



UFRPE



Especialização em
ensino de **CIÊNCIAS**
E **MATEMÁTICA**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

THOMAS FRUTUOSO ALVES

**ENTRE LOUSAS E ANIMAÇÕES: ANÁLISE DA TEORIA COGNITIVA DA
APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA EM VÍDEOS EDUCACIONAIS DE MATEMÁTICA
NO YOUTUBE**

Recife

2025

THOMAS FRUTUOSO ALVES

**ENTRE LOUSAS E ANIMAÇÕES: ANÁLISE DA TEORIA COGNITIVA DA
APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA EM VÍDEOS EDUCACIONAIS DE MATEMÁTICA
NO YOUTUBE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof.Dr. Ricardo Tiburcio Dos
Santos

Recife
2025

ENTRE LOUSAS E ANIMAÇÕES: ANÁLISE DA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA EM VÍDEOS EDUCACIONAIS DE MATEMÁTICA NO YOUTUBE

Between Games and Animations: An Analysis of the Cognitive Theory of Multimedia Learning in Educational Mathematics Videos on YouTube

Thomas Frutuoso Alves

Autor do Trabalho de Conclusão de Curso
Especialização em Ensino de Ciências e Matemática/UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
Thomas.alves@ufpe.br

Ricardo Tiburcio Dos Santos

Orientador do Trabalho de Conclusão de Curso
Especialização em Ensino de Ciências e Matemática/UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
ricotiburcio@gmail.com

RESUMO

O presente texto apresenta os resultados de um estudo que analisou a eficácia de vídeos educativos de matemática veiculados no YouTube à luz dos princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Richard Mayer, com o objetivo categorizar os vídeos educacionais de matemática veiculados no YouTube, levando em consideração o tipo e a abordagem pedagógica utilizada, e identificar quais desses vídeos aplicam os princípios da TCAM. Utilizando uma abordagem descritiva com métodos qualitativos e quantitativos, foram analisados 14 vídeos de oito canais populares, com duração entre 4 e 10 minutos. Assim pesquisa identificou que a abordagem "Lousa e Professor" é predominante, mas vídeos com animações também mostraram contribuições ao aplicarem os princípios da TCAM, como segmentação e modulação por modalidade. A combinação desses elementos visuais e verbais foi fundamental para reduzir a carga cognitiva e facilitar a compreensão dos conceitos. No entanto, alguns vídeos apresentaram problemas de redundância visual, comprometendo a eficácia da abordagem pedagógica. Conclui-se que vídeos que aplicam corretamente os princípios da TCAM são mais eficazes na promoção da aprendizagem, oferecendo sugestões para a criação de conteúdos educativos digitais mais eficientes e alinhados às melhores práticas pedagógicas.

Palavras-chave: Aprendizagem Multimodal, Vídeos Educacionais, YouTube, TCAM,

ABSTRACT

This study analyzes the effectiveness of educational math videos on YouTube in light of Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), aiming to understand how the combination of visual and verbal resources contributes to student learning. Using a descriptive approach with both qualitative and quantitative methods, 14 videos from eight popular channels, ranging from 4 to 10 minutes in duration, were analyzed. The research found that the "Board and Teacher" approach is predominant, but videos with animations also proved effective when correctly applying CTML principles such as segmentation and modality. The combination of visual and verbal elements was crucial in reducing cognitive load and facilitating concept comprehension. However, some videos had issues with visual redundancy, compromising pedagogical effectiveness. The study concludes that videos that correctly apply CTML principles are more effective in promoting learning, providing insights for creating more efficient digital educational content aligned with best pedagogical practices.

Palavras-chave em outro idioma: Multimedia Learning, Cognitive Theory, Educational Videos, YouTube, TCAM

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de vídeos educativos para o ensino de matemática envolve fatores que vão além das práticas pedagógicas e do uso de tecnologias digitais. A construção de recursos multimídia que favoreçam a compreensão de conceitos matemáticos exige a articulação de elementos provenientes de diferentes áreas do conhecimento, como a Psicologia Cognitiva, a Educação e o Design Instrucional. Essa abordagem interdisciplinar permite que a estruturação de elementos visuais e verbais nos materiais educativos seja planejada para otimizar os processos de atenção, seleção e integração das informações pelos estudantes, o que está em consonância com os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia - TCAM (Mayer, 2009; Mayer; Moreno, 2003).

Dessa forma, a produção de vídeos educativos eficazes exige a compreensão de como diferentes formatos, recursos visuais e organizações pedagógicas podem influenciar positivamente o processo de aprendizagem. Além disso, a seleção adequada de imagens, textos e narração tem impacto direto na forma como o estudante processa o conhecimento matemático, destacando a importância de considerar tanto os aspectos cognitivos quanto pedagógicos na produção de conteúdos digitais como afirmam Mayer e Moreno (1999):

Esses resultados sugerem não apenas que é provável que mais informações sejam mantidas na memória de trabalho auditiva e visual, em vez de em apenas uma, mas que a combinação de materiais verbais auditivos com materiais visuais não verbais pode criar uma compreensão mais profunda do que a combinação de materiais visuais verbais e não verbais. (Moreno; Mayer, 1999, p, 799).

No entanto, apesar da abundância de conteúdos disponíveis, a funcionalidade desses vídeos nos processos de ensino e de aprendizagem ainda é uma questão a ser aprofundada. Diante disso, a presente pesquisa se propõe a analisar como os vídeos de matemática veiculados no YouTube se estruturam em termos de tipo e abordagem pedagógica, identificando quais formatos incorporam os princípios da TCAM (Mayer, 2009) e de que maneira esses princípios podem contribuir para a aprendizagem dos estudantes.

Ao investigar a interseção entre tecnologia, pedagogia e cognição, este estudo fornece reflexões para o entendimento de educadores, criadores de conteúdo e pesquisadores da área educacional. Os resultados poderão subsidiar a produção de vídeos, alinhados às melhores práticas da aprendizagem multimídia, e contribuir para a maximização do potencial da tecnologia no ensino de matemática. Dessa forma, a pesquisa se insere em um contexto educacional cada vez mais digitalizado, respondendo à necessidade de estratégias inovadoras para o ensino e a aprendizagem.

Tem-se como hipótese que os vídeos educacionais de matemática veiculados no YouTube, ao serem classificados conforme seus tipos e abordagens pedagógicas, demonstram variações significativas na aplicação dos princípios da TCAM Multimídia. Vídeos que incorporam de forma mais consistente esses princípios — como a combinação de recursos visuais e verbais — são mais funcionais na aprendizagem dos estudantes. Além desse contexto, a presença dos princípios da TCAM nos vídeos de matemática contribui para um maior engajamento e para a compreensão mais profunda dos conceitos, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e personalizada (Mayer, Moreno, 2003).

A pesquisa aqui discutida está inserida no contexto do curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Tal pós-graduação tem como objetivo formar professores das áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de Matemática e de Pedagogia para atuarem de forma contextualizada e interdisciplinar nos diferentes níveis e modalidades da Educação Básica. Assim, a temática desta pesquisa torna-se relevante visto que contribui para a prática docente na produção de conteúdos multimídia que atendam aos princípios da TCAM. Diante dos desafios da mediação tecnológica, é essencial que o professor crie materiais dinâmicos, acessíveis e interativos, que estimulem o engajamento e favoreçam a construção do conhecimento.

O objetivo da pesquisa aqui discutida, foi analisar como os vídeos educacionais de matemática veiculados no YouTube se classificam em termos de tipo e abordagem pedagógica, identificando a presença dos princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, investigando como a aplicação desses princípios pode contribuir para a melhoria da aprendizagem dos estudantes.

Para atingir esse objetivo geral, elencaram-se os seguintes objetivos específicos: (1) categorizar os vídeos educacionais de matemática veiculados no YouTube, levando em consideração o tipo e a abordagem pedagógica utilizada, e (2) identificar quais desses vídeos aplicam os princípios da (TCAM). Essas etapas são

essenciais para compreender a eficácia dos vídeos no processo de aprendizagem e para analisar como os princípios teóricos podem ser empregados de forma mais eficaz no ambiente digital de ensino.

Dessa forma, este artigo está estruturado em sete seções principais. Após esta Introdução, apresenta-se a Revisão de Literatura, na qual são abordados estudos e pesquisas já realizados sobre o tema, oferecendo um panorama do conhecimento acumulado. Em seguida, a seção de Fundamentação Teórica aprofunda os conceitos centrais que sustentam a análise proposta, servindo como base para a construção do texto. Posteriormente a seção de Metodologia descreve os procedimentos adotados para o desenvolvimento da pesquisa, incluindo, os instrumentos e as estratégias de análise. Na sequência, dedica-se uma seção específica à Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, por se tratar de um referencial essencial à compreensão do fenômeno investigado. Em Resultados e Discussões, são apresentados os achados da pesquisa, acompanhados de uma análise crítica e reflexiva à luz da teoria estudada. Por fim, as considerações finais apontam as contribuições do estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura foi realizada com o intuito de analisar o uso do YouTube como ferramenta educacional. Para isso, buscamos artigos, teses e dissertações publicadas no Brasil, priorizando os mais recentes, que abordam a de produção de vídeos no YouTube, bem como a produção multimídia associada a essas videoaulas

O YouTube tem sido utilizado como plataforma de compartilhamento de vídeos no contexto educacional, incluindo o ensino de Matemática, devido a sua usabilidade e grande volume de conteúdo disponível. A plataforma não apenas facilita o acesso ao conhecimento, mas também oferece flexibilidade, permitindo aos estudantes aprender no seu próprio ritmo como descreve Messer (2019).

O YouTube é uma plataforma de compartilhamento de vídeos, onde se encontra tudo o que se pode imaginar e muito além. Parece óbvio que essa rede social virtual haveria de ser eleita como o lugar ideal para depositar, buscar e compartilhar vídeos educativos. Ainda mais em contextos educacionais como o brasileiro, com as limitações materiais, falta de professores, difícil acesso às escolas, alto índice de evasão, deixando lacunas nos conteúdos curriculares que são cobrados nas avaliações em larga escala (Messer, 2019, p. 219)

Contudo, a capacidade desta ferramenta depende da forma como as videoaulas são estruturadas sendo um fator determinante para sua efetividade é a aplicação de princípios pedagógicos sólidos, pautados em referenciais teóricos que discutem o ensino com o suporte das tecnologias digitais. Assim, consideramos os pressupostos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia construída e difundida por Mayer (2009), a qual sugere que a combinação de elementos visuais e verbais

durante o processo de ensino é mais produtivo para a aprendizagem dos estudantes do que o uso isolado de apenas palavras ou imagens.

Messer (2019) em sua pesquisa explora como a integração de multimídia pode enriquecer o ensino matemático ao combinar imagens e palavras de forma organizada destacando há uma discrepância significativa entre a popularização das videoaulas de matemática no YouTube e a falta de estudos formais que investiguem o seu real desempenho na aprendizagem do estudante. O autor destaca que muitas das videoaulas seguem um formato expositivo tradicional, sem explorar ao máximo as possibilidades interativas que a plataforma oferece.

Para tanto, Messer (2019) utiliza uma metodologia envolvendo uma análise quantitativa e qualitativa das práticas de consumo e produção de videoaulas, evidenciando a limitação de estratégias pedagógicas em muitos conteúdos.

Messer (2019) conclui que, embora as videoaulas sejam vistas como uma ferramenta complementar ao ensino formal, seu formato expositivo carece de inovação pedagógica, o que limita seu impacto educativo.

Do mesmo modo essas limitações são discutidas por Santos e Gonçalves (2017), que realizaram uma análise de canais educacionais no YouTube voltados ao ensino de matemática. Como aponta os autores o estudo revelou que, apesar do uso crescente de tecnologias digitais, muitos dos conteúdos ainda permanecem presos aos métodos tradicionais de ensino, como as aulas expositivas, mesmo com a potencialidade do YouTube para oferecer uma abordagem mais dinâmica.

Em todos os vídeos assistidos, prevalecem a aula expositiva. Esse fato suscita a reflexão acerca da relação, no contexto educacional, entre tecnologias e métodos de ensino. Quando se trata da inserção das TIC na Educação, o desafio que se coloca é não apenas utilizar esses recursos como mais um aparato a disposição do professor e dos alunos, e sim como ferramentas que possibilitem novas formas e experiências mais dinâmicas e interativas de aprendizagem matemática (Santos; Gonçalves, 2017, p. 11).

Santos e Gonçalves (2017), realizando uma análise documental, categorizaram os tipos de videoaulas em termos de recursos pedagógicos e interatividade. O estudo concluiu que há uma necessidade urgente de diversificar as estratégias pedagógicas no YouTube, utilizando a plataforma de forma mais criativa e interativa, para maximizar seu potencial de aprendizagem.

De maneira diferente, Cavalcante (2021) discute a interação dos estudantes com o YouTube, particularmente durante o período da pandemia de COVID-19, entre 2020 e 2022, sua pesquisa revela que a flexibilidade do YouTube, permitindo que os estudantes acessem e revisem o conteúdo sob demanda, foi um fator essencial para o seu sucesso como ferramenta educacional.

No entanto, Cavalcante (2021) também observou que a adoção generalizada da plataforma revelou uma lacuna significativa na capacitação dos professores para integrar pedagogicamente as videoaulas ao ensino formal.

Para que o YouTube seja utilizado de maneira produtiva, é necessário que o professor faça seu planejamento, levando em consideração os objetivos que deseja alcançar e os meios para atingi-los, usando a ferramenta de maneira consciente (Cavalcante, 2021, p. 19).

A metodologia da pesquisa desenvolvida por Cavalcante (2021) envolveu a aplicação de questionários e entrevistas com professores e estudantes para entender como o YouTube era utilizado como recurso pedagógico e quais as barreiras encontradas.

Como resultado, Cavalcante (2021) obteve que, apesar da popularidade da ferramenta, os educadores precisam de mais suporte e treinamento para utilizar o YouTube de forma pedagógica.

Finalizando esse tópico, temos a visão de Shirky (2008), pesquisa que amplia a discussão ao argumentar que as tecnologias digitais, como o YouTube, alteraram significativamente a maneira como o conhecimento é disseminado e organizado.

Shirky (2008) apresenta o conceito de "arquitetura de participação", que permite a formação de comunidades de aprendizado e a colaboração entre os usuários, independente das barreiras geográficas, ponto esse, crucial para a educação matemática, pois propõe que, ao interagir com videoaulas, os estudantes não apenas consomem conteúdo, mas também participam ativamente do processo de aprendizagem, colaborando com outros estudantes, professores e até mesmo com os próprios criadores de conteúdo. Essa perspectiva é relevante, pois sugere que o YouTube não deve ser apenas visto como uma plataforma passiva de consumo de conteúdo, mas também como um espaço ativo de construção e troca de saberes.

Os estudos discutidos neste tópico convergem para a ideia de que, embora o YouTube tenha um impacto significativo no ensino de matemática, especialmente por sua flexibilidade e acessibilidade, seu potencial educativo pode ser limitado se os vídeos não forem bem planejados e estruturados. O desafio está em estruturar as videoaulas de forma que não apenas complementem o ensino tradicional, mas também promovam uma aprendizagem mais interativa e envolvente.

Tais pesquisas revelam uma clara necessidade de maior integração entre as novas tecnologias e práticas pedagógicas inovadoras, além de um fortalecimento da capacitação dos professores para o uso pedagógico adequado dessas ferramentas digitais.

Dessa forma, para que o YouTube seja mais do que uma ferramenta complementar, é necessário promover a evolução das videoaulas de matemática em direção a formatos mais interativos, dinâmicos e alinhados com os princípios da aprendizagem multimídia

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O uso do YouTube como ferramenta educacional no ensino de Matemática está diretamente ligado à revolução digital e à mudança nas dinâmicas de ensino e aprendizagem proporcionadas pelas tecnologias da informação e comunicação. Autores como Strilign (2020), Thees (2019) e Borba (2022) têm discutido as implicações dessa plataforma no contexto educacional, com destaque para o impacto da cultura participativa e a integração de princípios pedagógicos voltados para o aprendizado multimodal.

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, proposta por Mayer (2009), oferece um importante arcabouço teórico para compreender como a combinação de palavras e imagens pode favorecer o processo de aprendizagem.

A TCAM baseia-se na ideia de que a memória humana possui dois canais distintos, o visual e o auditivo, sendo a utilização desses canais de forma integrada um importante artifício para o aumento da eficácia na aprendizagem dos estudantes. Mayer (2009) argumenta que a combinação de recursos multimodais, como vídeos que integram imagens, gráficos e narração, permite que os estudantes processem a informação de forma mais eficaz, pois evita a sobrecarga cognitiva, permitindo que a mente armazene e organize o conteúdo de maneira mais eficiente.

Esse conceito está em consonância com a pesquisa de Sweller (2003), que destaca a importância da carga cognitiva no processo de aprendizagem, argumentando que a interação entre diferentes formas de mídia pode reduzir a sobrecarga da memória de trabalho e facilitar a compreensão. De acordo com Sweller (2003), a sobrecarga cognitiva pode ser minimizada quando a informação é distribuída de maneira eficaz entre os canais sensoriais, algo que a utilização de multimídia busca alcançar, corroborando a perspectiva de Mayer (2009)

Desse modo, considera-se na pesquisa aqui discutida que a TCAM é particularmente relevante para o ensino de Matemática no YouTube, pois essa disciplina frequentemente exige a utilização de elementos visuais complexos, como gráficos, fórmulas e diagramas. A integração desses recursos visuais com explicações verbais ou textuais nos vídeos pode proporcionar uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos, tornando-os mais compreensíveis aos estudantes.

De acordo com Mayer (2009), a aprendizagem multimodal não só facilita a compreensão, mas também melhora a retenção de informações, um aspecto crucial no ensino de tópicos desafiadores como a Matemática.

Mayer (2001), no livro "Multimedia Learning", indica que a aprendizagem multimodal ocorre quando as pessoas constroem representações mentais a partir de palavras, como texto falado, cantado ou impresso, e imagens, como ilustrações, fotos, animações ou vídeos. A apresentação simultânea desses dois tipos de informação, palavras e imagens, é justificada pelo fato de aproveitar toda a capacidade humana de processamento de informações.

Um exemplo clássico e simples de aprendizagem multimodal ocorre quando um professor de Matemática utiliza uma música com melodia já conhecida pelos

alunos (aproveitando seus conhecimentos prévios) para ensinar a tabela dos ângulos notáveis. A combinação da melodia (estímulo auditivo) com a informação matemática (conteúdo verbal) facilita a compreensão, potencializando o processo de aprendizagem.

Essa perspectiva é reforçada por outro estudo de Mayer (2005), onde explica-se que o princípio da aprendizagem ativa enfatiza a importância do engajamento dos alunos, não apenas recebendo passivamente a informação, mas organizando-a e integrando-a ao conhecimento pré-existente. Esse princípio se alinha diretamente com a ideia de que o uso de multimídia facilita o processamento e a organização do conteúdo, promovendo uma aprendizagem mais profunda e significativa.

Shirky (2008) destaca que as tecnologias digitais servem para reorganizar a forma como as pessoas se organizam e colaboram sem a necessidade de uma estrutura sistematizada, onde podemos imaginar tal estrutura como sendo a escola.

O autor argumenta que a internet, e especialmente plataformas como o YouTube, possibilitam a formação de grupos e comunidades de aprendizagem que transcendem as limitações tradicionais das instituições educacionais (Shirky, 2008).

Em acréscimo, Shirky (2008) descreve como as tecnologias digitais, ao permitir que indivíduos se conectem e colaborem sem uma organização formal, oferecem novas oportunidades de engajamento e co-criação de conteúdo. No contexto educacional, isso implica que, ao utilizar o YouTube, os estudantes não são apenas consumidores passivos de vídeos educacionais, mas também participantes ativos no processo de aprendizagem.

Shirky (2008) destaca o conceito de *organization without organization*, em tradução literal “organização sem organização”, no qual as pessoas podem se juntar para aprender ou ensinar de maneira autônoma e descentralizada. Esse modelo pode ser especialmente relevante para o ensino de Matemática, pois permite que estudantes de diferentes níveis de conhecimento interajam e compartilhem soluções para problemas matemáticos, criando um ambiente de aprendizagem colaborativo e participativo.

A colaboração que Shirky (2008) descreve não se limita à produção de conteúdo, mas se estende à própria forma de aprender, pois, no YouTube, a aprendizagem matemática pode se tornar uma experiência mais dinâmica e social, na qual os estudantes não apenas assistem aos vídeos, mas também participam ativamente, comentando, questionando e ajudando uns aos outros. Assim, o YouTube, ao ser utilizado de forma colaborativa, transforma a aprendizagem em um processo social, onde a interação entre os indivíduos fortalece a compreensão coletiva e individual dos conteúdos.

O uso do YouTube para o ensino de Matemática traz, tanto desafios, quanto oportunidades, tendo em vista que, a flexibilidade e a acessibilidade da plataforma oferecem uma vasta gama de conteúdos educativos, mas a eficácia desses vídeos depende da sua estrutura pedagógica. Nessa perspectiva, como argumentado por

Burgess e Green (2009), o YouTube deve ser visto não apenas como um meio passivo de consumo de conteúdo, mas como um ponto de partida para práticas educacionais mais colaborativas e interativas.

A aplicação dos princípios da TCAM, de Mayer (2009), em vídeos educativos de Matemática pode potencializar o aprendizado do estudante ao garantir que os recursos visuais e verbais sejam bem combinados. Ao mesmo tempo, a perspectiva de Shirky (2008) sobre a organização sem organizações sugere que os vídeos no YouTube podem ser mais produtivos quando promovem a colaboração e o engajamento ativo dos estudantes. Nesse sentido, a plataforma oferece um ambiente de aprendizagem mais aberto, onde os estudantes podem explorar, interagir e colaborar com seus pares, ampliando as possibilidades de aprendizagem.

5 TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Richard E. Mayer é um dos modelos teóricos no campo da educação e do design instrucional, sendo baseada na teoria cognitiva da aprendizagem, postulando que o ser humano aprende de maneira mais eficiente quando estimulado por informações apresentadas em múltiplos formatos, como textos, imagens, gráficos e animações. A abordagem multimodal aproveita a capacidade do sistema cognitivo de processar informações simultaneamente por meio de dois canais distintos: o verbal e o visual.

Dessa forma, Mayer (2009) argumenta que a aprendizagem é otimizada quando os materiais instrucionais são concebidos de maneira a reduzir a sobrecarga cognitiva e a promover a integração significativa dos conteúdos.

A TCAM se baseia em princípios empíricos derivados de experimentos psicológicos e pesquisas em educação, que demonstram que um design instrucional eficaz pode potencializar o desempenho dos estudantes.

Mayer (2009) enfatiza que o uso combinado de palavras e imagens facilita a construção de modelos mentais mais robustos, auxiliando na retenção e na transferência do conhecimento. Ademais, as pesquisas sobre cognição sugerem que a aprendizagem é um processo ativo, no qual os estudantes devem selecionar informações relevantes, organizá-las em estruturas coerentes e integrá-las com conhecimentos pré-existentes.

Ausubel (2000) apresenta a Aprendizagem Significativa como um processo ativo que exige ação e reflexão do aprendiz. Ela é facilitada pela organização cuidadosa do conteúdo e das experiências de ensino. Ausubel destaca ainda a importância da linguagem, da estrutura dos tópicos e do conhecimento prévio do aluno para que essa aprendizagem aconteça de forma eficaz.

Essa ideia se conecta com a TCAM de Mayer, que defende que aprender é mais eficaz quando usamos diferentes canais sensoriais, como imagens e texto. Ao produzir vídeos educativos com animações e explicações visuais, buscamos ajudar o

aluno a fazer conexões entre o conteúdo novo e o que ele já sabe, facilitando uma compreensão mais profunda e duradoura.

Ao equilibrar as demandas cognitivas e evitar a sobrecarga cognitiva, a instrução multimídia cria condições mais favoráveis para a compreensão e aplicação do conhecimento. Brame (2016) destaca que o uso de ambos os canais maximiza a capacidade da memória de trabalho, mas qualquer um dos canais pode ser sobrecarregado por alta carga cognitiva.

Assim, estratégias de design que gerenciam a carga cognitiva para ambos os canais em materiais de aprendizagem multimídia prometem melhorar a aprendizagem. Por exemplo, mostrar uma animação de um processo na tela enquanto o narra usa os dois canais para elucidar o processo, dando ao aluno fluxos de informações duplos e complementares para destacar os recursos

O conceito de "instrução multimídia" pode assumir diferentes significados dependendo do contexto e da área de aplicação. Para um design gráfico, ele refere-se simplesmente à combinação de mídias visuais e textuais, um exemplo seria um livro didático que contém imagens, gráficos e texto explicativo para ilustrar os conceitos de maneira mais clara, enquanto para outros está relacionado à interatividade, ao uso de tecnologias digitais e à personalização da aprendizagem.

Mayer (2009) classifica o termo multimídia em três formas distintas

O termo multimídia pode ser visto de três maneiras: com base nos dispositivos usados para transmitir uma mensagem de instrução (ou seja, a mídia de transmissão), nos formatos de representação usados para apresentar a mensagem de instrução (ou seja, os modos de apresentação) ou nas modalidades sensoriais que o aluno usa para receber a mensagem de instrução (ou seja, modalidades sensoriais). (Mayer 2009 p. 7)

Pierre Lévy (2000) contextualiza multimídia de forma semelhante

A palavra "multimídia", quando empregada para designar a emergência de uma nova mídia, parece-me particularmente inadequada, já que chama atenção sobre as formas de representação (textos, imagens, sons etc.) ou de suportes, enquanto a novidade principal se encontra nos dispositivos informacionais (em rede, em fluxo, em mundos virtuais) e no dispositivo de comunicação interativo e comunitários ou, em outras palavras, em um modo de relação entre as pessoas, em uma certa qualidade de laço social. (Lévy, 2000 p 65)

A grande variedade de interpretações ressalta a importância de considerar as necessidades específicas dos estudantes, os objetivos pedagógicos e as limitações tecnológicas ao projetar materiais instrucionais baseados nessa abordagem.

A lógica quantitativa, frequentemente utilizada para medir o impacto da aprendizagem multimídia, baseia-se na premissa de que mais informações resultam em melhor aprendizado. No entanto, Mayer (2009) rejeita essa abordagem, argumentando que o excesso de informação pode sobrecarregar a capacidade cognitiva do estudante e comprometer a aprendizagem. Para ele, não se trata apenas de apresentar mais dados, mas sim de estruturar o conhecimento de maneira eficaz para otimizar a compreensão. O foco deve estar na qualidade da apresentação dos materiais, respeitando os limites da carga cognitiva e favorecendo um aprendizado significativo e duradouro.

Em contraposição à abordagem quantitativa, a lógica qualitativa sustenta que o aprendizado eficaz depende da forma como as palavras e imagens são organizadas e integradas.

Mayer (2005) apresenta que na visão da construção do conhecimento, aprender não significa apenas receber informações prontas, mas sim dar sentido ao que é estudado. Na aprendizagem multimodal, o aluno precisa organizar e conectar as ideias para formar uma compreensão clara do conteúdo. Diferente da informação, que pode ser passada de uma pessoa para outra como um objeto, o conhecimento é algo pessoal. Cada aluno constrói seu próprio entendimento, e isso não pode ser simplesmente transferido de uma mente para outra de forma exata.

A **Memorização** é a capacidade de reproduzir ou reconhecer o material apresentado e é avaliada por testes de retenção, que são descritos por Mayer (2005):

Os testes comuns de retenção são o *recall* – no qual os alunos são solicitados a reproduzir o que foi apresentado (como escrever tudo o que podem lembrar de uma lição que acabaram de estudar) – e o *recognition* – no qual os alunos devem selecionar o que foi apresentado (como em uma questão de múltipla escolha) ou julgar se um determinado item foi apresentado (como em uma questão de verdadeiro ou falso). Assim, a principal questão nos testes de retenção envolve a quantidade de aprendizagem – ou seja, quanto foi lembrado. (Mayer 2005 p 15)

A **Compreensão** é a capacidade de construir uma representação mental coerente a partir do material apresentado, se refletindo na capacidade de usar o material apresentado em situações novas, e é avaliada por testes de transferência, que são caracterizados por Mayer (2005):

Em um teste de transferência, os alunos precisam resolver problemas que não foram explicitamente dados no material apresentado – ou seja, eles devem aplicar o que aprenderam em uma nova situação. Um exemplo é uma questão de redação que pede aos alunos para gerar soluções para um problema, o que exige ir além do material apresentado. A principal questão nos testes de transferência envolve a qualidade da aprendizagem – ou seja, como alguém pode usar o que

aprendeu. A distinção entre lembrar e compreender é resumida na Tabela 1.4. Um objetivo importante da pesquisa apresentada neste manual é promover tanto a compreensão quanto a retenção (Mayer 2005 p 15)

A Tabela 1 apresenta dois dos principais objetivos da aprendizagem multimodal, conforme discutido por Mayer (2009), resumindo de forma concisa as definições desses objetivos, os tipos de testes correspondentes e exemplos práticos de como eles podem ser avaliados. Vale ressaltar que esses elementos são essenciais para entender o processo de aprendizagem e como ele pode ser medido em contextos educacionais multimodais.

Tabela 1 - Objetivos da Aprendizagem Multimodal

Objetivo	Definição	Teste	Exemplo
Memorização	Capacidade de reproduzir ou reconhecer o material apresentado	Retenção	Escreva tudo o que você lembra do trecho que você acabou de ler
Compreensão	Capacidade de usar o material apresentado em situações novas	Transferência	Liste algumas maneiras de melhorar a confiabilidade do material que você acabou de ler

Fonte: Mayer, (2009)

A apresentação estruturada do material, aliada a estratégias que reduzem a sobrecarga cognitiva, melhora significativamente a aprendizagem e permite que os estudantes desenvolvam modelos mentais mais coerentes e aplicáveis.

Mayer (2009) categoriza a carga cognitiva em três tipos distintos: (a) carga cognitiva extrínseca, refere-se às distrações e elementos irrelevantes que podem prejudicar a aprendizagem, como design inadequado e excesso de informações desnecessárias; (b) carga cognitiva intrínseca, que está relacionada à complexidade intrínseca do conteúdo, ou seja, à dificuldade inerente do material; e a (c) carga cognitiva germana ou generativa, que corresponde à organização mental ativa e produtiva das informações, promovendo a construção de esquemas cognitivos eficazes.

Um bom design instrucional deve minimizar a carga extrínseca, otimizar a carga essencial e estimular a carga germânica para maximizar a aprendizagem.

Acerca da Teoria da Carga Cognitiva (TCC), Sweller (2003) preocupa-se que além da interatividade dos elementos, a maneira como as informações são apresentadas e as atividades de aprendizagem solicitadas podem aumentar a carga cognitiva do estudante. Essa conjuntura significa que, se a informação for apresentada de forma muito complexa ou exigir muitos esforços para ser compreendida, o estudante pode ter dificuldades para aprender de maneira eficiente. É importante, ao projetar o ensino, considerar como reduzir essa carga cognitiva excessiva, para facilitar a aprendizagem.

A Teoria da Aprendizagem Multimídia de Mayer (2009) é baseada em um conjunto de princípios categorizados de acordo com sua influência na aprendizagem. Dentre eles, destacam-se:

Redução da carga cognitiva extrínseca ou estranha

1. **Coerência** – Remover elementos desnecessários para evitar distrações.
2. **Sinalização** – Destacar informações-chave para facilitar a compreensão.
3. **Redundância** – Equilibrar o uso de diferentes mídias para evitar informações excessivas.
4. **Proximidade espacial** – Apresentar elementos relacionados próximos uns aos outros.
5. **Proximidade temporal** – Sincronizar informações para melhorar a assimilação.

Gerenciamento da carga cognitiva intrínseca I

1. **Segmentação** – Dividir o conteúdo em partes menores para facilitar a assimilação.
2. **Ativação do conhecimento prévio** – Relacionar novos conceitos a conhecimentos já adquiridos.
3. **Modulação por modalidade** – Distribuir a carga cognitiva entre diferentes canais sensoriais.

Promoção da carga cognitiva germana ou generativa

1. **Uso de múltiplos formatos** – Integrar textos, imagens, vídeos e áudios para enriquecer a aprendizagem.
2. **Linguagem personalizada** – Utilizar uma abordagem comunicativa mais próxima do aluno.
3. **Características vocais** – Preferir vozes naturais a sintetizadas para melhorar o engajamento.
4. **Imagens instrutivas** – Usar representações visuais que reforcem a compreensão do conteúdo.

Esses princípios contribuem para uma aprendizagem eficaz, favorecendo tanto a retenção de informações quanto a aplicação do conhecimento em diferentes contextos.

Essa perspectiva é reforçada por outro estudo de Mayer (2005), denominado “The Cambridge Handbook of Multimedia Learning”, onde ele explica que o princípio

da aprendizagem ativa enfatiza a importância do engajamento dos alunos, não apenas recebendo passivamente a informação, mas organizando-a e integrando-a ao conhecimento pré-existente. Esse princípio se alinha diretamente com a ideia de que o uso de multimídia facilita o processamento e a organização do conteúdo, promovendo uma aprendizagem mais profunda e significativa.

Além disso, o uso de multimídia no design instrucional não se limita apenas à incorporação de diversos tipos de mídia, mas envolve uma abordagem cuidadosa de como e quando apresentar essas informações. Nesse sentido, Mayer e Clark (2003) destacam que a redundância de informações, como o uso excessivo de texto e áudio simultâneos, pode ser prejudicial à aprendizagem, aumentando a carga cognitiva extrínseca sem contribuir para a compreensão.

A eficácia do aprendizado em vídeo aulas, portanto, depende de um equilíbrio entre a quantidade de informações e a forma como essas informações são apresentadas, garantindo que os alunos possam se concentrar no conteúdo essencial sem distrações que dificultem o processo de aprendizagem

De acordo com Mayer (2009), o impacto positivo da aprendizagem multimídia é mais evidente quando elementos que não agregam ao conteúdo são minimizados, a carga cognitiva essencial é bem distribuída e os estudantes participam ativamente de atividades que estimulam a construção do conhecimento.

6 METODOLOGIA

Neste estudo tivemos como objetivo classificar e analisar vídeos educacionais de matemática disponíveis no YouTube, identificando seus tipos, abordagens pedagógicas e a presença dos princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM).

Neste sentido, esta pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa. A análise qualitativa permitiu compreender como esses princípios se manifestam nos vídeos e de que maneira contribuem para a aprendizagem dos estudantes, já a abordagem quantitativa foi utilizada para categorizar e quantificar a frequência dos princípios da TCAM nos vídeos selecionados.

Para embasar a metodologia, utilizou-se Gil (2008), que destaca a importância de procedimentos estruturados para a coleta e análise de dados, especialmente em pesquisas exploratórias

Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis sobre ele. (Gil, 2028 p26)

A coleta de dados foi realizada através da busca no YouTube utilizando o termo "matemática", sem direcionamento para um tipo específico de conteúdo, e filtrando vídeos com duração entre 4 e 20 minutos, excluindo assim os vídeos curtos. Essa estratégia visou minimizar a interferência do algoritmo, que, inevitavelmente, prioriza canais populares com maior número de visualizações, inscritos e alta produção de conteúdo. A seleção incluiu vídeos de diferentes formatos e abordagens pedagógicas, como aulas expositivas, resolução de exercícios e explicações com animações.

Os dados foram registrados em uma tabela estruturada, contendo informações como título do vídeo, canal de origem, duração, tipo de abordagem pedagógica (expositiva, interativa, com animações, entre outros). Além disso, foi verificada a presença ou ausência dos princípios da TCAM, tais como a combinação de elementos visuais e verbais, segmentação e coerência.

A análise dos dados foi dividida em duas etapas: quantitativa e qualitativa. Na análise quantitativa, os canais foram categorizados de acordo com a predominância dos seus tipos e abordagens pedagógicas, utilizando-se estatísticas descritivas para identificar padrões e tendências.

A frequência dos princípios da TCAM será quantificada, o que permitirá determinar quais desses princípios são mais ou menos aplicados nos vídeos analisados. Os resultados dessa etapa serão apresentados, neste texto, por meio de gráficos e tabelas, mostrando a distribuição dos tipos de vídeos e a proporção daqueles que aplicam cada princípio da TCAM.

Na análise qualitativa, os vídeos foram examinados em profundidade para compreender como os princípios da TCAM são aplicados na prática.

Segundo Bardin (2016), a análise qualitativa requer uma abordagem interpretativa e detalhada, já que trabalha com a complexidade e a diversidade de significados presentes nos discursos e comunicações.

Assim, foi observado, por exemplo, como os recursos visuais e verbais são combinados para facilitar a aprendizagem dos estudantes e foram identificados exemplos concretos de vídeos que aplicam os princípios da TCAM de forma eficaz, destacando as estratégias utilizadas e seu impacto potencial na aprendizagem dos estudantes.

A análise qualitativa apresenta certas características particulares. É válida, sobretudo, na elaboração das deduções específicas sobre um acontecimento ou uma variável de inferência precisa, e não em inferências gerais. Pode funcionar sobre corpus reduzidos e estabelecer categorias mais discriminantes, por não estar ligada, enquanto análise quantitativa, a categorias que deem lugar a frequências suficientemente elevadas para que os cálculos se tornem possíveis (Bardin 2016, p 87)

Vale ressaltar que a pesquisa foi conduzida com base nos princípios éticos da pesquisa científica, respeitando assim, os termos de uso da plataforma YouTube, sendo os vídeos utilizados exclusivamente para fins acadêmicos.

Entre as possíveis limitações do estudo, destaca-se a subjetividade inerente à análise qualitativa, especialmente na identificação e interpretação dos princípios da TCAM. Para minimizar esse viés, foi adotada uma abordagem sistemática, baseada em conjunto de princípios categorizados por Mayer (2009) apresentados no capítulo anterior

Outra limitação a ser considerada é o fato de que a seleção dos vídeos pode ser influenciada pela popularidade dos canais, o que pode levar à exclusão de conteúdos de qualidade produzidos por canais menores.

A análise de um único ou mesmo de múltiplos casos fornece uma base muito frágil para a generalização. No entanto, os propósitos do estudo de caso não são os de proporcionar o conhecimento preciso das características de uma população a partir de procedimentos estatísticos, mas sim o de expandir ou generalizar proposições teóricas (Gil, 2008, p. 58).

Em resumo, a metodologia deste estudo combinou análise quantitativa e qualitativa para investigar como os vídeos educacionais de matemática no YouTube aplicaram os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. Apesar das limitações, como a subjetividade na análise qualitativa e a escolha baseada na popularidade dos canais, o método adotado foi capaz para atingir os objetivos da pesquisa.

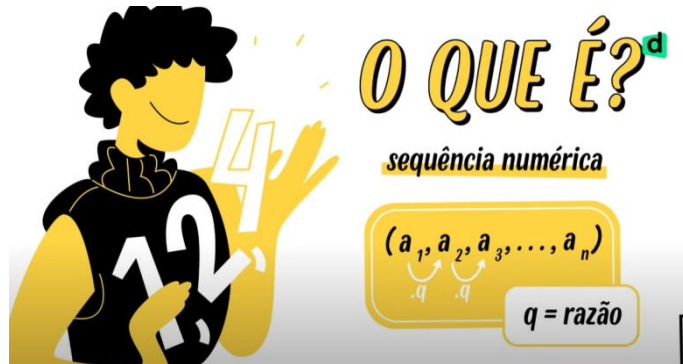
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta e discute os resultados obtidos a partir da análise de vídeos educacionais de matemática disponíveis no YouTube. A abordagem adotada combina análise quantitativa e qualitativa, conforme descrito na metodologia. Os dados coletados foram sistematizados em tabelas e analisados sob a perspectiva da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), permitindo compreender como os princípios dessa teoria são aplicados nos vídeos e sua relevância para o aprendizado.

Foram analisados 14 vídeos de oito canais populares no YouTube, todos superando a marca de um milhão de inscritos, voltados para o ensino de matemática. Os vídeos selecionados apresentam duração entre 4 e 10 minutos, eliminando assim os vídeos curtos nomeados na plataforma como *Shorts*. Os vídeos selecionados foram classificados de acordo com sua abordagem pedagógica:

Animação: Vídeos de matemática que utilizam animações gráficas para ilustrar conceitos matemáticos. Geralmente, esses vídeos são dinâmicos, com gráficos, personagens e elementos visuais que ajudam na compreensão de temas complexos.

Figura 1 – Recurso Pedagógico Animação



Fonte: Descomplica, (2025).

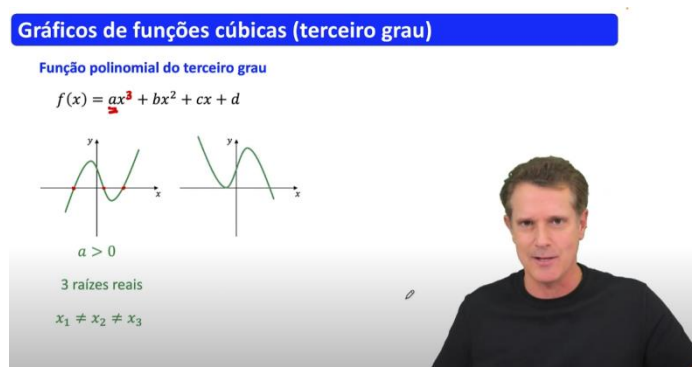
Lousa e Professor: Este tipo de vídeo simula uma aula tradicional em que um professor escreve em uma lousa (física ou virtual) enquanto explica os conceitos de matemática. O foco é mais na explicação verbal e no processo de resolução de problemas, com o apoio da lousa como ferramenta visual.

Figura 2 – Recurso Pedagógico Professor e Lousa



Fonte: Descomplica, (2025).

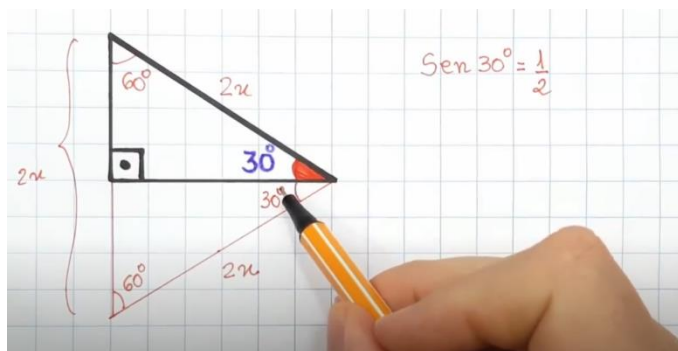
Figura 3 – Recurso Pedagógico Professor e Lousa Digital



Fonte: Ferreto (2025).

Mãozinha: Nos vídeos de "Mãozinha", a imagem mostra uma mão (geralmente de alguém que não aparece completamente) escrevendo ou desenhando na lousa, enquanto os conceitos são explicados verbalmente

Figura 3 – Recurso Pedagógico “Mãozinha”



Fonte: Equaciona, (2025).

Lousa Digital sem Professor: Vídeos de matemática que utilizam uma lousa digital, mas sem a presença de um professor explicando o conteúdo. Em vez disso, o conteúdo é apresentado de forma narrada, como se fosse uma explicação visual passo a passo.

Figura 3 – Recurso Pedagógico Lousa Digital

ENEM 2019 - MAT Uma construtora pretende conectar um reservatório central (R_c) em formato de um cilindro, com raio interno igual a 2 m e altura interna igual a 3,30 m, a quatro reservatórios cilíndricos auxiliares (R_1 , R_2 , R_3 e R_4), os quais possuem raios internos e alturas internas medindo 1,5 m.

As ligações entre o reservatório central e os auxiliares são feitas por canos cilíndricos com 0,10 m de diâmetro interno e 20 m de comprimento, conectados próximos às bases de cada reservatório. Na conexão de cada um desses canos com o reservatório central há registros que liberam ou interrompem o fluxo de água. No momento em que o reservatório central está cheio e os auxiliares estão vazios, abrem-se os quatro registros e, após algum tempo, as alturas das colunas de água nos reservatórios se igualam, assim que cessa o fluxo de água entre eles, pelo princípio dos vasos comunicantes. A medida, em metros, das alturas das colunas de água nos reservatórios auxiliares, após cessar o fluxo de água entre eles, é

$V = \pi \cdot 2^2 \cdot 3,3 = 13,2\pi$

$V = \pi \cdot 2^2 h + 4 \cdot \pi \cdot 1,5^2 \cdot h + 4 \cdot \pi \cdot \frac{0,1^2}{20} \cdot 20$

$= 4\pi h + 9\pi h + 0,2\pi$

$V = 13\pi h + 0,2\pi = 13,2\pi$

A. 1,44
B. 1,15
C. 1,10
D. 1,00
E. 0,95

Fonte: Me Salva! (2025).

A análise dos vídeos selecionados foi organizada conforme os diferentes recursos pedagógicos utilizados em sua produção, os quais são apresentados na tabela 2. A classificação dos canais analisados visa demonstrar a predominância de cada recurso nas abordagens pedagógicas empregadas, seja por meio de animações gráficas, simulação de aulas com lousa e professor, vídeos que utilizam o recurso de "Mãozinha", ou vídeos que utilizam lousa digital sem a presença do professor. A tabela sintetiza a utilização desses recursos, proporcionando uma visão clara das tendências observadas entre os canais educacionais selecionados.

Tabela 2 - Predominância dos recursos pedagógicos

CANAIS ANALISADOS	Recurso			
	Animação	Lousa e Professor	Mãozinha	Lousa digital sem professor
Descomplica				
Equaciona				
Ferreto				
Gis com Giz				
Matemática Rio				
Me salva!				
Marcos Aba				
Sandro Curió				

Fonte: Acervo dos autores (2025)

A tabela apresentada revela que, entre os canais de matemática dos vídeos analisados, o recurso "Lousa e professor" se destaca em todos, com exceção do *Me Salva!*, nos demais canais ele é a principal abordagem pedagógica. Esse recurso é característico do modelo de ensino tradicional, no qual o professor assume o papel central na explicação dos conteúdos, utilizando a lousa para ilustrar os conceitos de forma visual e o "passo a passo" da resolução das situações.

Esse formato remete diretamente ao ambiente escolar convencional, em que o professor é o mediador do conhecimento e a lousa (ou quadro) é a ferramenta fundamental para o ensino de objetos de conhecimentos. No contexto dos canais de matemática, essa abordagem permite que o espectador acompanhe de maneira clara e organizada a resolução de problemas, com explicações detalhadas, de forma semelhante ao que ocorre em uma sala de aula física.

A presença desse recurso em canais populares como *Descomplica* e *Ferreto* evidencia a continuidade do método tradicional de ensino, mesmo no ambiente digital. Esse formato ainda é bastante valorizado, na produção de conteúdo, pois a interação entre o professor e o aluno, mesmo que mediada por uma tela, ou chat é um fator que facilita, principalmente em conteúdos que exigem um raciocínio lógico estruturado.

Para complementar a análise sobre os recursos pedagógicos, a tabela a seguir apresenta um resumo dos vídeos educacionais de matemática selecionados. Nela, são detalhados o título de cada vídeo, o canal responsável, a abordagem pedagógica utilizada e a duração de cada produção.

Tabela 3 - Resumo dos Vídeos Educacionais de Matemática

Título do vídeo	Canal	Abordagem Pedagógica	Duração
Progressão Geométrica Matemática Quer que Desenhe	Descomplica	Animação	5min22s
Revisão ENEM: Matemática Razão e Proporção	Descomplica	Lousa e Professor	16min03s
Veja como é fácil construir gráficos de função quadrática	Equaciona	Lousa e Professor	7min44s
Sen30° = ½. Tá mas, por quê?	Equaciona	Mãozinha	4min84s
Matemática básica - Aula 01	Ferreto	Lousa sem Professor	9min40s
Gráficos de funções do 3º grau	Ferreto	Lousa e Professor	30min11s
Questão IFAL Matemática	Gis com Giz	Lousa e Professor	49min16s
5 questões de matemática ESSENCIAIS	Me Salva!	Lousa sem Professor	19min37s
Como aumentar as chances de ganhar Sozinho na Mega	Matemática Rio	Mãozinha	12min53s
Equação com Divisão Fatoreal	Matemática Rio	Lousa e Professor	5min47s
Matemática: Cai no ENEM	Me Salva!	Mãozinha	28min55s
Divisão: Atenção ao acrescentar dois zeros	Marcos Aba	Mãozinha	17min47s
MABA - Concursos Santa Casa Porcentagem	Marcos Aba	Lousa e Professor	4min
Paralelepípedo - Área e Volume	Sandro Curió	Lousa e Professor	15minn

Fonte: Acervo dos autores (2025)

A Tabela 3 mostra a seleção de vídeos educativos, abordando temas de matemática, que foram analisados com base na TCAM. Os vídeos são de canais variados e apresentam diferentes métodos pedagógicos, como animações, explicações com professor e lousa, uso de mãos para gestos explicativos, entre outros.

A diversidade de abordagens pedagógicas reflete o uso de múltiplos canais de informação, como visuais e auditivos, para promover a aprendizagem, além de proporcionar um equilíbrio entre a concisão e a complexidade dos conteúdos.

Ao analisar esses vídeos dentro da TCAM, foi possível observar como os diferentes formatos podem impactar a compreensão do aluno em relação aos conceitos matemáticos abordados.

Os vídeos foram analisados quanto à sua contribuição para a redução da carga cognitiva extrínseca, o gerenciamento da carga cognitiva intrínseca e a promoção da carga cognitiva germana, sendo esses critérios desdobrados em princípios como *coerência, sinalização, redundância, proximidade espacial e temporal, segmentação, ativação de conhecimento prévio*, entre outros.

A tabela a seguir permite visualizar o grau de correspondência de cada abordagem pedagógica em relação a esses princípios, identificando se os vídeos analisados os atendem integral ou parcialmente, ou ainda se não os contemplam, sendo essa categorização fundamental para compreender como diferentes formatos podem influenciar o processo de aprendizagem do aluno.

Tabela 4: Classificação dos Vídeos de Abordagens Pedagógicas segundo os Princípios da TCAM

Vídeo	Abordagem pedagógica	Promoção da carga cognitiva germana ou generativa					Gerenciament o da carga cognitiva intrínseca I			Promoção da carga cognitiva germana ou generativa			
		Coerência	Segmentação	Redundânci	Prox. Espacial	Prox. Temporal	Segmentação	Conhecimento prévio	Modulação por Modalidade	Múltiplos Formatos	Linguagem Personalizada	Características Vocais	Imagens Instrutivas
<u>01</u>	Animação												
<u>02</u>	Lousa e Professor												

03	Lousa e Professor	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
04	Lousa e Professor							■					
05	Lousa e Professor							■					
06	Lousa e Professor												
07	Lousa e Professor					■		■					
08	Lousa e Professor		■	■	■	■		■	■	■			■
09	Mãozinha							■					
10	Mãozinha				■	■							
11	Mãozinha	■		■				■	■				
12	Mãozinha	■		■	■	■		■	■				
13	Lousa sem Professor	■						■		■			
14	Lousa sem Professor	■	■	■				■		■		■	

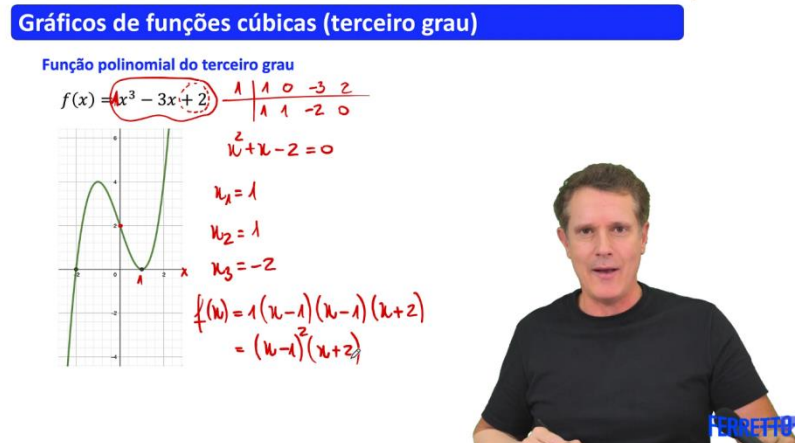
Fonte: Acervo dos autores (2025)

□ Correspondeu integralmente ■ Correspondeu parcialmente ■ Não correspondeu

Ao analisar a Tabela 4, é possível observar que o vídeo "Lousa e Professor" apresenta uma grande disparidade na correspondência aos princípios da TCAM, se destacando em vários critérios, como o do canal Professor Ferreto, atendendo integralmente a todos os princípios, como Coerência, Proximidade Espacial, Modulação por Modalidade, e Imagens Instrutivas. Esses aspectos são essenciais para facilitar a compreensão e o aprendizado, já que a combinação de explicação verbal e visual é eficaz para engajar o espectador e ajudar na compreensão do estudante.

Na figura 5, O vídeo utiliza uma abordagem multimodal, combinando elementos visuais e verbais, o que está alinhado com os princípios da TCAM.

Figura 5 – Recurso Pedagógico professor e lousa digital



Fonte: Canal Professor Ferreto

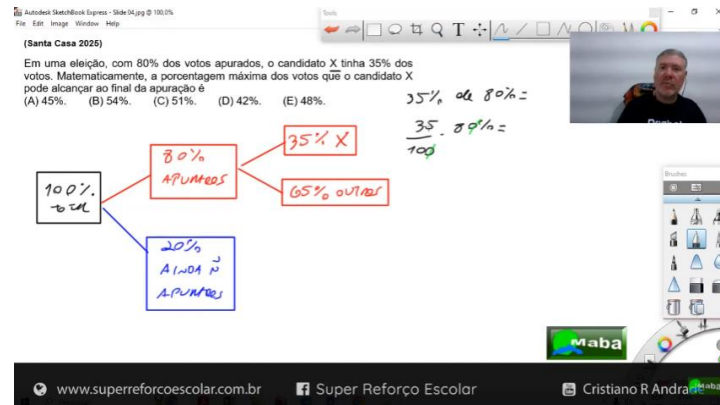
Observe na figura acima que o princípio da coerência é evidente, pois o gráfico da função cúbica é apresentado de forma direta e clara, sem informações desnecessárias. Em acréscimo, o professor segue o princípio da proximidade espacial, mantendo o gráfico e a fórmula matemática próximos um do outro, o que facilita a associação entre os conceitos explicados verbalmente e as representações gráficas. Além desse contexto, a explicação verbal é acompanhada pela modulação por modalidade, onde o áudio (fala do professor) e o vídeo (gráfico da função) são utilizados de maneira complementar, aproveitando diferentes canais de processamento cognitivo e, assim, aumentando a capacidade de retenção da informação.

O princípio da segmentação está presente, uma vez que o conteúdo é apresentado de forma passo a passo, o que permite ao aluno assimilar gradualmente os conceitos envolvidos na função cúbica. Por fim, o professor também faz uso do princípio da ativação do conhecimento prévio, ao relacionar a equação atual com conceitos anteriores, com outras funções presumindo que os alunos já possuam alguma familiaridade com funções matemáticas, o que facilita a compreensão do novo conteúdo.

No entanto, o mesmo recurso "Lousa e Professor" apresenta três princípios que não são atendidos adequadamente, como Redundância, Conhecimento Prévio e Características Vocais, com o canal Marcos Aba, o que pode indicar que, embora a abordagem seja a mesma, poderemos ter uma discrepância significativa em muitos princípios. A falta de redundância, por exemplo, pode dificultar a compreensão dos estudantes com menos conhecimento prévio, aspecto que gera uma desarmonia, pois a presença de falhas em certos critérios pode comprometer a eficácia do vídeo em diferentes contextos de aprendizagem.

Na figura 6, podemos observar a utilização de recursos visuais e digitais para a explicação do exercício, que reflete alguns aspectos da TCAM.

Figura 6 – Recurso Pedagógico professor e lousa digital



Fonte: Canal Marcos Aba, (2025)

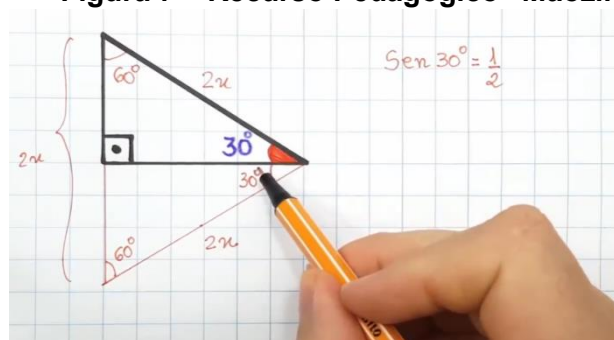
Porém, alguns princípios da TCAM, como coerência, redundância e ativação de conhecimento prévio, não estão completamente aplicados. A exibição em três partes do vídeo de ferramentas de edição, bem como a exibição da barra de tarefas e de títulos não são totalmente coerentes, pois surgem informações de maneira excessiva, o que pode gerar redundância e aumentar a carga cognitiva extrínseca. A duplicação da logomarca "Maba" na tela, por exemplo, não contribui diretamente para a eficácia do princípio da redundância.

O design da tela, com a imagem do professor sobrepondo outros elementos, também pode prejudicar a clareza e a coerência visual, dificultando a associação das informações de maneira eficaz.

O vídeo "Mãozinha" também apresenta uma grande disparidade na aplicação dos princípios da TCAM. O vídeo do Canal Equaciona, por exemplo, se destaca em vários critérios, atendendo integralmente a princípios como Coerência, Proximidade Espacial, Segmentação, Modulação por Modalidade, e Imagens Instrutivas, tornando o conteúdo acessível e visualmente claro para os espectadores.

Na Figura 7, com o recorte do vídeo do canal Equaciona, temos a interação direta com a figura, por meio dos gestos da mão, e a explicação verbal simultânea, aspectos que ajudam a manter o engajamento e a facilitar a compreensão.

Figura 7 – Recurso Pedagógico “Mãozinha”



Fonte: Canal Equaciona, (2025)

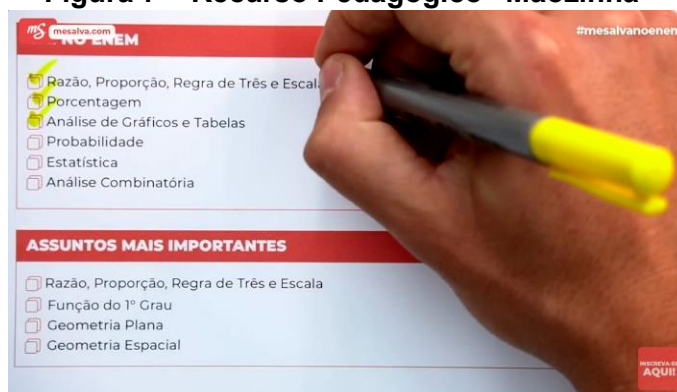
Na imagem, o professor está explicando um problema de trigonometria, utilizando um triângulo retângulo para ilustrar a relação entre os lados e os ângulos, e mostrando como calcular o valor do seno de 30° . A abordagem do vídeo segue bem os princípios da TCAM, especialmente no que diz respeito à coerência, proximidade espacial, modulação por modalidade, e segmentação.

A coerência está bem aplicada, pois o conteúdo visual, o triângulo desenhado, e a explicação verbal são diretamente relevantes e estão claramente conectados, sem informações desnecessárias. Em acréscimo, o professor segue o princípio da proximidade espacial, posicionando a equação relacionada ao seno de 30° perto do triângulo, facilitando a compreensão do conteúdo visual e verbal. O princípio da modulação por modalidade também é bem atendido, pois a explicação verbal é acompanhada por anotações visuais, e o uso da caneta para destacar as partes importantes do triângulo ajuda a guiar o aluno visualmente durante a explicação.

Do mesmo modo, o princípio da segmentação está sendo aplicado de maneira eficaz, pois o conteúdo é dividido em partes menores, como os ângulos e os lados do triângulo, para uma melhor compreensão. No entanto, o princípio da ativação de conhecimento prévio é apenas parcialmente atendido, pois, embora o professor esteja explicando conceitos fundamentais de trigonometria, como o seno e a relação entre os lados do triângulo, não há uma conexão explícita com o que o aluno já sabe ou com experiências anteriores que poderiam facilitar o entendimento do conceito, como uma breve revisão dos conceitos básicos de trigonometria, contexto que poderia tornar a explicação mais acessível para alunos com menos experiência no tema.

Entretanto, assim como o vídeo "Lousa e Professor", o "Mãozinha" é limitado em alguns pontos, tendo em vista que os critérios de Redundância e Conhecimento Prévio não são totalmente atendidos, o que pode ser um obstáculo para espectadores que não possuem familiaridade prévia com os conceitos apresentados. Esse cenário cria uma discrepância, pois, enquanto o vídeo é eficaz em muitos aspectos, ele não é igualmente eficiente para todos os públicos, comprometendo, assim, a totalidade da sua abordagem pedagógica, como podemos observar na Figura 7.

Figura 7 – Recurso Pedagógico “Mãozinha”



Fonte: Me Salva!, (2025)

Na Figura 7, o vídeo está destacando tópicos importantes para o ENEM, com a lista sendo marcada à medida que o conteúdo é abordado. A abordagem multimodal

utilizada no vídeo segue os princípios da TCAM, no entanto, apresenta alguns aspectos que podem ser melhorados, especialmente no que se refere à coerência e redundância.

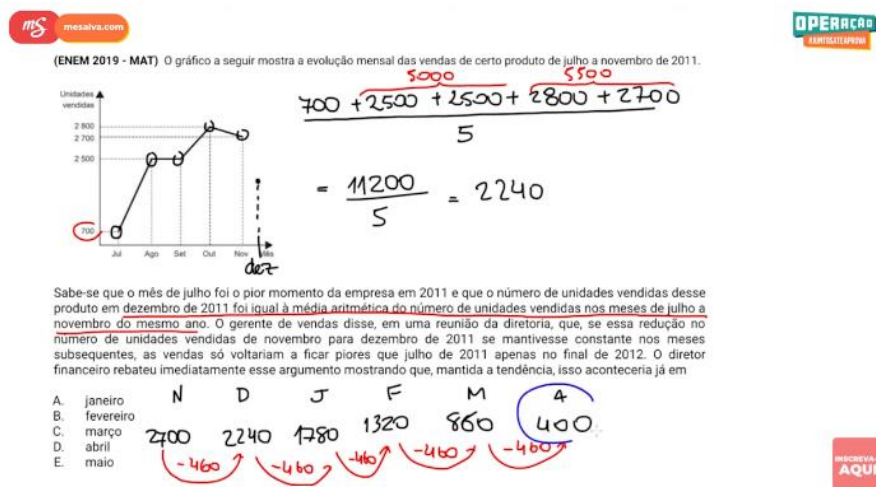
Em relação à coerência, a explicação visual e a escrita estão bem alinhadas, com a mão do professor marcando os tópicos enquanto ele os verbaliza, o que facilita a associação entre o conteúdo falado e o mostrado na tela. No entanto, o nome "Me Salva" aparece em três partes distintas do vídeo, o que pode ser considerado uma forma de redundância visual, fator que gera uma sobrecarga de informação visual, que pode desviar a atenção do aluno e aumentar a carga cognitiva extrínseca sem contribuir para o entendimento do conteúdo. Além disso, o logo cobrindo parte do título compromete a coerência visual, pois dificulta a leitura completa e clara das informações essenciais que estão sendo destacadas, prejudicando a experiência de aprendizado.

No que diz respeito ao princípio da proximidade espacial, o conteúdo é bem organizado, com as informações sobre os tópicos do ENEM e os assuntos mais importantes de forma clara e direta. No entanto, a sobreposição do logo pode interferir nessa proximidade e reduzir a clareza visual. Sendo assim, embora a explicação seja eficiente e bem segmentada, a melhoria na disposição dos elementos visuais poderia otimizar a aprendizagem, mantendo a atenção do aluno no conteúdo sem distrações.

A análise dos vídeos "Mãozinha", "Professor e Lousa" e outros recursos pedagógicos, como animação e professor sem lousa, revela que, embora existam discrepâncias na correspondência de alguns princípios da TCAM, é possível atingir um alto nível de eficácia pedagógica, desde que o recurso seja utilizado de forma estratégica. Similarmente, o vídeo "Professor e Lousa" apresenta uma grande disparidade, atendendo a muitos critérios, mas também deixando de atender outros, como características vocais e redundância, o que pode dificultar a compreensão para determinados grupos de alunos.

No recurso pedagógico "Lousa sem Professor", observamos que, ao contrário de outros princípios, a característica vocal representa um desafio, pois o professor deve alinhar o que está falando com o que está sendo escrito na lousa. Além disso, o princípio da coerência não foi plenamente alcançado nos vídeos analisados, devido à presença de elementos comerciais, como a divulgação de links, cursos e redes sociais. Esses elementos aparecem de maneira fixa ou em momentos pontuais durante o vídeo, interferindo na fluidez do conteúdo e causando distração ao espectador.

Figura 8 – Recurso Pedagógico Lousa sem Professor



Fonte: Me Salva, (2025)

Na Figura 8 é possível observar um destaque para três elementos: dois na parte superior e um na parte inferior direita, onde são divulgados a marca, o curso e a aula. A presença desses elementos de comercialização interfere diretamente nos princípios da TCAM, em particular, o princípio da Coerência, pois os anúncios de links e redes sociais inseridos no vídeo geram distrações desnecessárias, desviando a atenção do conteúdo principal.

Além disso, o princípio da Característica Vocal foi comprometido, considerando que o vídeo apresenta mais de um narrador, o que gera uma sobrecarga de informações auditivas, dificultando a compreensão do estudante. A alternância entre diferentes vozes e a falta de uma narração contínua prejudica a clareza da explicação, tornando mais difícil para o aluno seguir o raciocínio lógico do conteúdo.

A combinação desses fatores compromete a eficácia do vídeo, pois a comercialização excessiva e a falta de uma narrativa vocal coesa interferem diretamente na capacidade do aluno de processar e integrar as informações de forma eficaz.

O vídeo com animação demonstrou bom desempenho em relação aos princípios da TCAM, mas com algumas ressalvas, pois o princípio da Proximidade Espacial foi atendido de forma parcial, considerando que em algumas partes do vídeo os alunos são movidos rapidamente pela animação, o que pode dificultar a assimilação das informações em certos momentos.

Quanto ao princípio da Ativação do Conhecimento Prévio, foi bem aplicado, considerando as peculiaridades da plataforma. Esse cenário ocorre porque os alunos, frequentemente, buscam conteúdos específicos, o que facilita a conexão com o conhecimento pré-existente e favorece a compreensão do material apresentado.

Figura 9 – Recurso Pedagógico Animação



Fonte: Descomplica, (2025)

O princípio do Uso de Múltiplos Formatos foi, sem dúvida, um dos pontos fortes do vídeo. A animação permitiu a integração de diferentes recursos, como imagens, textos e sons, tornando o conteúdo mais dinâmico e acessível. Essa combinação de formatos enriquecidos facilitou a compreensão e o engajamento do público-alvo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos vídeos educacionais de matemática, disponível no YouTube baseada na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), permitiu identificar como a TCAM surge em diferentes abordagens pedagógicas que influenciam a aprendizagem dos estudantes. A pesquisa revelou que, apesar da variedade de recursos pedagógicos utilizados, como animações, lousa e professor, "Mãozinha" e lousa digital sem professor, a eficácia de cada formato depende diretamente da aplicação dos princípios da TCAM.

Observou-se que os vídeos com a abordagem "Lousa e Professor" são predominantes nos canais mais populares, refletindo uma continuidade do modelo tradicional de ensino, mesmo no ambiente digital. Esta abordagem, que simula uma aula presencial, promove a compreensão dos conteúdos de forma estruturada, sendo eficaz, principalmente, para tópicos que exigem um raciocínio lógico passo a passo.

Pode-se extrair dessa análise é que qualquer recurso pedagógico, seja ele a gravação "Mãozinha", "Professor e Lousa", animação ou professor sem lousa, pode ser eficaz em atingir todos os princípios da TCAM, desde que seja bem compreendido e aplicado de maneira adequada ao contexto de aprendizagem. A pesquisa e a análise

detalhada de como esses recursos interagem com os princípios pedagógicos é fundamental para garantir que todos os aspectos sejam atendidos, promovendo uma aprendizagem mais eficiente e acessível. Isso foi comprovado por meio de nossa análise, que mostrou que, ao adaptar e integrar os princípios da TCAM de maneira consistente, os vídeos podem superar as limitações percebidas e maximizar seu potencial pedagógico.

Com o exposto, observa-se que este estudo contribui para a produção de vídeos educacionais alinhados aos princípios da TCAM, além de subsidiar a construção de conhecimentos de educadores e criadores de conteúdo. Espera-se que os resultados possam orientar futuras pesquisas sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de matemática e, ao mesmo tempo, servir como referência para a produção de materiais pedagógicos de impacto educacional

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Tradução de Lígia Teopisto. Revisão científica de Vitor Duarte Teodoro. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003. ISBN 972-707-364-6.

ABA, Marcos. **MABA CONCURSOS - SANTA CASA - 2024 - Porcentagem - Matemática Financeira - Com prof. Cristiano**. YouTube, publicado em 2025. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=vvsWAaF8e_E Acessado em 2025

ABA, Marcos. **Divisão - Atenção ao acrescentar dois zeros ao resto**. YouTube, publicado em 2025. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=aqc4O4KyvHw> Acessado em 2025

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BROME, Cynthia J. **Vídeos educacionais eficazes: princípios e diretrizes para maximizar o aprendizado do aluno com o conteúdo de vídeo**. CBE – Educação em Ciências da Vida, v. 15, n. es6, p. 1–6, inverno 2016.

CAVALCANTE, Lucas Venâncio. **O YouTube como ferramenta de aprendizagem na matemática**. 2021. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

CURIÓ, Sandro. **Paralelepípedo | Área, Volume e Diagonal**. YouTube, publicado em 2025. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=BCCdM7Rv_oQ Acessado em 2025

DESCOMPLICA. **Revisão ENEM | Matemática: Razão e Proporção | Esquenta ENEM**. YouTube, publicado em 2020. Disponível em

<https://www.youtube.com/watch?v=acHTI0uG47k&list=PLglWHtlPYF82bxxxHhqzQAERPaYhKMstTW&index=4> Acessado em 2025

DESCOMPLICA. **Progressão Geométrica | Matemática | Quer que Desenhe.** YouTube, publicado em 2024. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=RSixf97dzhc> Acessado em 2025

FERRETTO, Professor. **Gráficos de funções do 3º grau: cúbicas.** YouTube, publicado em 2025. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=rDRiP8-ai0U> Acessado em 2025

FERRETTO, Professor. **Matemática Básica - Aula 1 - Adição.** YouTube, publicado em 2014. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=az6OYFS7AUA&list=PLTPg64KdGgYgFpOFt2TE TLdEuBB4fvxxf> Acessado em 2025

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIZ COM GIZ MATEMÁTICA. **Questões IFAL Matemática | Preparação para prova 2024-2025.** YouTube, publicado em 2024. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=vrHsx7-dx98> Acessado em 2025

LÉVY, P. **Cibercultura.** 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2000.

MAYER, Richard E.; CLARK, Ruth Colvin. **E-learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning.** San Francisco: Pfeiffer, 2003.

MAYER, Richard E. **Multimedia learning.** 2. ed. Nova Iorque: Cambridge, 2009.

MAYER, Richard E. **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning.** Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

ME SALVA! ENEM. **5 Questões de Matemática ESSENCIAIS! | Revisão ENEM 2024.** YouTube, publicado em 2024. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=3vj11cEo07I&t=360s> Acessado em 2025

ME SALVA! ENEM. **Matemática: Cai no ENEM | Me Salva!** YouTube, publicado em 2022. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=KKDfNHDd_5I Acessado em 2025

PEREIRA, Paulo. **sen30° = 1/2 | Tá! Mas por quê? #1.** YouTube, publicado em 2020. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=wXW-6qZtYQY&list=PLEfwqyY2ox87EwmWVe RTocmr1nlZ6-Rc&index=4> Acessado em 2025

PROCOPIO, Rafael. **Equação com divisão de fatorial muito interessante! Você consegue resolver isso?** YouTube, publicado em 2024. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=tjlqMDVv6ZY> acessado em 2025

PROCOPIO, Rafael. **Como AUMENTAR as Chances de GANHAR SOZINHO na MEGA-SENA? Como jogar? Quais as CHANCES DE GANHAR?** YouTube, publicado em 2025. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=8CQ2he9spV4> Acessado em 2025

MESSER, Andréa Thees. **“Aprendi no YouTube!”: investigação sobre estudar matemática com videoaulas**. 2019. 156 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019

MORENO, Roxana; MAYER, Richard E. **Visual Presentations in Multimedia Learning: Conditions that Overload Visual Working Memory**. University of California, Santa Barbara, Psychology Department, Santa Barbara, CA, U.S.A.

PAAS, Fred; RENKL, Alexandre; SWELLER, John. **Teoria da carga cognitiva e design instrucional: desenvolvimentos recentes**. *Psicólogo Educacional*, v. 38, n. 1, p. 1-4, 2003. Copyright © 2003, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

SANTOS, Aparecida Raquel Gonçalves dos; GONÇALVES, Paulo Gonçalo Farias. **Videoaulas na aprendizagem em matemática: um olhar para os canais do YouTube**. *Revista Tecnologias na Educação*, v. 9, n. 19, jul. 2017. Disponível em: <tecnologiasnaeducacao.pro.br>.

SHIRKY, Clay. **Here comes everybody: the power of organizing without organizations**. New York: Penguin Books, 2008.

THEES, Andréa; MACHADO, Maria Auxiliadora D. **Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM): uma proposta adaptada para análise de videoaulas**. *Informática na Educação: Teoria & Prática*, v. 25, n. 2, p. 50-60, 2022.