

Recursos multimídia na educação sob o enfoque da teoria cognitiva de aprendizagem de Richard Mayer

Multimedia resources in education from the perspective of Richard Mayer's cognitive theory of learning

Luís Antônio Licks Missel Machado¹
Teresinha Letícia da Silva²
Dúlcio Joaquim Antonio Timóteo³
Liane Margarida Rockenbach Tarouco⁴

Resumo

Este artigo apresenta a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) proposta por Richard Mayer e a sua aplicação para orientar a produção ou seleção de recursos multimídia pelos professores em suas práticas pedagógicas. Foi realizada uma pesquisa quantitativa com 98 professores de escolas públicas e privadas, que atuam em diferentes níveis de ensino, com o objetivo de identificar os critérios utilizados para selecionar ou produzir multimídia educacional, ferramentas usadas para o desenvolvimento e principais dificuldades elencadas neste processo. Os resultados indicaram que a maioria dos professores utiliza recursos multimídia em suas aulas, e que eles consideram esses recursos importantes para o processo de ensino e aprendizagem, porém a produção de multimídia educacional ainda é incipiente, envolvendo predominantemente a preparação de apresentações com slides e vídeos. Muitos professores enfrentam dificuldades no uso e produção desses recursos e na sua integração com os conteúdos abordados em sala de aula. O artigo conclui que a TCAM pode ser uma abordagem útil para orientar na produção e utilização de recursos multimídia em aulas, e que é necessário oferecer suporte e capacitação aos professores para que possam fazer uso efetivo desses recursos.

Palavras-chaves: Multimídia Educacional; Ferramentas de Autoria; Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

¹ Doutorando em Informática na Educação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGIE/UFRGS). Mestre em Economia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Professor de Economia, Direito Financeiro, Direito Tributário e de Instituições de Direito Público e Privado nas Faculdades Integradas de Taquara (Faccat), onde também leciona na Especialização em Direito Público: Direito Administrativo e Constitucional Contemporâneo. Também é professor-convidado de Planejamento Tributário na Pós-graduação do SESCOB/RS. E-mail: luismachado@faccat.br

² Doutoranda em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGIE/UFRGS). Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora no Departamento de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Santa Maria - Campus de Frederico Westphalen (UFSM). E-mail: leticiasilva.ufsm@gmail.com

³ Mestre em Física pela Universidade Eduardo Mondlane (UEM/Moçambique). Professor da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) e do Ministério de Educação e Desenvolvimento Humano de Moçambique. E-mail: djatimoteo@gmail.com

⁴ Doutora em Engenharia Elétrica e Sistema Digitais pela Universidade de São Paulo (USP). Professora do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGIE/UFRGS). É bolsista de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq - Nível 2. E-mail: liane@penta.ufrgs.br

Abstract

This article presents the Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM) proposed by Richard Mayer and its application to guide the production or selection of multimedia resources by teachers in their pedagogical practices. Quantitative research was carried out with 98 teachers from public and private schools, who work at different levels of education, to identify the criteria used to select or produce educational multimedia, tools used for development, and the main difficulties listed in this process. The results indicated that most teachers use multimedia resources in their classes and that they consider these resources important for the teaching and learning process, however, the production of educational multimedia is still incipient, predominantly involving the preparation of presentations with slides and videos. Many teachers face difficulties in the use and production of these resources and their integration with the content covered in the classroom. The article concludes that TCAM can be a useful approach to guide the production and use of multimedia resources in classes and that it is necessary to offer support and training to teachers so that they can make effective use of these resources.

Keywords: Educational Multimedia; Authoring Tools; Cognitive Theory of Multimedia Learning.

1. Introdução

A evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) trouxe novas oportunidades em diferentes áreas do conhecimento e desencadeou mudanças significativas no processo de ensino-aprendizagem, potencializando a forma de abordar os conteúdos em sala de aula, estimulando a interatividade, a compreensão de conceitos, a simulação de processos, e favorecendo significativamente a construção do conhecimento. Nesse contexto, estão presentes os recursos multimídia, tais como livros, vídeos, animações, jogos e simulações. Esses materiais multimodais combinam palavras e imagens através do computador ou outro recurso, visando tornar o conteúdo mais acessível e compreensível ao aluno (NEVES; CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2016).

A multimídia pode ser descrita como apresentação de informações verbais e pictóricas simultaneamente. Quando a mensagem instrucional é fornecida em ambas as formas, ela é chamada de aprendizagem multimídia, que é definida por Mayer (2021) como um processo de aprendizagem contendo palavras (em forma verbal ou escrita) e imagens (estáticas, animadas ou vídeo).

De acordo com Mayer (2021), a aprendizagem multimídia estabelece que os alunos aprendem mais profundamente quando as ideias são apresentadas por meio de palavras e imagens do que só palavras. Palavras não se referem somente a textos impressos, mas abrangem também toda mídia escrita ou falada; imagens, por sua

vez, abrangem toda mídia gráfica, como ilustrações, animações, vídeos e jogos. Mayer (2021) define a Instrução Multimídia como a apresentação de material usando palavras e imagens, com a intenção de promover o aprendizado.

Atualmente, um grande número de recursos multimídia encontra-se à disposição da educação, mas muitos desses recursos ao invés de agregar qualidade ao processo de ensino e aprendizagem, acabam confundindo, desestimulando ou até mesmo dispersando a atenção dos alunos. Saber escolher, ou construir, um recurso tecnológico que venha ao encontro de uma boa prática pedagógica passa a ser um desafio para todos os elementos envolvidos no processo educacional (SANTOS; TAROUÇO, 2007).

Baseado em diversas teorias de cognição multimídia e em pesquisas experimentais, Mayer (2021) apresenta quatorze princípios do design multimídia e, através de diversos testes realizados, demonstra que a utilização desses princípios pode promover a aprendizagem e contribuir no processo cognitivo do aluno. A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Richard Mayer serve para nortear o desenvolvimento de recursos multimídia porque melhora a efetividade da aprendizagem. Esses princípios podem orientar a produção ou seleção de recursos multimídia pelos professores a fim de garantir o melhor aproveitamento de tais recursos em suas práticas pedagógicas.

O presente trabalho tem por objetivo elicitar os princípios básicos da teoria da aprendizagem multimídia tal como proposto por Mayer (2021), investigar o uso de recursos multimídia pelos professores, examinando os critérios utilizados para selecionar ou produzir recursos multimídia para suas aulas, as ferramentas usadas para o desenvolvimento de recursos multimídia educacional e propor estratégias aplicáveis ao desenvolvimento e escolha desses recursos.

2. Teoria cognitiva de aprendizagem multimídia (tcam)

Segundo a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM), desenvolvida por Richard Mayer (Mayer, 2021), a aprendizagem multimídia refere-se à aprendizagem a partir de palavras e imagens, com a intenção de promover o aprendizado. Por palavras, quer dizer que o material é apresentado de forma verbal, como por meio de texto impresso ou falado. Por imagens (que também podem ser chamadas de gráficos), quer dizer que o material é apresentado em forma pictórica,

inclusive usando gráficos estáticos, como ilustrações, gráficos, fotos e mapas, ou gráficos dinâmicos, como animações e vídeos.

O argumento para a defesa da aprendizagem multimídia baseia-se na premissa de que os alunos podem entender melhor uma explicação quando ela é apresentada em palavras e imagens do que quando é apresentada apenas em palavras. A aprendizagem multimídia pode ser usada como: (a) reforço de resposta (em sistemas de exercício e prática); (b) aquisição de informações (entrega de informações); ou como (c) construção do conhecimento (ajuda cognitiva).

As mensagens multimídia podem ser caracterizadas com base na mídia de entrega (por exemplo, alto-falante amplificado e tela de computador), modo de apresentação (por exemplo, palavras e imagens) ou modalidades sensoriais (por exemplo, auditiva e visual). O design de mensagens instrucionais multimídia pode ser baseado em uma abordagem centrada na tecnologia, que se concentra nas capacidades de tecnologias avançadas, ou em uma abordagem centrada no aluno, que se concentra na natureza do sistema cognitivo humano.

As abordagens centradas na tecnologia começam com as capacidades funcionais da tecnologia multimídia e o foco é geralmente em como incorporar multimídia em tecnologias de comunicação emergentes, como acesso sem fio a GPS (Sistema de Posicionamento Global) na Internet ou a construção de representações multimídia interativas em realidade virtual ou realidade aumentada. Já as abordagens centradas no aluno oferecem uma alternativa importante às abordagens centradas na tecnologia. Abordagens centradas no aluno começam com uma compreensão de como a mente humana funciona e como podemos adaptar a multimídia para melhorar a aprendizagem humana. O foco está no uso da tecnologia multimídia como auxílio à cognição humana.

Segundo Mayer (2021), no mundo de hoje, o termo instrução multimídia significa coisas diferentes para pessoas diferentes. Para alguns, a instrução multimídia envolve ficar em uma sala com telas exibindo imagens estáticas, vídeos e/ou animações e alto-falantes transmitindo música, sons e/ou narração. Outros podem pensar em andar na realidade virtual imersiva usando o jogo digital mais recente. Talvez as pessoas pensem em sentar em um computador de mesa que está reproduzindo um vídeo narrado ou uma animação narrada, ou talvez pensem em procurar um tópico por meio de uma enciclopédia on-line ou site de notícias em seu

celular ou *tablet*. Outro exemplo de instrução multimídia é uma apresentação na qual alguém exibe slides projetados em uma tela e fala sobre cada um deles ou dialoga com os estudantes sobre o que está sendo apresentado. Mesmo ambientes de baixa tecnologia permitem instrução multimídia, como uma apresentação de “giz e conversa” na qual um instrutor escreve ou desenha em um quadro-negro (ou usa um retroprojetor) enquanto apresenta uma palestra. Finalmente, a forma mais básica de instrução multimídia é um texto didático que consiste em texto impresso com ilustrações.

Ainda de acordo com Mayer (2021) a aprendizagem multimídia é baseada na ideia de que as mensagens instrucionais devem ser projetadas à luz de como a mente funciona. Esta hipótese é baseada na teoria do duplo código de Paivio (1991) que assume que existem dois subsistemas cognitivos, um especializado para a representação e processamento de objetos/eventos não-verbais (ou seja, imagens), e o outro especializado para lidar com a linguagem.

Nesse sentido, a justificativa para apresentações multimídia é que ela tira proveito da capacidade total de processamento de informações. A explicação de Mayer (2021) sobre o motivo pelo qual os dois canais podem ser melhores do que apenas um canal é baseado nas perspectivas da lógica quantitativa e da lógica qualitativa.

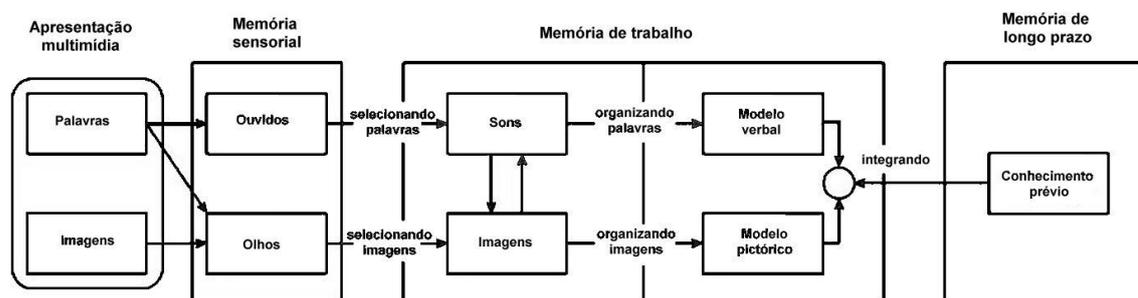
A lógica quantitativa é que mais material pode ser apresentado em dois canais do que em um canal – assim como mais tráfego pode passar por duas pistas do que por uma. Apresentar ambas é como apresentar o material duas vezes, dando ao aluno o dobro de exposição à explicação.

Embora o raciocínio quantitativo faça sentido, Mayer (2021) o rejeita principalmente porque é incompleto, preocupando-se particularmente com a suposição de que os canais verbal e visual são equivalentes; isto é, que palavras e imagens são simplesmente duas maneiras equivalentes de apresentar o mesmo material.

A lógica qualitativa, por sua vez, pressupõe que palavras e imagens, embora qualitativamente diferentes, podem se complementar, sendo que a compreensão humana ocorre quando os aprendizes são capazes de integrar mentalmente representações pictóricas e verbais correspondentes. Ou seja, a lógica qualitativa assume que os dois canais são complementares; as palavras são úteis para

apresentar certos tipos de material – talvez representações que são mais formais e requerem mais esforço para traduzir – enquanto as imagens são mais úteis para apresentar outros tipos de material – talvez representações mais intuitivas, mais naturais. Segundo propõe Mayer (2021) a cognição ocorre quando a informação verbal e a pictórica é integrada, ou seja, uma aprendizagem significativa ocorre quando os alunos constroem conexões sistemáticas entre representações baseadas em palavras e imagens, de acordo com o processo apresentado na figura 1.

Figura 1 - Teoria cognitiva da aprendizagem multimídia.



Fonte: Mayer (2021)

A teoria de aprendizagem multimídia de Mayer (2021) é também baseada no conceito de carga cognitiva de Sweller (2011), que entende que o excesso de informação gera uma sobrecarga cognitiva ao cérebro humano, prejudicando a compreensão das informações a serem aprendidas e que por isso a aprendizagem significativa somente ocorre quando a quantidade de informações apresentadas estiver dentro do limite da capacidade cerebral de compreensão.

Para Mayer (2021) são três as espécies de carga cognitiva: (a) a carga cognitiva extrínseca, ou estranha ao conteúdo educacional; (b) carga cognitiva intrínseca, ou natural à complexidade do conteúdo educacional a ser aprendido; e (c) carga cognitiva generativa, ou germana, resultado das atividades de ensino, relacionadas ao processo de dar sentido ao material que beneficia o objetivo da aprendizagem. A soma destas três cargas cognitivas pode exceder a capacidade cognitiva do estudante, o que provocará falhas na aprendizagem. Pode-se ter diferentes situações de aprendizagem:

- Situação onde a carga cognitiva externa ao conteúdo é muito elevada provocando a sobrecarga cognitiva. Nestes casos há necessidade de reduzir esta carga cognitiva.
- Situação em que a carga cognitiva intrínseca é muito elevada, devido à complexidade do conteúdo a ser aprendido, demandando soluções para gerenciar esta carga cognitiva.

- Situação onde a carga cognitiva germana não promove o processamento generativo e isto leva a deficiência na aprendizagem.

Sob a premissa de que é necessário reduzir a carga cognitiva estranha ao conteúdo, gerenciar a carga cognitiva intrínseca e promover a carga cognitiva germana, Mayer (2021) elaborou um conjunto de princípios, conhecidos como os princípios de aprendizagem multimídia, os quais são resumidos no quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos princípios por categoria

Categoria	Princípio	Descrição
Redução da carga cognitiva extrínseca ou estranha	Coerência	Excluir palavras, sons e figuras estranhos ao tema a ser aprendido
	Sinalização	Destacar palavras e gráficos essenciais ao conteúdo a ser aprendido
	Redundância	Excluir legendas redundantes da animação narrada (com áudio)
	Contiguidade Espacial	Colocar palavras essenciais ao lado de gráficos ou figuras correspondentes na mesma tela ou página
	Contiguidade Temporal	Apresentar palavras e imagens correspondentes simultaneamente
Gerenciamento da carga cognitiva intrínseca I	Segmentação	Dividir uma lição longa em segmentos menores
	Pré-treinamento	Fornecer aos alunos conceitos e nomenclaturas prévios relativos ao assunto a ser aprendido
	Modalidade	Para acompanhar as imagens deve ser utilizada a narração preferencialmente a texto escrito
Promoção da carga cognitiva germana ou generativa	Personalização	O agente na tela deve exibir gestos, movimentos, contato visual e expressões faciais semelhantes aos humanos
	Voz	A voz da narração deve ser humana, e não uma voz sintetizada por computador
	Imagem	Não deve ser exibida na tela a imagem estática do instrutor
	Incorporação	O instrutor animado ou gravado deve incorporar gestos e movimentos humanos
	Imersão	O sensorial de realidade virtual utilizado deve ser crítico para a tarefa

	Atividade Generativa	Os alunos devem ser estimulados com atividades generativas (aprendizagem ativa) como resumir, desenhar, imaginar, auto testar, auto explicar, mapear, atuar e ensinar.
--	----------------------	--

Fonte: adaptado de Mayer (2021)

Estes princípios auxiliam a promover uma aprendizagem de qualidade tanto na retenção de conteúdos como na transferência (aplicação em outros contextos).

Mayer (2021) ressalta que o efeito positivo da aprendizagem multimídia se dá com maior intensidade quando a carga cognitiva estranha ao conteúdo é reduzida, a carga cognitiva essencial é gerenciada e os alunos se envolvem ativamente em atividades de aprendizagem generativa.

3. Trabalhos correlatos

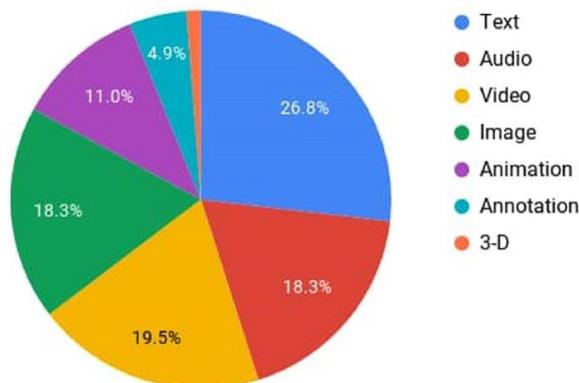
Conforme destacado por Abdulrahman et al (2020) o acesso à educação de qualidade ainda é um grande gargalo nos países em desenvolvimento. A multimídia educacional oferece uma alternativa para disponibilizar recursos capazes de atrair e engajar os estudantes. Para a produção de recursos educacionais multimídia para e pelos estudantes, recursos de autoria apropriados são necessários.

O artigo de Abdulrahman et al. (2020) fornece uma revisão sistemática de diferentes ferramentas multimídia nos processos de ensino e aprendizagem com o objetivo de examinar como as tecnologias multimídia têm se mostrado uma verdadeira estratégia para preencher a lacuna na oferta de acesso irrestrito à educação de qualidade e melhor desempenho dos alunos. A revisão realizada por estes autores buscou identificar, entre outros fatores, ferramentas multimídia educacionais, os tipos de componentes e alguns resultados de seu uso. Foram consideradas, em especial, opções que permitissem transformar o ambiente de aprendizagem de centrado no professor para centrado no aluno, garantindo um ensino mais produtivo, interessante, motivador, interativo e de qualidade em sala de aula. As revisões mostraram que a adoção de multimídia na educação requer a devida compreensão da tecnologia e tipos de multimídia ou componentes necessários para representar adequadamente conceitos ou ideias.

O Gráfico 1 mostra como resultado a constatação de que texto (26,8%) é o componente multimídia predominante utilizado na maioria dos materiais educativos, enquanto outros componentes como vídeos (19,5%), áudios (18,3%), imagens

(18,3%) e animações (11,0%) são bastante utilizados nos materiais multimídia de ensino e aprendizagem. A anotação e tecnologias 3D são menos incorporadas.

Gráfico 1 - Proporção de componentes multimídia em artigos revisados.



Fonte: Abdulrahman (2020)

Dentre as dificuldades encontradas a pesquisa de Abdulrahman et al. (2020) citou o seguinte:

- Atitudes e crenças em relação ao uso da tecnologia na educação. Descobertas de literaturas e pesquisas mostraram alta resistência à mudança e atitude negativa em relação à adoção e uso das TIC em Educação. Em algumas descobertas, alguns entrevistados não perceberam benefícios;
- Falta de confiança dos professores no uso da tecnologia e resistência à mudança;
- Falta de conhecimento básico e habilidades em TIC para adoção e uso de ferramentas multimídia;
- Falta de acesso a recursos de computação, como hardware e software;
- Falta de apoio técnico, administrativo e financeiro;
- Outros incluem falta de conteúdo instrucional, conhecimento e habilidades básicas, ambiente físico e falta de tempo para aprender novas tecnologias.

A publicação *Mídias na Educação* (TAROUCO, 2017) contém uma coletânea de relatos envolvendo o uso de Mídias na Educação. Dentre os softwares de autoria cujo uso foi relatado tem-se Geogebra (p. 139), um software de geometria dinâmica que permite trabalhar conceitos de Geometria, Álgebra e Cálculo. Outros exemplos de softwares para apoiar a produção de imagens são Tuxpaint (p. 161), integrado ao Linux Educacional), Gcompris Suite (p. 161), de softwares educacionais com atividades envolvendo multimídia para crianças entre 2 e 10 anos, Kolourpaint (p. 161,

programa para criação simplificada de imagens). Também é relatado o uso da ferramenta CMAP Tools que permite a criação de mapas conceituais com integração de recursos multimídia (p. 253).

Um levantamento do tipo de material produzido por professores apresentado por Koch (*apud* Tarouc, 2017), está no Gráfico 2 e ilustra a variedade de recursos multimídia produzidos por professores do ensino fundamental. O item “Apresentações” envolve o uso de ferramentas como Power Point para a criação de slides em apresentações para os alunos, mas que também pode ser usado pelos alunos para criar resumos e apresentações.

Gráfico 2 - Material desenvolvido por professores



Fonte: Koch (*apud* TAROUCO, 2017)

Uma tendência atual e crescente em termos de uso da multimídia na educação envolve o trabalho com recursos de realidade virtual e aumentada. A pesquisa sobre TIC na Educação do CETIC (2022) mostrou que cerca de 10% dos professores solicitaram durante o ano de 2021 que os alunos criassem projetos 3D ou experiências com realidade virtual ou aumentada. Tais recursos têm sido popularizados por poderem ser criados e utilizados tanto em ambiente de computação desktop como em dispositivos portáteis (*tablets* e celulares).

O uso de realidade virtual tem sido objeto de diversos estudos nos quais foi avaliado com base nos princípios de aprendizagem multimídia de Mayer (2021) visando averiguar se resultaria em melhoria na aprendizagem. Klingenberg et al (2023) relatam estudos evidenciando que não basta o uso da tecnologia e que o método instrucional usado ao projetar aulas imersivas é importante. Em sua pesquisa estes autores investigaram, em especial, se métodos instrucionais e estratégias de aprendizagem generativas identificadas como eficazes em ambientes de

aprendizagem multimídia também facilitam a aprendizagem em ambientes de realidade virtual imersivos. Neste artigo relatam pesquisas existentes sugerindo que o ambiente de realidade virtual imersiva leva a melhores resultados afetivos, como maior motivação e prazer, em comparação com a mídia padrão, e que a maneira como uma aula de neste ambiente é implementada tem um grande impacto nos resultados do aprendizado. A pesquisa realizada envolve o uso do princípio da segmentação para gerenciar a carga cognitiva intrínseca. O princípio da segmentação afirma que as pessoas aprendem mais profundamente quando uma mensagem multimídia é apresentada em segmentos conforme o ritmo do aluno em vez de uma unidade contínua. Este princípio foi proposto com a intenção de limitar a sobrecarga essencial. Assim, o material é apresentado em segmentos, o que permite ao aluno tempo para processar o material apreendido entre os segmentos. Também foi usada como estratégia promover a carga cognitiva generativa com a atividade de resumir, ou seja, declarar concisamente as ideias principais de uma lição com as próprias palavras o que envolve os seguintes processos cognitivos envolvidos: selecionar as informações relevantes do conteúdo de aprendizagem, organizar as informações selecionadas em uma estrutura significativa e, finalmente, integrar o conhecimento adquirido ao conhecimento prévio.

A pesquisa avaliou dois tipos de resultados de aprendizagem como variáveis dependentes: conhecimento factual e aprendizagem por transferência. O conhecimento factual pode ser definido como os elementos básicos que os alunos devem conhecer para se familiarizar com uma disciplina ou para resolver problemas nela, como conhecimento de terminologia e detalhes específicos. A aprendizagem por transferência refere-se à capacidade de aplicar o conhecimento adquirido a novos contextos, com a capacidade de resolver ativamente problemas.

As hipóteses de pesquisa investigadas foram avaliar os resultados alcançados com o uso do princípio de processamento generativo através de sumarização, do princípio de redução da carga cognitiva intrínseca através de segmentação.

Os resultados alcançados comprovaram que adicionar segmentação e resumos a uma aula de realidade virtual imersiva pode levar a uma melhor transferência de aprendizado. No entanto, esse efeito não parece afetar o conhecimento factual no mesmo grau, embora tenha promovido melhores resultados do que o alcançado pelo grupo de controle.

Uma pesquisa realizada por Li et al. (2019) oferece uma visão geral da pesquisa recente sobre aprendizagem multimídia, baseada em uma análise de 411 artigos revisados por pares de 1996 a 2016. Esta pesquisa buscou respostas para as questões relacionadas com os tópicos mais usuais e as tendências e questões recentes e emergentes na pesquisa de aprendizagem multimídia.

A pesquisa mostrou que as áreas disciplinares mais produtivas das publicações incluíram pesquisa educacional (49%) e psicologia (34%), seguidas por ciência da computação (10%), linguística (2%), engenharia (2%), serviços de ciências da saúde (1%), enfermagem (1%), física (1%) e outros (3%). As palavras chave mais frequentes nos artigos foram: Carga cognitiva, Design, Memória de trabalho, Texto, Instrução, Educação, Atenção dividida, Representação, Ilustração, Animação, Compreensão, Ambiente, Modalidade, Rastreamento do olhar. A análise efetuada permitiu examinar as tendências, questões e tecnologias de aprendizagem abordadas por pesquisadores de aprendizagem multimídia nas últimas duas décadas. Uma visão panorâmica da pesquisa recente de aprendizagem multimídia neste período teve foco em: a) os fundamentos teóricos da investigação em aprendizagem multimídia com enfoque específico nas teorias da memória e da carga cognitiva; b) representações e princípios multimídia, incluindo a pesquisa sobre texto e imagens e suas combinações, e os princípios de contiguidade, redundância e coerência; c) design instrucional e diferenças individuais, como o papel do conhecimento prévio e da experiência, gênero e autoeficácia; d) trabalhos emergentes sobre o papel da motivação e da metacognição na pesquisa de aprendizagem multimídia; e) pesquisa de aprendizagem multimídia em ambientes baseados em vídeo e hipermídia.

4. Metodologia

Um estudo foi conduzido com o objetivo de investigar o uso de recursos ou produzir recursos multimídia para suas aulas, as ferramentas usadas para o desenvolvimento de recursos multimídia educacional e também as principais dificuldades elencadas pelos professores nesse processo.

Para alcançar o objetivo foi utilizada, como método de pesquisa, uma abordagem quantitativa com professores de escolas públicas e privadas e que atuam em diferentes níveis de ensino. A pesquisa foi conduzida por meio de um questionário online desenvolvido na plataforma Google Forms com 4 questões objetivas e 6

subjetivas, totalizando 10 questões, dividido em duas seções: a) apresentação da pesquisa e esclarecimentos; b) questões sobre o uso de multimídia em atividades de ensino e aprendizagem.

A coleta de dados ocorreu pelo período de 2 semanas através do questionário online que foi enviado para grupos de professores e coordenações pedagógicas por meio do WhatsApp e também via redes sociais.

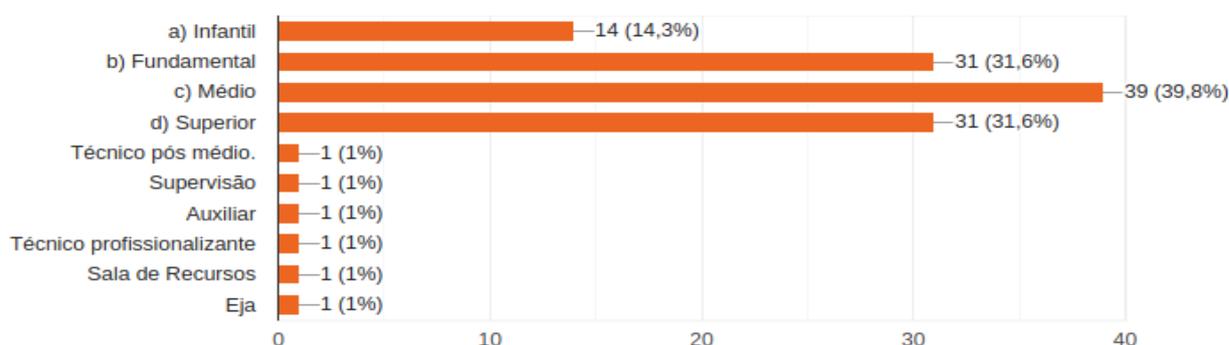
A partir da análise dos dados resultantes o trabalho objetivou apontar e sugerir outras estratégias para uso da multimídia na educação, apresentando possíveis usos da multimídia que não estão sendo considerados atualmente.

5. Resultados

Responderam essa pesquisa 98 participantes, sendo que 81 deles informaram lecionar no Brasil (81.83%), 16 informaram lecionar em Moçambique (16.16%) e 1 professor respondeu que leciona no Brasil e na Suécia (1%). Quanto ao grau de instrução dos participantes, a maioria (36.46%) possui Especialização, 29.17% possui Mestrado, 21.89% possui Licenciatura, 7.29% possui Doutorado e os demais informaram outras formações acadêmicas.

Em relação ao nível de ensino em que estes professores exercem suas atividades acadêmicas, foi identificado que a grande maioria dos participantes atuam no ensino médio (39,8%), no ensino superior (31,6%) e no ensino fundamental (31,6%). Esses dados são apresentados no gráfico da Gráfico 3.

Gráfico 3 - Gráfico apresentando o nível de ensino em que os participantes atuam



Fonte: dados da pesquisa dos autores (2023).

Questionados sobre o uso de recursos multimídia em suas atividades educacionais, 90,8% dos participantes responderam que usam e apenas 9,2%

relataram não utilizar esse tipo de recurso em suas aulas. Para os participantes que responderam usar recursos multimídia, foi questionado se os mesmos produzem esses recursos ou usam recursos prontos produzidos por terceiros. A esta questão, 17,8% respondeu produzir o material usado, 17,8% respondeu usar somente recursos prontos, e a grande maioria (64,4%) respondeu que faz as duas práticas, produz material e também usa recursos multimídia prontos.

No que tange aos critérios usados na seleção ou produção de recursos educacionais multimídia, apenas um professor respondeu que utiliza os princípios de Richard Mayer como critério de seleção/produção de recursos multimídia, indicando seu conhecimento sobre a teoria de aprendizagem multimídia. Já os demais professores mencionaram diferentes critérios, como a relevância do material, cunho didático, adequação ao plano de ensino, interação e conhecimento da turma, afinidade com o conteúdo, facilidade de manuseio e compreensão, entre outros.

No desenvolvimento do conteúdo multimídia educacional, os recursos utilizados pelos professores variam bastante e incluem ferramentas do Google (Drive, Documentos, Planilhas, Classroom, Gmail), Canva, PowerPoint, YouTube, Kahoot, aplicativos do Google, entre outros. Quando se trata de recursos multimídia prontos, as fontes mais utilizadas são a Internet em geral, o Google e o YouTube, além de sites específicos de educação. Alguns professores também mencionaram utilizar materiais próprios ou de universidades renomadas (Quadro 2).

Quadro 2 - ferramentas utilizadas para a produção de conteúdos multimídia

Ordem	Ferramenta	Utilizadores
01	Canva	18
02	PowerPoint	13
03	Youtube	09
04	Google Docs	06
05	Kahoot	06
07	Padlet	02
08	PDF	02
09	Outras: Geogebra; MiniTab; Scilab; Excel; Anchor; Videomaker; Viva Vídeos; Lousa interativa; Scratch; App Inventor, Python; Wonderwall; Prezi; TikTok; Instagram; Keep; Pear; Ferramentas Google para educação; Jambord.	22

Fonte: dados da pesquisa dos autores (2023).

Além de produzir, os participantes relataram usar recursos prontos. Nesse sentido, o Quadro 3 indica as principais fontes usadas pelos professores para encontrar recursos de multimídia educacional.

Quadro 3 - Fontes usadas pelos professores para encontrar recursos multimídia

Ordem	Ferramenta	Utilizadores
01	Google acadêmico	23
02	YouTube	16
03	Internet	11
04	Sites com materiais pedagógicos	05
05	GCompris	03
07	Pinterest	02
08	Artigos	02
09	Outras: Google; Grupo de desenvolvedores; Slides Go; Ministério da Educação; Lojas virtuais; Manuais de ensino; Phet Colorado; Livros de relatos; SlideShare; Universidades internacionais; Vídeos; Vivavideo.	23

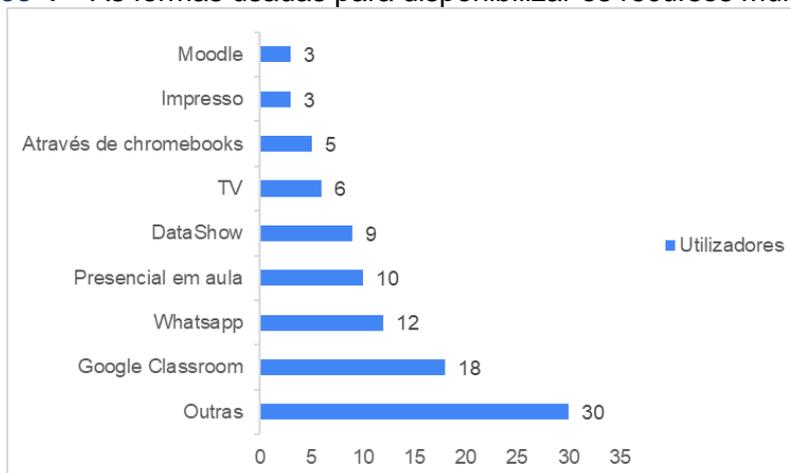
Fonte: dados da pesquisa dos autores (2023).

Os professores disponibilizam recursos aos alunos de diversas formas, como por meio de aulas práticas com recursos digitais, manuais escritos, materiais eletrônicos, plataformas virtuais (como Moodle e Google Classroom), grupos de WhatsApp, e-mail, entre outras opções. Os recursos podem incluir PDFs, vídeos, apresentações em PowerPoint, links para acesso a materiais online, QR codes, entre outros.

Para aulas de demonstrações, foi referida a recomendação de que os alunos baixem os recursos para usar posteriormente. Em aulas práticas com recursos digitais, os alunos podem baixar os materiais em seus dispositivos móveis e seguir uma metodologia definida para a prática em questão. Os recursos podem ser disponibilizados em plataformas virtuais como o Google Classroom, Moodle, ou outras, bem como por meio de grupos de WhatsApp, e-mail, ou impressos para distribuição em aula. No Gráfico 4 é apresentado o gráfico das principais formas usadas pelos participantes da enquete para disponibilizar os recursos multimídia para seus alunos.

Outras plataformas que também são frequentemente usadas pelos professores incluem: livro didático, lousa digital, pendrive, plataforma, plataforma da faculdade, plataforma disponibilizada pelo governo, plataforma Siga, PowerPoint, QRcode, quadro, sala de recursos, sala de vídeo, YouTube, celular, e-mail, Google Drive, Google Meet, links apontando para recursos na Web, notebook, PDF, slides, vídeos e Xerox.

Gráfico 4 – As formas usadas para disponibilizar os recursos multimídia.



Fonte: dados da pesquisa dos autores (2023).

Os professores relataram enfrentar diversos desafios e limitações na produção e utilização de materiais multimídia na educação. As principais dificuldades identificadas na pesquisa são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Limitações ao uso de multimídia na educação

Limitação percebida	Frequência
Custo elevado de equipamentos necessários para a produção de materiais multimídia	1
Desconhecimento do uso de ferramentas para produzir recursos multimídia	31
Limitações relacionadas à disponibilidade de internet	20
Falta de acessibilidade nos recursos multimídia produzidos	1
Falta de equipamentos	20
Falta de tempo	5

Fonte: dados da pesquisa dos autores (2023).

Embora sejam raros, constatou-se que alguns professores (2 casos) acreditam que os recursos multimídia não são tão efetivos para promover a aprendizagem dos alunos em comparação com os métodos tradicionais em função da dificuldade de produção de material que mantenha a atenção do aluno. Em geral, os dados derivados da pesquisa mostraram que a produção de multimídia educacional pelos professores ainda é incipiente, envolvendo predominantemente a preparação de apresentações com slides e vídeos. O Quadro 6 resume as ferramentas de autoria cujo uso foi relatado pelos professores e inclui as sugestões de seu uso.

Quadro 6 - Limitações ao uso de multimídia na educação

Categoria	Ferramenta (frequência de uso)	Forma de uso sugerido (pelos autores)
Apresentações	Powerpoint (15) Google Apresentações (4) Canva (18) Prezzi (1) SlidesGo (1)	Usadas para introduzir conceitos/assunto novos de forma dialogada ou para apresentar resultados de pesquisas realizadas pelos alunos.
Vídeos	Youtube (9) Viva vídeos (1) iMovie (1) Loom (1) FlipGrid (1)	São usados como recurso em estratégia de sala de aula invertida, como elemento de motivação no início de uma unidade de aprendizagem, demonstração de processos ou fenômenos, instigar discussões e/ou reflexões, trabalhos de alunos resultantes de pesquisas.
Lousa interativa	Jamboard (3) Padlet (2) Keep (1) Miro (1)	Uso em grupos para criar infográficos, diagramas com explicação textual e imagens, construção coletiva de mural eletrônicos
Jogos	Kahoot (7) WordWall (3) Português coruja (1) Scratch (1) AppInventor (1)	Avaliação competitiva com discussão concomitante dos resultados. Revisão de conteúdo. Criar animações e jogos
Textos Ilustrados	Google Docs (6) Canva (18) PowerPoint (15) Latex (1) Word (1)	Uso para prover material de referência, elaboração de resultados de pesquisas pelos alunos

Fonte: dados da pesquisa dos autores (2023).

6. Considerações finais

Os resultados da enquete apontaram que o elemento preponderante na seleção/produção de material multimídia educacional foi a adequação ao campo conceitual sendo trabalhado. Mas cabe alertar que o projeto/seleção deste tipo de conteúdo deveria também ser pautado por subsídios como os proporcionados pela Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Mayer (2021) com vistas à obtenção de recursos que não ocasionem sobrecarga cognitiva.

Dentre os princípios para redução da carga cognitiva externa, cabe ressaltar a eliminação de redundância como elemento relevante. É um tanto comum constatar em apresentações de slides com narração ou apresentadas pessoalmente, uma repetição do que está posto de forma textual com o que é verbalizado. Isto cria uma

dissonância cognitiva que interfere negativamente na construção das estruturas cognitivas. Também é verificado muitas vezes que, na intenção de produzir uma apresentação chamativa à atenção do aluno, são inseridos elementos estranhos ao conteúdo a ser ensinado, como figuras decorativas ou pequenas animações, o que causa, na verdade, efeito contrário e dispersivo afetando negativamente a cognição, tal como previsto no princípio da coerência. Em suma, o material multimídia não deve conter elementos que não estejam em coerência ou que não sejam relevantes para o assunto em pauta. Todavia, sinalização e elementos ressaltando partes importantes são úteis e apropriados especialmente para estudantes principiantes, permitindo que as informações mais importantes se destaquem e sejam facilmente identificáveis conforme preconiza o princípio da sinalização.

Ainda como princípios citados por Mayer (2021) para redução da carga cognitiva externa, os princípios da contiguidade espacial e temporal devem ser atendidos. O princípio de contiguidade espacial diz que palavras e imagens correspondentes devem ser apresentadas próximas, em vez de distantes umas das outras na página ou na tela. Quando palavras e imagens correspondentes estão próximas umas das outras na página ou na tela, os alunos não precisam usar recursos cognitivos para pesquisar visualmente a página ou a tela, e é mais provável que os alunos sejam capazes de reter ambas na memória de trabalho ao mesmo tempo. Em se tratando do princípio de contiguidade temporal é importante que palavras e imagens correspondentes sejam apresentadas simultaneamente, em vez de sucessivamente.

O uso de princípios de gerenciamento da carga cognitiva intrínseca, como a segmentação e o pré-treinamento, é fundamental na apresentação de informação através de recursos multimídia na ciência, pois esses princípios facilitam a compreensão de conteúdos mais complexos. Segundo apresentado no quadro 1, a segmentação refere-se à divisão do conteúdo em partes menores, facilitando a compreensão, e o pré-treinamento, por sua vez, envolve a exposição prévia dos alunos a conceitos e informações relacionados ao tópico em questão, para que eles possam compreender as informações de forma mais eficiente. Ao aplicar esses princípios, os educadores podem melhorar a eficácia da comunicação educacional e ajudar os alunos a melhor lembrar, compreender e saber usar as informações trabalhadas.

Estratégia importante no processo de ensino e aprendizagem é envolver o aluno, e nesse sentido o uso do princípio de promover o processamento generativo é especialmente importante e necessário. Diversas estratégias de participação ativa dos estudantes são possíveis e as ferramentas atualmente existentes permitem apoiar esta forma de trabalho. Mayer (2021) recomenda promover o processamento generativo mediante o uso de atividades, tais como: resumir, desenhar, imaginar, auto-testar, auto-explicar, mapear, atuar e ensinar. Essas atividades podem ser realizadas de forma individual ou colaborativa usando ferramentas de autoria em rede, como Google docs, Jamboard, Padlet, Canva, Geogebra entre outras. O uso de atividades generativas pode ser promovido de forma intercalada com os segmentos do material como parte da estratégia pedagógica.

O resultado deste estudo visou servir de guia para professores e administradores educacionais na seleção e produção de ferramentas e aplicativos multimídia para o ensino nas escolas. Este trabalho elicitou como e porque a TCAM pode ser uma abordagem útil para orientar na utilização de recursos multimídia proporcionando aprendizagem de melhor qualidade. Todavia, constatou-se que é necessário oferecer suporte e capacitação aos professores para que possam selecionar, desenvolver e fazer uso mais efetivo desse tipo de recurso, pois foi percebido pelo resultado da enquete realizada e nos resultados da pesquisa TIC Educação do CETIC (2022) que os docentes ainda não possuem suficiente fluência digital para criar recursos multimídia diversificados.

Referências

ABDULRAHAMAN, M. D., *et al.* Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review. **Heliyon**, v. 6, n. 11, p. e05312, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05312>

CETIC - Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras** [livro eletrônico] : TIC Educação 2021: edição COVID-19 : metodologia adaptada, 2022. Disponível em: https://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20221121124124/tic_educacao_2021_livro_el_etrico.pdf. Acesso em abril de 2023.

KLINGENBERG, S., *et al.* Facilitating learning in immersive virtual reality: Segmentation, summarizing, both or none? **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 39, n. 1, pp. 218-230. 2023. <https://doi.org/10.1111/jcal.12741>

KOCH, I. Autoria de material digital: possibilidades de protagonismo na ação docente. In: **Mídias na Educação: a pedagogia e a tecnologia subjacentes**. MEC/CAPES/UAB. Editora Evangraf. Porto Alegre, 2017.

LI, J.; ANTONENKO, D; Wang, J. Trends and Issues in Multimedia Learning Research in 1996-2016: a Bibliometric Analysis. **Educational Research Review**, v. 28, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100282>.

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

NEVES, R. F., CARNEIRO-LEÃO, A.M.; FERREIRA, H. S. A Imagem Da Célula Em Livros De Biologia: uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, 2016. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n1p94>.

PAIVIO, A. Dual Coding Theory: Retrospect and Current Status. **Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie**, v.45, p. 255-287. 1991. <https://doi.org/10.1037/h0084295>

SANTOS, L. M. A.; TAROUCO, L. M. R. A. Importância do Estudo da Teoria da Carga Cognitiva em uma Educação Tecnológica. **Revista Novas Tecnologias da Educação**, v. 5, n. 1, 2007. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14145>

SWELLER, J. Cognitive Load Theory. **Psychology of Learning and Motivation**, p. 37–76, 2011. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>

TAROUCO, L. M. R.; ABREU, C. S. **Mídias na Educação: a pedagogia e a tecnologia subjacentes**. Editora Evangraf: Porto Alegre, 2017.