simultânea de informações visual e auditiva que são essencialmente iguais.
Princípio da Contiguidade Espacial	Palavra e imagem relacionada devem estar mais próximas.
Princípio da Contiguidade Temporal	Palavra e imagem relacionada devem ser apresentadas simultaneamente, e não sucessivamente.
Princípio da Segmentação	O assunto deve ser dividido em partes e não de maneira continuada; de preferência o aluno deveria poder controlar essa continuação ou não do conteúdo.
Princípio da Pré-formação	A aprendizagem de um novo assunto é mais eficaz quando se ativa o conhecimento prévio do estudante.
Princípio da Modalidade	Os dois canais, da audição e da visão, devem ser ativados.
Princípio Multimídia	A aprendizagem é mais efetiva a partir de palavras e imagens do que apenas palavras isoladas.
Princípio da Personalização	A abordagem das palavras deve ser mais próxima de uma conversação “informal” e “cotidiana” ao invés de mais formal.
Princípio da Voz	As aulas devem ser narradas em voz humana e amigável, ao invés de uma voz mecânica ou estranha.
Princípio da Imagem	Não necessariamente, as pessoas aprendem melhor quando uma representação visual do narrador é apresentada junto com a narração.
Princípio da Incorporação	A presença de elementos humanos na tela, como gestos, movimentos, contato visual e expressões faciais, contribui para um aprendizado mais profundo e uma sensação de interação social com o instrutor.
Princípio da Imersão	Ambientes virtuais imersivos promovem um aprendizado melhor quando incorporam princípios de design multimídia.
Princípio da Atividade Generativa	Encorajar e guiar os estudantes na realização de atividades criativas durante o processo de aquisição de conhecimento.

Fonte: Produzido pelos autores, baseado em Mayer (2021).

Percebe-se um caminho trilhado voltado para fomentação do processamento generativo. Na sua última edição de livro, Mayer (2021) inclui três novos princípios: Incorporação (Fiorella; Mayer, 2016), Imersão (Makransky; Mayer, 2022) e Atividade Generativa (Schmeck *et al.*, 2014). Todos estes princípios estão voltados para esse processamento, já que Mayer e seus colaboradores consideraram necessárias pesquisas adicionais sobre o papel da interatividade no aprendizado multimídia. A motivação desempenha um papel importante em uma teoria completa de

aprendizado multimídia. Essa preocupação já vem ocorrendo em pesquisas ainda mais recentes que ainda não foram relatadas em livro, mas por exemplo, citado no trabalho de Lawson *et al.* (2021), que aborda o Princípio da Positividade: as pessoas aprendem melhor com instrutores que demonstram emoções positivas em vez de emoções negativas.

Metodologia

A abordagem metodológica adotada para analisar a produção acadêmica sobre a TCAM no ensino de Ciências e Matemática é a pesquisa do tipo "Estado da Arte". Este procedimento metodológico envolve o inventário, a sistematização e a avaliação crítica dos estudos existentes, proporcionando uma visão abrangente das tendências, características e lacunas na pesquisa. Ademais, através de análises desse tipo há a possibilidade de se fazer observações quanto à história e evolução de produções acadêmicas e científicas (Ferreira, 2002). A escolha por dissertações e teses repousa no papel crucial desses documentos na pesquisa educacional brasileira. Teixeira e Megid Neto (2017) destacam que esses trabalhos proporcionam uma visão abrangente e aprofundada das investigações, sendo considerados fontes privilegiadas para análises nesse tipo de pesquisa.

Inicialmente, foi realizado um levantamento em 4 bases de dados: o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), o Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC), além destas, utilizou-se ainda a plataforma *google scholar*, com objetivo de abraçar os trabalhos que ainda não estavam explicitados nas plataformas anteriormente citadas. A busca por trabalhos que englobassem a teoria, utilizando-se da *string* “Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia”, nesse primeiro momento encontrou-se 133 trabalhos.

Apesar da sugestão de combinar essas palavras-chave com outras, como "ensino de física" ou "ensino de ciências", notei uma diminuição significativa nos resultados das bases de dados. Por isso, escolhemos realizar uma pesquisa mais ampla e depois filtrar os resultados.

Após a filtragem inicial, efetuada pela leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, para seleção de trabalhos ligados ao Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia) e Matemática, encontrou-se 69 teses e dissertações, englobando o período

de 2009 a 2022, período delimitado *a posteriori*, que compuseram o corpus documental dessa primeira etapa do trabalho, na qual utilizou-se de descritores de Base Institucional (Título; Autor; Orientador; Ano de defesa; Programa de Pós-Graduação; Instituição; Nível Acadêmico de Pós-Graduação: mestrado acadêmico, mestrado profissional ou doutorado; Estado), para identificar o panorama dos trabalhos presentes no escopo desse ensaio, semelhante aos trabalhos de Rink (2014) e Rodrigues (2017).

Além disso, para uma análise mais aprofundada, optou-se por selecionar apenas as teses de doutorado, justificada pela reputação de profundidade, originalidade e rigor acadêmico desses documentos, tal qual Fiorentini e Crecci (2017) e Teixeira e Carvalho (2022). Nessa segunda etapa, analisou-se as 15 teses de doutorado utilizando-se de descritores específicos (palavras-chave; área curricular e foco-temático).

A análise de dados foi feita através de planilhas eletrônicas. Essas ferramentas permitem a geração de sumários quantitativos, apresentação visual dos dados e análises detalhadas (Megid Neto; Carvalho, 2018). A partir dessa sumarização foi possível avançar para a avaliação dos resultados, com o objetivo de ressaltar as características e as tendências inerentes ao conjunto de documentos.

Resultados e Discussões

A análise da produção acadêmica brasileira revelou um crescimento significativo nas pesquisas relacionadas ao TCAM, principalmente nos últimos cinco anos, com maior destaque para o ano de 2022. A maioria desses estudos concentra-se nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, com predomínio de dissertações de mestrado, de caráter profissional e acadêmico, apesar de que ao se analisar tendências, nos últimos dois anos do período estudado, temos uma maior quantidade de produções em nível de doutorado.

Tanto as instituições de ensino superior públicas como privadas têm desempenhado um papel crucial na divulgação desta teoria. Com relação aos programas de pós-graduação, cabe o destaque para os programas multidisciplinares de “Ensino de Ciências e Matemática” que englobam 15 trabalhos dentro do corpus documental, número que aumenta para 22 produções, caso aglomere outros programas com semelhanças de nome.

Além disso, as tendências temáticas nos estudos analisados demonstram uma diversidade de temas, abrangendo a formação de professores e o desenvolvimento de recursos didáticos baseados em TCAM. Há uma tendência crescente em explorar a eficácia de vídeos, jogos digitais e outras ferramentas multimídia no ensino de conceitos científicos e matemáticos. Além disso, há foco na aprendizagem personalizada e na redução da carga cognitiva dos alunos.

A TCAM e o Ensino de Física

Nesta seção, discutiremos a importância da integração de múltiplos formatos de informação para melhorar a compreensão e retenção, especialmente no ensino de conceitos complexos de Física. Exploraremos como as estratégias multimídia podem facilitar a assimilação desses conceitos desafiadores, com foco em duas teses específicas, presentes no *corpus* documental, que têm relevância para o Ensino de Física. Destacaremos a aplicabilidade e o potencial impacto dessas abordagens no aprimoramento do processo de aprendizagem nesse campo da ciência.

Primeiramente, destaca-se o trabalho de Oliveira (2022), no qual utilizou-se dos princípios de Mayer para delinear um produto multimídia, no qual foi estudado a utilização de laboratórios virtuais multimídia (que tiveram uma participação ainda mais necessária no contexto da Covid-19) como recurso de aprendizagem de Física. Portanto, o autor utilizou-se dos princípios multimídia, da proximidade temporal e espacial, da coerência, da sinalização e da voz para elaboração do simulador virtual utilizado ao longo do seu experimento trazendo resultados satisfatórios.

Posteriormente, evidencia-se o trabalho de Nicolete (2022) que teve como objetivo investigar o impacto positivo do uso de diferentes tipos de laboratórios online, no ensino remoto de circuitos elétricos durante a pandemia Covid-19, com duas turmas do ensino médio. A autora utiliza-se do referencial de Thees *et al.* (2020) para trazer a importância da contiguidade temporal e espacial, princípios da TCAM, como aspectos redutores da carga cognitiva, influenciando assim, positivamente, o ensino através da Realidade Aumentada, já que este permite a integração entre objetos virtuais e reais. Além disso, a autora chama atenção para o aspecto motivacional intrínsecos a este modelo de ensino, algo que também é abordado na literatura por Mayer.

Conclusões e Implicações para o Futuro

A análise mostra um aumento notável na produção acadêmica entre 2020 e 2022, com quase 40% concentrada nesse período, indicando uma ascensão no Ensino de Ciências e Matemática com base na TCAM. Apesar da predominância da região Sudeste na produção, observa-se crescimento em outros estados, sugerindo uma distribuição mais ampla do tema. Houve um aumento recente na quantidade de teses de doutorado, evidenciando uma evolução qualitativa e quantitativa no campo. A relevância dos programas multidisciplinares relacionados ao ensino enriquece a pesquisa com uma abordagem holística, destacando a presença significativa da tecnologia e dos recursos digitais. O foco em Incorporação de Temáticas, Recursos Didáticos e Formação de Professores, alinhados à TCAM, é evidente.

Portanto, a reflexão acerca produção acadêmica sobre a TCAM no Ensino de Ciências e Matemática revela uma tendência positiva e crescente na adoção desta teoria no Brasil. Os estudos indicam que a aplicação dos princípios da TCAM pode melhorar significativamente a qualidade do ensino e a eficácia da aprendizagem, sobretudo como uma aliada na superação de dificuldades enfrentadas no processo de aprendizado.

É essencial que futuras pesquisas continuem a explorar e expandir o uso da TCAM, adaptando-a às necessidades locais e explorando novas possibilidades pedagógicas, recomenda-se a exploração de abordagens interdisciplinares e a integração de novas tecnologias emergentes. Além disso, sugere-se investigar novos princípios validados por Mayer recentemente, como Incorporação, Imersão e Atividade Generativa, bem como o princípio da Positividade. Tendências recentes exploram a influência das emoções na TCAM, apresentando um terreno fértil para futuras investigações e melhorias contínuas nas práticas educacionais nacionais.

Referências

- FERREIRA, N. S. de A.. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002.
- FIORELLA, L., MAYER, R. E.. Effects of observing the instructor draw diagrams on learning from multimedia messages. **Journal of Educational Psychology**, 108(4), 528–546, 2016. <https://doi.org/10.1037/edu0000065>
- FIORENTINI, D.; CRECCI, V. M. Metassíntese de pesquisas sobre conhecimentos/saberes na formação continuada de professores que ensinam

- matemática. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 25, n. 1, p. 164–185, 2017. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8647773>.
- LAWSON, A. P. *et al.* The positivity principle: do positive instructors improve learning from video lectures?. **Educational Technology Research and Development**, v. 69, p. 3101-3129, 2021.
- MAKRANSKY, G., MAYER, R.E. Benefits of Taking a Virtual Field Trip in Immersive Virtual Reality: Evidence for the Immersion Principle in Multimedia Learning. **Educ Psychol Rev** 34, 1771–1798 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10648-022-09675-4>
- MAYER, R. E.. **Multimedia Learning** (3rd ed.). Cambridge University Press. 2021.
- MEGID NETO, J.; CARVALHO, L. M. d.. Pesquisas de estado da arte: fundamentos, características e percursos metodológicos. In: DURÁN, Maria Luisa Eschenhagen. (org.) **Construcción de problemas de investigación: diálogos entre El interior y el exterior**. Colômbia, Editora da Universidade Pontifícia Bolivariana / Universidad de Antioquia: Medellín, 2018. p. 97-113.
- NICOLETE, P. C.. **O uso de laboratório remoto, virtual e remoto aumentado para apoiar a aprendizagem experiencial de circuitos elétricos**. 2022. 252 p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Porto Alegre, RS.
- OLIVEIRA, M. J. S. D.. **Explorando simulações e laboratórios virtuais multimídia como recursos de aprendizagem de física**. 2022. 252 p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Porto Alegre, RS.
- RINK, J.. **Ambientalização curricular na educação superior: tendências reveladas pela pesquisa acadêmica brasileira (1987-2009)**. 2014. 240 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1623947>.
- RODRIGUES, C. N. T.. **Práticas escolares de física moderna e contemporânea no ensino médio: um estudo de dissertações e teses brasileiras (1972-2015)**. 2019. 1 recurso online (173 p.) Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1636160>. Acesso em: 15 jan. 2024.
- SCHMECK, A. *et al.* Drawing pictures during learning from scientific text: Testing the generative drawing effect and the prognostic drawing effect. **Contemporary Educational Psychology**, 39(4), 275–286, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.07.003>
- TEIXEIRA, C.; DE CARVALHO, L. M.. Perspectivas de formação continuada de professores em educação ambiental: um estudo a partir de teses. **REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental**, 39(3), 288–309, 2022. <https://doi.org/10.14295/remea.v39i3.14877>
- TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J.. A produção acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil - 40 anos (1972-2011): Base Institucional e Tendências Temáticas e Metodológicas, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 521-549, 2017.
- THEES, M. *et al.* Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. **Computers in Human Behavior**, p. 106316, 2020.