

A Teoria da Carga Cognitiva e Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia nos currículos de formação de professores de Física no Brasil

Cognitive Load Theory and Cognitive Theory of Multimedia Learning in Physics teacher education curricula in Brazil

Antonio A.M. Neto^{1,2}, Aline N. Braga¹, Nelson P.C. de Souza³, Silvio C.F. Pereira Filho⁴,
Danilo T. Alves^{*1,5}

¹Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém, PA, Brasil.

²Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas, Marabá, PA, Brasil.

³Universidade Federal do Pará, Escola de Aplicação, Belém, PA, Brasil.

⁴Universidade Federal do Pará, Campus Universitário do Marajó-Breves, Faculdade de Ciências Naturais, Breves, PA, Brasil.

⁵Universidade Federal do Pará, Faculdade de Física, Belém, PA, Brasil.

Recebido em 11 de junho de 2023. Revisado em 22 de setembro de 2023. Aceito em 01 de outubro de 2023.

A Teoria da Carga Cognitiva (TCC) e a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) têm sido largamente estudadas nos últimos 30 anos, sendo fundamentais para a elaboração de materiais instrucionais para a aprendizagem que levem em conta as limitações na memória de trabalho humana. Apesar da relevância da TCC e da TCAM, evidenciamos uma lacuna na abordagem a ambas as teorias nos currículos dos cursos de licenciatura plena em Física de universidades públicas brasileiras (federais e estaduais). Nosso objetivo, levantando essa questão, é contribuir com discussões que possam levar a TCC e a TCAM a serem incorporadas aos currículos de formação de professores de Física nas universidades do país.

Palavras-chave: Teoria da Carga Cognitiva, Formação de professores de Física, Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

Cognitive Load Theory (CLT) and Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) have been widely studied in the last 30 years, being fundamental for the development of instructional materials for learning that take into account the limitations in human working memory. Although relevant, we show the inexistence of both theories in the curricula of undergraduate courses in Physics. The contribution of this work is to highlight such a gap, thus contributing to discussions among the incorporation of CLT and CTML in the curricula of Physics teacher education in federal and state universities in the country.

Keywords: Cognitive Load Theory, Physics teacher education, Cognitive Theory of Multimedia Learning.

1. Introdução

O sistema de processamento de informações humano consiste em três componentes: Memória Sensorial (MS), Memória de Trabalho (MT) e Memória de Longo Prazo (MLP) [1]. A aprendizagem apenas ocorre quando a informação processada na MT é transferida para a MLP. Contudo, o processamento que ocorre na MT pode ser prejudicado devido às suas limitações. A MT é limitada tanto na duração (18 segundos) da retenção de uma informação [2, 3], como na quantidade de nova informação (7 ± 2 itens) que pode ser processada simultaneamente (capacidade de armazenamento) [4]. Essas limitações podem prejudicar o processamento das informações realizado na MT quando o processamento

requerer uma capacidade de armazenamento que exceda o limite desta [5, 6]. Portanto, não ocorrerá aprendizagem caso as limitações da MT impeçam o processamento de ser bem sucedido, pois, neste caso, não haverá o que ser transferido da MT para a MLP.

Tanto a Teoria da Carga Cognitiva (TCC) como a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), consideram as limitações de capacidade e duração da MT o gargalo da aprendizagem. Para contornar essas limitações, essas teorias estabelecem diretrizes. Essas diretrizes se fundamentam em experiências científicas, não sendo, portanto, meros construtos teóricos. Os benefícios dessas diretrizes para tornar a aprendizagem mais eficiente, levaram essas duas teorias a figurar entre as teorias instrucionais mais influentes nas últimas duas décadas [7–9]. É presumível, portanto, que ambas estejam incluídas nos currículos de formação de professores

*Endereço de correspondência: danilo.t.alves@gmail.com

de Física no Brasil. O objetivo deste trabalho é verificar se existem disciplinas que contemplem a TCC e a TCAM nos currículos de formação de professores de Física em universidades públicas brasileiras (federais e estaduais).

2. Importância dos Princípios da TCC e da TCAM na Formação de Professores

Em 1998, Sweller, Merrienboer e Paas, autores da TCC, definem carga cognitiva como o esforço mental que a realização de uma tarefa particular impõe no sistema cognitivo [10]. A aprendizagem fica comprometida quando uma tarefa impõe uma sobrecarga cognitiva, isto é, quando a carga cognitiva (esforço mental) imposta por uma tarefa sobre a MT, excede as limitações desta [11].

A maior parte das diretrizes propostas tanto pela TCAM como pela TCC orientam sobre como combinar textos (escritos ou falados) com figuras, de modo que o formato do material instrucional resultante dessa combinação venha impor na MT do aprendente uma carga cognitiva menor, evitando-se assim a sobrecarga cognitiva [6].

Por mais de 30 anos, pesquisadores da TCC têm buscado desenvolver procedimentos de ensino mais eficientes. Esses procedimentos são testados em comparação com práticas tradicionais, por meio de experimentos controlados. Quando um novo procedimento se mostra superior ao tradicional, essa superioridade é denominada de efeito [12]. Dentre os 29 efeitos que foram incorporados à TCC, destacamos aqui o Efeito do Exemplo Resolvido, o Efeito da Atenção Dividida, o Efeito Modalidade e o Efeito das Auto-explicações.

O Efeito do Exemplo Resolvido é aquele segundo o qual após receberem a mesma instrução inicial, o grupo de aprendizes que passa a estudar exemplos resolvidos apresenta um desempenho superior, em testes subsequentes, do que o grupo que passa a tentar resolver os mesmos problemas de forma independente [12].

O Efeito da Atenção Dividida consiste no fato de que as pessoas aprendem melhor quando estudam a partir de materiais instrucionais que apresentam um formato espacialmente integrado (formato onde o texto é colocado próximo à parte da figura a qual se refere), do que quando o material apresenta um formato espacialmente separado (formato onde o texto é colocado longe da parte da figura a qual se refere) [12].

O Efeito Modalidade consiste no fato de um material instrucional que apresenta uma figura acompanhada de texto falado produzir melhor aprendizagem que um material instrucional que apresenta figura acompanhada de texto escrito. Portanto, o Efeito Modalidade ocorre quando apresentações de dupla modalidade (audio-visual) produzem uma aprendizagem superior, quando comparadas a apresentações de única modalidade – somente visual – da mesma informação, evidenciada

através de notas mais altas em testes de retenção e testes de transferência [12].

O Efeito das Auto-explicações consiste no fato de que as pessoas que explicam para si mesmas determinado conteúdo (um exercício resolvido, por exemplo) que estão aprendendo, obtêm notas mais altas, em testes subsequentes, do que aquelas que apenas estudam o mesmo conteúdo sem buscar explicá-lo para si mesmas [12].

Assim como a TCC, a TCAM também estabelece diretrizes. Mayer, o criador da TCAM, desenvolveu quinze princípios de design multimídia com a finalidade de orientar os professores na elaboração de materiais instrucionais que possibilitem uma aprendizagem mais eficiente. Esses princípios são os seguintes: Princípio Multimídia, Princípio da Sinalização, Princípio da Redundância, Princípio da Contiguidade Espacial, Princípio da Contiguidade Temporal, Princípio da Segmentação, Princípio do Pré-treinamento, Princípio da Modalidade, Princípio da Personalização, Princípio da Imagem, Princípio da Corporificação, Princípio da Atividade Generativa, Princípio da Coerência, Princípio da Voz e Princípio da Imersão [13].

Uma vez que a consideração de todos esses princípios é, como discutido, fundamental na elaboração de materiais e atividades didáticas, é fundamental que sejam abordados em disciplinas que compõem os cursos de formação de professores de Física [14].

3. Levantamento Realizado

Neste trabalho fizemos um levantamento de quais universidades públicas (federais e estaduais) incluem a TCC e a TCAM nos cursos de licenciatura plena em Física, em suas disciplinas voltadas para a formação de professores. Essas universidades foram selecionadas a partir das informações do Censo da Educação Superior de 2021 [15]. As fontes de dados foram os projetos pedagógicos de curso, grades curriculares e ementários das disciplinas relativas aos cursos de licenciatura plena em Física, focando nas 103 universidades brasileiras, federais e estaduais. No período de 01/03/2023 a 15/03/2023, foram realizadas buscas desses documentos nas páginas na internet das referidas instituições. Nesses documentos buscamos os termos “Teoria da Carga Cognitiva” e “Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia”, e se, de algum modo, essas teorias eram abordadas nos documentos, bem como a natureza dessa abordagem – a saber, se existiam componentes curriculares específicos para essas teorias, ou se elas estavam contempladas nas ementas de outras disciplinas do curso.

Considerando as universidades estaduais, identificamos que, de um total de 34 universidades, 29 oferecem o curso de licenciatura plena em Física. Não encontramos curso de licenciatura em Física oferecido na UNITINS, UPE, UNESPAR, UNIOEST e UEAP. A UESPI possui o curso de licenciatura em Física, porém não localizamos documentos referentes ao currículo do curso em sua

página na internet. Nas 28 universidades restantes, observamos que nenhuma apresentou qualquer disciplina ou referência bibliográfica sobre a TCC ou a TCAM.

Nas universidades federais, verificamos que 59, de um total de 69 universidades, possuem a graduação em licenciatura plena em Física. Não encontramos curso de licenciatura em Física na: UFRA, UFAPE, UFDPAR, UFSB, UNIVASF, UFR, UNIFESP, UFCSPA, UFFS e UNILA. Dentre as 59 universidades que possuem a graduação em licenciatura plena em Física, identificamos apenas duas apresentando disciplinas correlatas à TCC e a TCAM: a UFABC e a UFV. Na UFABC, identificamos a disciplina eletiva “Memória e aprendizagem”. Nesta, são discutidas teorias cognitivas da memória e aprendizagem, bem como as bases neuroanatômicas e celulares da memória. Na UFV, foi identificada outra disciplina eletiva correlata à TCC e TCAM: “Neurodidática”. Essa disciplina aborda a estrutura e funcionamento do sistema nervoso, os tipos de memória, como a memória é armazenada, além de explorar as relações entre emoção, cognição e aprendizagem. Embora essas duas disciplinas apresentem o papel da memória na aprendizagem, suas ementas e referências indicam que elas não abordam como as limitações de capacidade, armazenamento e processamento da MT condicionam as metodologias de ensino, tal como prescrevem a TCC e a TCAM.

4. Considerações Finais

Nosso levantamento não detectou a presença da TCC e/ou da TCAM nos currículos dos cursos de licenciatura plena em Física das universidades públicas brasileiras (federais e estaduais). Uma hipótese explicativa para essa ausência é que a TCC e a TCAM não têm sido suficientemente difundidas entre os responsáveis pela elaboração das grades curriculares dos cursos de licenciatura plena em Física. Portanto, mesmo a TCC e a TCAM tendo sido largamente estudadas nos últimos 30 anos (como discutido na Seção 1 deste artigo), e sendo fundamentais para a elaboração de materiais instrucionais para a aprendizagem (como discutido na Seção 2), nosso levantamento (descrito na Seção 3) aponta para a completa ausência de ambas as teorias nos currículos de formação de professores de Física nas universidades federais e estaduais do país. Uma vez que essa ausência pode impactar negativamente nas metodologias de ensino a serem aplicadas por esses futuros professores, esperamos que esse levantamento possa servir como estímulo para as universidades brasileiras considerarem a inserção da TCC e da TCAM nos currículos de formação dos professores de Física.

Agradecimentos

A.N. Braga recebeu apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil, Código de Financiamento 001. Os autores agradecem ao

Prof. Tadeu Oliver Gonçalves pelo incentivo à escrita deste trabalho.

Referências

- [1] D.C. Phillips (ed.), *Encyclopedia of Educational Theory and Philosophy* (Sage Publications, Los Angeles, 2014).
- [2] L. Peterson e M.J. Peterson, *Journal of Experimental Psychology* **58**, 193 (1959).
- [3] R.L. Solso, *Cognitive Psychology* (Allyn & Bacon, Boston, 1995).
- [4] G.A. Miller, *Psychological Review* **101**, 343 (1994).
- [5] J.Q. Young, J.V. Merriënboer, S. Durning e O.T. Cate, *Medical Teacher* **36**, 371 (2014).
- [6] P. Gerjets, C. Walter, W. Rosenstiel, M. Bogdan e T.O. Zander, *Frontiers in Neuroscience* **8**, 385 (2014).
- [7] J.L. Plass, R. Moreno e R. Brünken (ed.), *Cognitive Load Theory* (Cambridge University Press, Cambridge, 2010).
- [8] J. Sweller, J.J.G. van Merriënboer e F. Paas, *Educational Psychology Review* **31**, 261 (2019).
- [9] K. Greenberg e R. Zheng, *Journal of Cognitive Psychology* **34**, 497 (2022).
- [10] J. Sweller, J.J.G. Van Merriënboer e F.G.C. Paas, *Educational Psychology Review* **10**, 251 (1998).
- [11] M.K. Khalil, F. Paas, T.E. Johnson e A.F. Payer, *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist* **286**, 15 (2005).
- [12] J. Sweller, P. Ayres e S. Kalyuga, *Cognitive Load Theory* (Springer Science & Business Media, New York, 2011).
- [13] R.E. Mayer, *Multimedia Learning* (Cambridge University Press., Cambridge, 2020), 3 ed.
- [14] A.N. Braga, D.T. Alves, S.C.F.P. Filho e N.P.C. Souza, *Scientia Plena* **15**, 074803 (2019).
- [15] INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, *Microdados do Censo da Educação Superior 2020*, disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/centso-da-educacao-superior>, acessado em 15/03/2023.