

A TEORIA COGNITIVA DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ériks Tobias Vargas¹, Fernanda Aparecida Ferreira², Fabiana da Conceição Pereira
Tiago³, Ivo de Jesus Ramos⁴

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)/Departamento de Ciências Biológicas, e-mail: eriks@cefetmg.br

² Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)/Departamento de Matemática, e-mail: fernandaf@cefetmg.br

³ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)/Departamento de Ciências Biológicas, e-mail: fabianatiago@cefetmg.br

⁴ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)/Departamento de Física, e-mail: ivoramos@cefetmg.br

INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências por Investigação (ECI) representa uma abordagem pedagógica que enfatiza a construção ativa do conhecimento por meio de processos investigativos, promovendo o desenvolvimento de habilidades científicas, como observação, experimentação, inferência e análise crítica de dados, e o envolvimento dos estudantes em contextos reais de aprendizado, permitindo que eles atuem como protagonistas na exploração de fenômenos científicos autênticos (Carvalho, 2013). Essa perspectiva, alinhada às demandas contemporâneas da educação científica, busca superar modelos tradicionais de transmissão de conhecimento, incentivando a formulação de hipóteses, experimentação e análise crítica de dados. Além disso, o ECI fomenta a curiosidade inerente aos estudantes, contribuindo para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, capazes de questionar e compreender o mundo ao seu redor de forma crítica e reflexiva (Sasseron; Carvalho, 2011). No entanto, a integração de recursos multimídia nesse contexto surge como uma ferramenta para otimizar o processo cognitivo, especialmente à luz da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM), proposta por Richard E. Mayer. A TCAM postula que o aprendizado é mais eficaz quando informações são apresentadas de forma integrada em canais verbais e visuais, respeitando as limitações da memória de trabalho e promovendo a construção de modelos mentais coesos (Mayer, 2021).

A relevância social e acadêmica dessa interseção reside na capacidade de aprimorar a alfabetização científica em um mundo cada vez mais mediado por tecnologias digitais. Estudos indicam que o uso de multimídia no ECI pode reduzir a carga cognitiva extrínseca, permitindo que os estudantes foquem em processos investigativos importantes, como a interpretação de fenômenos naturais (Sweller et al., 2011). Academicamente, essa abordagem dialoga com a literatura sobre ECI, que enfatiza a necessidade de *scaffolds* cognitivos para apoiar a investigação autônoma (Pedrosa et al., 2017). Os objetivos desta pesquisa consistem em realizar uma revisão

bibliográfica sobre a TCAM, analisar suas aplicações no ECI e identificar implicações para a prática docente, contribuindo para o debate sobre inovações pedagógicas para o ensino de ciências.

METODOLOGIA

Esta pesquisa configura-se como uma revisão bibliográfica narrativa, com foco na interseção entre a TCAM e o ECI. A seleção de fontes foi realizada por meio de buscas em bases de dados acadêmicas como SciELO, Google Scholar e CAPES, utilizando descritores como "Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia", "Cognitive Theory of Multimedia Learning" e "Ensino de Ciências por Investigação". Foram incluídos artigos, livros e dissertações publicados entre 2000 e 2023, em português e inglês, priorizando obras com evidências empíricas ou revisões teóricas. Critérios de exclusão abrangeram estudos não relacionados ao contexto educacional ou sem rigor metodológico.

Ao todo, foram analisadas 15 fontes principais, com ênfase em obras seminais de Mayer (2014, 2021) e referências brasileiras sobre ECI Carvalho, (2013), Sasseron; Carvalho, (2011). Os cuidados éticos foram observados ao citar integralmente as fontes originais, evitando plágio e garantindo a integridade acadêmica, conforme as normas da ABNT (NBR 10520). Não houve envolvimento direto com participantes humanos, dispensando aprovação por comitê de ética.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TCAM, desenvolvida por Mayer (2021), baseia-se em três pressupostos fundamentais: o dual-channel (canais separados para processamento verbal e visual), a capacidade limitada da memória de trabalho e o processamento ativo do estudante. Esses princípios orientam o design de materiais multimídia para maximizar o aprendizado, como demonstrado em estudos que mostram ganhos significativos na retenção e transferência de conhecimento quando palavras e imagens são integradas de forma coerente (Mayer; Moreno, 2010).

No contexto do ECI, a TCAM oferece subsídios para o uso de simulações digitais e vídeos investigativos, que facilitam a exploração de fenômenos científicos complexos. Por exemplo, Bezerra (2020) aplicou a TCAM em uma estratégia didática para o ensino de química, combinando simulações computacionais com experimentação prática, resultando em melhor compreensão de conceitos abstratos. Essa abordagem dialoga com a literatura sobre ECI, que defende a investigação como meio para desenvolver argumentação científica (Sasseron; Carvalho, 2011). A redução da carga cognitiva, conforme Sweller *et al.* (2011), permite que os estudantes direcionem esforços para hipóteses e análises, em vez de sobrecarga informacional.

Ademais, pesquisas empíricas destacam princípios específicos da TCAM aplicados ao ECI, como o princípio da contiguidade (apresentação simultânea de texto e imagem) e o da modalidade (uso de narração em vez de texto escrito). Em um estudo sobre aprendizado multimídia em ciências, Mayer (2014) evidenciou que esses princípios melhoram a construção de modelos mentais em ambientes investigativos. No Brasil, trabalhos como o de Silva (2020) sobre síntese de proteínas utilizam multimídia para *scaffolds* em aulas investigativas, alinhando-se ao ECI ao promover autonomia discente. Contudo, desafios persistem, como a necessidade de formação docente para evitar sobrecarga cognitiva em designs multimídia inadequados (Moreno; Park, 2010).

O quadro abaixo mostra uma síntese dos achados levando em consideração alguns dos 15 princípios da TCAM abordados, bem como uma breve descrição dos mesmos, suas aplicações e referências.

Quadro 1. Princípios da TCAM aplicados no ECI.

Princípio	Descrição	Aplicação no ECI	Referência
Coerência	Eliminar elementos irrelevantes	Foco em dados investigativos essenciais em simulações	Mayer (2021)
Sinalização	Descartar informações chave	Uso de setas em diagramas de experimentos	Sweller et al. (2011)
Redundância	Evitar duplicação de informação	Combinar narração com imagem, sem texto repetido	Mayer e Moreno (2010)
Contiguidade Espacial	Posicionar elementos próximos	Integrar legendas em vídeos de investigação	Bezerra (2020)
Contiguidade Temporal	Apresentar elementos simultaneamente no tempo	Sincronizar narração e animações em experimentos visuais	Mayer (2014)
Modalidade	Usar narração em vez de texto escrito com imagens	Narrar procedimentos informativos em vídeos educativos	Mayer (2021)
Segmentação	Dividir o conteúdo em partes gerenciáveis	Sequenciar etapas de uma investigação em módulos interativos	Vargas et al. (2024)
Pré-treinamento	Introduzir conceitos chave antes do conteúdo principal	Fornecer glossário prévio em simulações de fenômenos cinéticos	Santana et al. (2022)
Multimídia	Combinar palavras e imagens	Usar gráficos e textos em relatórios de investigações	Mayer (2021)
Personalização	Usar linguagem conversacional	Adaptar narrativas para contextos investigativos reais dos estudantes	Mayer (2014)

Fonte: Autores segundo referencial teórico

Esses resultados indicam que a TCAM fortalece o ECI ao otimizar o processamento cognitivo, fomentando um aprendizado mais profundo e alinhado às competências científicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão bibliográfica conclui que a TCAM oferece um *framework* com potencial para enriquecer o ECI, promovendo integrações multimídia que respeitam as dinâmicas cognitivas dos estudantes e facilitam a construção ativa de conhecimento científico por meio de processos investigativos autênticos. As principais reflexões apontam para o potencial de redução da carga cognitiva extrínseca, melhoria na retenção e transferência de conceitos abstratos, e o fortalecimento da alfabetização científica, especialmente em contextos digitais que simulam experimentações reais (Mayer, 2014; Sweller *et al.*, 2011). Ademais, a sinergia entre TCAM e ECI destaca a importância de *designs* multimídia que incentivem a argumentação e a autonomia discente, alinhando-se às demandas da educação contemporânea para formar cidadãos críticos envolvidos com as ciências (Sasseron; Carvalho, 2011).

No entanto, limitações do estudo incluem a dependência de recursos tecnológicos acessíveis, o que pode acentuar desigualdades educacionais em regiões com infraestrutura digital limitada, como em muitos contextos brasileiros onde o acesso à *internet* e dispositivos é irregular (Oliveira *et al.*, 2021). Além disso, há a necessidade de mais estudos empíricos para validar as aplicações da TCAM em cenários diversificados, considerando variáveis culturais e socioeconômicas que influenciam a implementação do ECI, bem como desafios na formação inicial de docentes para evitar violações de princípios multimídia que geram sobrecarga cognitiva (Santana *et al.*, 2022; Moreno; Park, 2010).

Implicações futuras sugerem a incorporação da TCAM em currículos de formação docente, visando práticas investigativas mais inclusivas e eficazes, com ênfase na conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para analisar representações visuais em materiais didáticos (Schnorr, 2023). Recomenda-se também o desenvolvimento de políticas educacionais que promovam o acesso equitativo a ferramentas multimídia, fomentando pesquisas interdisciplinares que integrem TCAM a abordagens como STEAM para projetos investigativos inovadores (Vargas *et al.*, 2024). Assim, esta interseção pode contribuir para uma educação científica mais transformadora, preparando os estudantes para desafios maiores com base em evidências cognitivas sólidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, M. S. **Uso de simulação e experimentação para a compreensão de fenômenos químicos à luz da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DA SILVA, A. X. et al. **Aplicação da teoria de Mayer na análise de multimídias em vídeos no “YouTube” sobre célula.** Revista Ciências & Ideias, v. 13, n. 1, p. 15-35, 2022.

MAYER, R. E. **Multimedia learning.** 3. ed. New York: Cambridge University Press, 2021.

MAYER, R. E. **The Cambridge handbook of multimedia learning.** 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2014.

MAYER, R. E.; MORENO, R. **Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning.** Educational Psychologist, v. 38, n. 1, p. 43-52, 2010.

MORENO, R.; PARK, B. **Cognitive load theory:** historical development and relation to other theories. In: PLASS, J. L.; MORENO, R.; BRÜNKEN, R. (Org.). Cognitive load theory. New York: Cambridge University Press, 2010. p. 9-28.

OLIVEIRA, A. L.; SANTOS, A. P. A.; CHEFER, C. **Análise de uma sequência didática elaborada por pibidianos no contexto do ensino de ciências por investigação.** Revista Valore, v. 6, p. 391-401, 2021.

PEDROSA, M. A. et al. **Ensino de ciências por investigação: reflexões e práticas.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 17, n. 3, p. 789-812, 2017.

SANTANA, J. I. de; SOUZA, T. G. dos S.; NEVES, R. F. das. **Análise de videoaulas sobre síntese proteica através da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM).** Research, Society and Development, v. 11, n. 9, e33111931879, 2022.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 16, n. 3, p. 333-352, 2011.

SCHNORR, S. M. **Análise das imagens de Sistema Nervoso apresentadas pelos livros do PNLD2020 e PNLD2021 segundo a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, e sua conformidade com a Base Nacional comum curricular. 2023.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

SILVA, V. T. **Ensino de síntese de proteínas com uso de multimídia: uma proposta à luz da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. 2020.** Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

SILVA, I. B. da; OLIVEIRA, S. R. de. **Tendências da pesquisa acadêmica em ensino de ciências e matemática na perspectiva da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia no Brasil.** In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, 2024, Anais... São Paulo: Sisgeenco, 2024. p. 1-12.

SWELLER, J.; AYRES, P.; KALUGA, S. Cognitive load theory. New York: Springer, 2011.

VARGAS, É. T.; SENA, C. O. de R.; RAMOS, I. de J. **Integração da Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia (TCAM) a Abordagem STEAM: uma perspectiva de Design Educacional.** Latin American Journal of Science Education, v. 11, n. 2, p. 1-13, 2024.