

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

teoria & prática

Vol. 25 | N° 2 | 2022

ISSN digital 1982-1654
ISSN impresso 1516-084X



Páginas 50-60

Andréa Thees

Universidade Federal do Estado do
Rio de Janeiro
andrea.thees@unirio.br

Maria Auxiliadora D. Machado

Universidade Federal do Estado do
Rio de Janeiro
maria.machado@unirio.br

Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM): uma proposta adaptada para análise de videoaulas

*Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML): a
proposal adapted for analysis of video classes*

Resumo

Esse trabalho apresenta parte dos resultados de uma tese de doutorado que buscou responder em que medida assistir videoaulas de matemática do YouTube pode contribuir para o estudo efetivo de conteúdos matemáticos. As videoaulas selecionadas foram assistidas e analisadas com base nos princípios da TCAM, que foram adaptados para avaliação desse formato de material audiovisual. Elaborou-se um critério de pontuação das características das videoaulas, que permitiu refletir acerca da crescente projeção do YouTube para fins educacionais. Conforme os dados coletados, foi possível verificar que assistir videoaulas de matemática disponíveis na rede social de compartilhamento de vídeos YouTube tornou-se uma prática recorrente. Todavia, os resultados encontrados indicaram que o grau de aderência da videoaula aos princípios da TCAM irá interferir no estudo de conteúdos de matemática: quanto mais atraente e apelativa for a videoaula, menores as chances de que a aprendizagem de conteúdos de matemática seja efetivada.

Palavras-chave: YouTube. Videoaula. Aprendizagem Multimídia. Tecnologias Digitais.

Abstract

This work presents part of the results of a doctoral thesis that sought to answer to what extent watching YouTube mathematics videos lessons can contribute to the effective study of mathematical content. The selected video lessons were watched and analyzed based on the principles of CTML, which were adapted to evaluate this format of audiovisual material. A scoring criterion was developed for the characteristics of the video lessons, which allowed us to reflect on the growing projection of YouTube for educational purposes. According to the data collected, it was possible to verify that watching math video classes, available on the social video sharing network YouTube, has become a recurring practice. However, the results found indicated that the degree of adherence of the video class to the CTML principles will interfere in the study of mathematics contents. That is, the more attractive and appealing the video lesson, the lower the chances that the learning of mathematics content will be effective.

Keywords: YouTube. Video lessons. Multimedia Learning. Digital Technologies.



PORTO ALEGRE
RIO GRANDE DO SUL
BRASIL

Recebido em: junho de 2022

Aprovado em: dezembro de 2022

1. Introdução

Essa pesquisa buscou identificar elementos da produção e do consumo de videoaulas de matemática, disponíveis em um canal no YouTube, com o objetivo de compreender em que medida esses recursos multimídia podem contribuir para o estudo de conteúdos matemáticos. A investigação foi motivada pelo crescimento acelerado de canais do YouTube com foco no ensino de conteúdos de matemática, um movimento que pode estar sendo impulsionado pela demanda por videoaulas de matemática, mas também pela política de monetização do YouTube.

A plataforma de compartilhamento de vídeos YouTube possui certas peculiaridades desde sua estreia na rede mundial em 2005. Entender a ascensão do YouTube.com como um fenômeno da internet tem sido o foco principal de diversos pesquisadores (ALLOCCA, 2018; BURGUESS e GREEN, 2018; CHRISTENSEN, 2007; CRICK, 2016; LANGE, 2014).

O uso das redes sociais se intensificou a partir da popularização de dispositivos eletrônicos de comunicação e informação com acesso à internet (CASTELLS e CARDOSO, 2005). Esse contexto, associado às mudanças na plasticidade cerebral dos nativos digitais (PRENSKY, 2001a, 2001b) e ao colapso dos sistemas educacionais tradicionais (SIBILIA, 2012), pode justificar a crescente tendência à produção e consumo de vídeos educativos no YouTube.

A questão que se coloca, então, para pensar as particularidades da prática de estudar matemática com videoaulas no YouTube, se refere à existência de novas relações de aprender e ensinar, de outras formas de comunicação inusitadas, de coletivos nunca pensados antes, de conexões que se estabelecem independentemente da distância e do momento (LANGE, 2014). É também considerar a presença das tecnologias digitais nos processos cotidianos de ensinar e de aprender matemática.

A maioria dos indivíduos em idade escolar, atualmente, pertence a uma geração que nunca viveu sem celulares, tablets, computadores pessoais e acesso à internet. A chamada Geração Millenium possui hábitos peculiares e esse coletivo de nativos digitais vem fazendo com que as instituições escolares repensem suas estratégias de ensino e seus modos de atuar. Presencia-se, a cada dia, mais e mais sujeitos ansiosos para integrar as tecnologias às práticas pedagógicas, buscando inovar o processo de ensino e aprendizagem, sem que essas tentativas de

inovação se transformem em apenas mais um modismo.

Ou seja, a aquisição de desenvolvimento tecnológico, o acesso à internet e a chegada à sociedade em rede não são garantia de transformação de uma realidade social para melhor. Castells (2005, p. 19) afirma que “difundir a Internet ou colocar mais computadores nas escolas, por si só, não constituem necessariamente grandes mudanças sociais”.

Apesar da compreensão de que esse paradigma tecnológico tem capacidade de desempenho e atuação superiores em relação aos sistemas tecnológicos anteriores, dependerá de onde, por quem e para que são usadas as tecnologias de comunicação e informação.

O recorte apresentado nesse trabalho se refere à etapa da pesquisa de análise das videoaulas a partir dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia – TCAM, de Mayer (2009). Para realizar essa etapa da investigação, foi selecionada uma amostra de vinte videoaulas, equivalente a 10% do universo das duzentas videoaulas mais populares do canal escolhido.

Os procedimentos metodológicos se basearam na aplicação de princípios que se originaram em três objetivos de fundamental importância na elaboração de materiais multimídias voltados para a aprendizagem. Estes objetivos visam à redução do processamento de conteúdo supérfluo, ao gerenciamento do entendimento essencial e à promoção do processamento criativo (MAYER, 2009).

2. A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia e seus Doze Princípios

A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia – TCAM, foi elaborada por Richard E. Mayer (2009) e seus colaboradores, tendo como base evidências experimentais realizadas ao longo de mais de duas décadas de investigações na Universidade de Cambridge. As pesquisas de Mayer se basearam e se desenvolveram a partir de uma hipótese central, que considera que “people learn better from words and pictures than from words alone” (MAYER, 2009, p. 1). Ou seja, pessoas aprendem melhor com palavras e imagens, do que somente com palavras, conforme tradução. Contudo, segundo Mayer, a ideia de possibilitar um aprendizado melhor a partir do uso conjugado de palavras e imagens apenas se sustenta, como hipótese, quando esse uso respeitar alguns princípios. Para delimitar a aprendizagem multimídia

ao uso de videoaulas, foram consideradas algumas adaptações.

A TCAM foi desenvolvida em cima da ideia de verificar que modelo de instrução multimídia seria capaz de promover uma suposta aprendizagem, caracterizando-a assim como uma aprendizagem multimídia. A teoria possui uma abordagem, quanto à produção de recursos multimídia, centrada nos aprendizes, visando adaptar as novas tecnologias às necessidades desses com o objetivo de favorecer a aprendizagem. Para tal, busca meios que tenham potencial para maximizar a aprendizagem, oferecendo suporte para o desenvolvimento de recursos multimídia que possam aperfeiçoar os conteúdos e mensagens abordados.

Segundo Mayer (2009), três suposições advindas do campo das ciências cognitivas são as bases para a TCAM, a saber, "dual-channel, limited-capacity, and active-learning processing" (IBIDEM, p. 68). A primeira suposição, do canal duplo, sugere que as pessoas possuem canais separados para processar estímulos auditivos e visuais. Tais sistemas até interagem, mas são essencialmente diferentes. A hipótese da capacidade limitada se refere ao limite na capacidade de processamento cognitivo que os seres humanos têm em cada um dos dois canais, sendo capazes de lidar apenas com certa quantidade de informações por vez. Outrossim, a hipótese do aprendizado ativo indica que o aprendiz deve estar envolvido em um processo cognitivo adequado, com engajamento, para que a aprendizagem ocorra. Esse processo abarca tanto a seleção de um material relevante, quanto sua subsequente organização mental em uma estrutura coerente e, finalmente, a integração e consolidação desse novo material com o conhecimento prévio do estudante.

Dessa forma, o desafio da instrução multimídia compreende trabalhar assertivamente o processamento de informação entre esses dois canais, o auditivo e o visual. Enquanto a instrução multimídia administra a quantidade e a qualidade das informações que são entregues de cada vez, suas premissas buscam dar condições para o adequado processamento cognitivo de um novo conhecimento.

Embora o objeto de estudo da TCAM tenha sido, originalmente, as apresentações multimídia, seus conceitos, definições e proposições podem ser aplicadas a outras instruções multimídia, como seria o caso de vídeos ou videoaulas. Para tal, também se considera aplicar os três objetivos que Mayer (2009) indicou como sendo de fundamental importância para os materiais multimídias voltados para a

aprendizagem e que devem ser observados durante a sua elaboração.

Esses objetivos, que visam à redução do processamento de conteúdo supérfluo e desnecessário, ao gerenciamento do entendimento essencial e à promoção do processamento criativo e gerador, inspiraram os doze princípios da TCAM, sistematizados em três grupos distintos, sendo:

Grupo A – dos princípios para reduzir o processamento desnecessário na memória sensorial, evitando a sobrecarga cognitiva: 1. coerência, 2. sinalização, 3. redundância, 4. proximidade espacial, 5. proximidade temporal;

Grupo B – dos princípios para favorecer o processamento essencial do material na memória de trabalho, possibilitando a integração com o conhecimento prévio: 6. segmentação, 7. conhecimento prévio, 8. modalidade;

Grupo C – dos princípios para favorecer o processamento gerador do material na memória de longo prazo, permitindo que a aprendizagem aconteça: 9. multimídia, 10. personalização, 11. voz, 12. imagem.

Para determinar a validade desses princípios, Mayer (2009) conduziu uma série de experimentos envolvendo testes de retenção e de transferência para medir a diferença média de desempenho entre os integrantes do grupo de teste e os integrantes do grupo de controle. Em seu método, foram utilizadas as premissas do Teste de Cohen (1988 *apud* MAYER, 2009, p. 54), que se utiliza das seguintes fórmulas para cálculo do efeito de cada princípio testado:

$d = \frac{x_1 - x_2}{s}$, onde x_1 é a média do grupo de teste e x_2 é a média do grupo de controle;

$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$, onde n_1 e n_2 são os números de sujeitos em cada grupo, e s_1 e s_2 representam os desvios padrões agrupados.

Essa maneira de medir o tamanho do efeito mostra-se particularmente favorável quando se deseja comparar uma série de dados experimentais obtidos a partir de testes e materiais diferentes, pois permite a utilização de uma métrica comum para conjuntos de dados diversos, facilitando significativamente a comparação de resultados variados (MAYER, 2009, p. 54). Segundo o Teste de Cohen, se um resultado for

maior ou igual que 0,8 o tamanho do efeito é considerado grande, se o resultado for menor que 0,8 e maior ou igual a 0,5 considera-se o tamanho do efeito como médio e, para um resultado menor que 0,5 e maior ou igual a 0,2, o tamanho do efeito é considerado pequeno. Resultados abaixo de 0,2 são desprezados. Nesse sentido, Mayer (2009, p. 54) considera que um método instrucional que obteve resultado 0,8 ou superior, ou seja, que possui um tamanho de efeito grande, está indicando uma relevância prática em associação à sua relevância estatística, pois tem um impacto bastante significativo no desempenho dos estudantes. O autor destaca ainda que, para lidar com muitas comparações experimentais acerca do mesmo método instrucional, optou por focar na mediana dos tamanhos de efeito. Ou seja, no tamanho do efeito que possui metade dos resultados acima dele e a outra metade dos resultados abaixo. Quando a mediana dos tamanhos do efeito possui um valor médio ou alto, existem razões para acreditar que aquele método instrucional é eficiente para a prática educacional.

Em síntese, a ideia central defendida por Mayer nesses princípios, segundo Cardoso (2014, p. 96), "é

que o aprendizado humano é otimizado quando o material didático apresenta informações que podem ser captadas por diferentes sentidos, por exemplo, a audição e a visão, e de forma simultânea". Fatores afetivos também devem ser levados em conta ao preparar um material de ensino, já que a personalização do material aproxima o estudante daquilo que é ensinado. No estudo realizado por Cardoso (2014) para analisar as videoaulas de álgebra, os doze princípios da TCAM foram aplicados sem que a métrica dessa teoria, ou seja, os tamanhos médios dos efeitos resultantes dos Testes de Cohen, tivessem sido considerados.

A Tabela 1 sumariza os resultados encontrados nos noventa e três experimentos realizados durante duas décadas de pesquisas, apresentando o tamanho do efeito mediano de cada um dos princípios da TCAM. Também mostra quantos testes foram realizados e quantos deles apresentaram resultados esperados, ou seja, confirmaram que a aplicação do princípio em questão de fato potencializou o aprendizado dos indivíduos.

Tabela 1 - Resumo dos resultados dos princípios para a Aprendizagem Multimídia

Princípio da TCAM	Tamanho Médio do Efeito (mediana)	Testes com o Resultado Esperado
I. Princípios para Reduzir o Processamento Supérfluo		
1. Princípio da Coerência	0,97	14 de 14
2. Princípio da Sinalização	0,52	5 de 6
3. Princípio da Redundância	0,72	5 de 5
4. Princípio da Proximidade Espacial	1,19	5 de 5
5. Princípio da Proximidade Temporal	1,31	8 de 8
II. Princípios para Gerenciar o Processamento Essencial		
6. Princípio da Segmentação	0,98	3 de 3
7. Princípio do Conhecimento Prévio	0,85	5 de 5
8. Princípio da Modalidade	1,02	17 de 17
III. Princípios para a Promoção do Processamento Criativo		
9. Princípio da Exposição Multimídia	1,39	11 de 11
10. Princípio da Personalização	1,11	11 de 11
11. Princípio da Voz	0,78	3 de 3
12. Princípio da Imagem	0,22	5 de 5

Fonte: Adaptado de MAYER (2009)

3. Método adaptado e utilizado na investigação

Para investigar em que medida assistir às videoaulas de matemática disponíveis em um canal no YouTube pode contribuir para o estudo de conteúdos matemáticos, foi necessário ponderar os índices de cada um dos doze princípios de maneira que os resultados

não ficassem deturpados, visto que Mayer (2009) testou isoladamente os princípios da TCAM em apresentações audiovisuais e analisou os resultados obtidos em separado. Diferentemente disso, foram estabelecidos índices de participação em relação a cada princípio, para depois testá-los em uma única videoaula, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 – Tabela Matriz de Índices da TCAM

Princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia - TCAM	Tamanho médio do efeito	Índice relativo de cada princípio	Participação (%) de cada princípio
A. Princípios para Reduzir o Processamento Superfluo	4,71	0,42586	42,59%
1. Princípio da Coerência	0,97	0,08770	8,77%
2. Princípio da Sinalização	0,52	0,04702	4,70%
3. Princípio da Redundância	0,72	0,06510	6,51%
4. Princípio da Proximidade Espacial	1,19	0,10759	10,76%
5. Princípio da Proximidade Temporal	1,31	0,11844	11,84%
B. Princípios para Gerenciar o Processamento Essencial	2,85	0,25769	25,77%
6. Princípio da Segmentação	0,98	0,08861	8,86%
7. Princípio do Conhecimento Prévio	0,85	0,07685	7,69%
8. Princípio da Modalidade	1,02	0,09222	9,22%
C. Princípios para Promover o Processamento Criador	3,28	0,31646	31,65%
9. Princípio Multimídia	1,39	0,12568	12,57%
10. Princípio da Personalização	1,11	0,10036	10,04%
11. Princípio da Voz	0,78	0,07052	7,05%
12. Princípio da Imagem	0,22	0,01989	1,99%
Total Geral:	11,06	1	100,00%

Fonte: Elaborado pelas autoras

Os princípios da TCAM foram codificados e sintetizados para facilitar o trabalho de observação das videoaulas e evitar interpretações equivocadas. Sendo assim, ficou estabelecido que a videoaula estaria respeitando os princípios da TCAM se: A1.Coerência (materiais supérfluos ou desnecessários não fossem mostrados); A2.Sinalização (existissem dicas de organização do conteúdo a ser apresentado); A3.Redundância (tivesse apenas gráficos e narração, em vez de gráficos, narração e texto impresso); A4.Proximidade espacial (palavras e figuras afins estivessem próximas, em vez de distantes umas das outras); A5.Proximidade temporal (palavras e figuras correspondentes fossem apresentadas ao mesmo tempo, e não em sucessão); B6.Segmentação (apresentasse o conteúdo segmentado, e não como uma unidade contínua, permitindo ao usuário controlar

o ritmo da aprendizagem); B7.Conhecimento prévio (os principais conceitos, definições e características do conteúdo fossem mostrados previamente); B8.Modalidade (tivessem gráficos e narração, em vez de gráficos e texto impresso); C9.Multimídia (empregasse recursos audiovisuais, que é o princípio fundamental da TCAM); 10.Personalização (usasse palavras informais, no estilo de uma conversa coloquial, e não em estilo formal); C11.Voz (as palavras fossem ditas por uma voz humana amigável, e não por uma máquina); C12.Imagem (a imagem do narrador aparecesse na tela, e não apenas sua voz em off).

Na primeira fase do processo de análise, a videoaula era assistida na íntegra e as características mais relevantes eram comentadas em voz alta e captadas por um gravador de celular. A seguir, esses comentários eram transcritos para o formulário de análise e, depois,

eram identificados qual ou quais princípios da TCAM estavam sendo desrespeitados na videoaula em questão e em que trechos isso ocorria. Os trechos selecionados eram novamente assistidos para a

identificação do nível de aderência da videoaula a um determinado princípio (insuficiente, muito baixo, baixo, médio), que depois eram convertidos em pontos (-10,-7,5, -5, -2,5).

Tabela 3 – Formulário para análise de videoaulas

Vídeoaula 01:	Índice TCAM:	
POLÊMICA: 80% das Pessoas Erram o Valor de $2+5 \times 3+4$ Expressão Numérica e PEMDAS	7,61	
A. Princípios para Reduzir o Processamento Supérfluo	7,76	
1. Princípio da Coerência	2,5	
2. Princípio da Sinalização	10	
3. Princípio da Redundância	10	
4. Princípio da Proximidade Espacial	10	
5. Princípio da Proximidade Temporal	7,5	
B. Princípios para Gerenciar o Processamento Essencial	5,18	
6. Princípio da Segmentação	2,5	
7. Princípio do Conhecimento Prévio	2,5	
8. Princípio da Modalidade	10	
C. Princípios para a Promoção do Processamento Criativo	9,37	
9. Princípio Multimídia	10	
10. Princípio da Personalização	10	
11. Princípio da Voz	10	
12. Princípio da Imagem	0	
Observações sobre a classificação dos princípios da TCAM	Código	Pontos
Informações supérfluas no início do vídeo (polêmica, burburinho).	A1	-2,5
Texto grande em vermelho acima e abaixo do conteúdo, com uma interrogação, exibido durante todo o vídeo.	A1	-2,5
Conceitos completamente pertinentes ao tema, como parênteses, chaves, colchetes, a ordem em que se faz as operações são explicadas às pressas, no meio do vídeo e da explicação, violando de forma grave o princípio do treinamento prévio.	B7	-7,5
O narrador "encaixa" no meio da explicação de como fazer, como estaria errado se fosse feito de outra forma, desenvolvendo a expressão a partir do erro antes de finalizar a demonstração do raciocínio correto, exigindo esforço extra da memória de trabalho do aluno enquanto ele aguarda o fechamento da linha de raciocínio principal da questão.	A5	-2,5
	A1	-2,5
O vídeo praticamente não oferece chances boas de pausa para o aluno assimilar uma parte do raciocínio antes que seja dado o próximo passo e em nenhum momento sugere que isso seja feito.	B6	-7,5
Não há imagem do narrador.	C12	-10

Fonte: Elaborado pelas autoras

Ao submeter uma videoaula para análise segundo os princípios da TCAM, supôs-se que a videoaula teria uma pontuação máxima e que, conforme algum princípio fosse sendo desrespeitado, seus pontos iam sendo subtraídos. Na fase seguinte, ocorria a digitação dos pontos recebidos por cada princípio em uma planilha

com fórmulas para ponderar os valores e calcular a pontuação final adquirida pela videoaula, conforme exemplo da Tabela 3.

No total, foram analisadas as vinte videoaulas mais populares de um canal de videoaulas de matemática do YouTube, que originaram a Tabela 4:

Tabela 4 – Classificação das Videoaulas por Grau de Aderência

Princípios da TCAM	Aderência	Grupo A	Coerência	Simulação	Redundância	Prox. Espacial	Prox. Temporal	Grupo B	Segm. em tempo	Contraste em tempo	Modelagem	Grupo C	Multimídia	Personalização	Voz	Imagem
Videoaula 10	10,00	10,00	10	10	10	10	10	10,00	10	10	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 17	10,00	10,00	10	10	10	10	10	10,00	10	10	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 09	9,75	9,79	9	10	10	10	10	9,36	9	9	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 08	9,62	10,00	10	10	10	10	10	8,51	10	5	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 11	9,59	10,00	10	10	10	10	10	8,39	7,5	7,5	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 12	9,58	10,00	10	10	10	10	10	9,14	7,5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 16	9,36	10,00	10	10	10	10	10	8,28	5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 18	9,36	10,00	10	10	10	10	10	8,28	5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 14	9,32	9,45	10	5	10	10	10	8,28	5	10	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 15	9,17	10,00	10	10	10	10	10	6,79	5	5	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 05	9,14	10,00	10	10	10	10	10	7,42	2,5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 06	9,13	10,00	10	10	10	10	10	7,02	10	0	10	9,69	10	10	10	5
Videoaula 07	9,12	8,97	5	10	10	10	10	8,28	5	10	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 19	8,73	8,46	2,5	10	10	10	10	8,39	7,5	7,5	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 13	8,70	8,97	5	10	10	10	10	7,42	2,5	10	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 20	8,70	7,39	0	5	10	10	10	9,25	10	7,5	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 02	8,61	9,49	7,5	10	10	10	10	6,04	5	2,5	10	9,53	10	10	10	2,5
Videoaula 04	8,41	7,18	0	10	5	10	10	9,25	10	7,5	10	9,37	10	10	10	0
Videoaula 03	8,33	8,93	7,5	5	10	10	10	5,30	5	0	10	10,00	10	10	10	10
Videoaula 01	7,61	7,76	2,5	10	10	10	7,5	5,18	2,5	2,5	10	9,37	10	10	10	0

Fonte: Elaborado pelas autoras

Esses dados parecem ser bastante significativos se for levado em conta que pontuações acima de 7,5 foram consideradas como tendo uma alta aderência ao princípio, pelos valores para conversão de grau em pontuação.

Na amostra analisada, as treze primeiras videoaulas obtiveram índice de aderência nove e dez pontos, colocando esses valores médios na faixa de alta aderência aos princípios da TCAM. As sete videoaulas restantes, apesar de terem obtido pontuação abaixo de 9,0, foram classificadas com um bom grau de aderência. Das videoaulas analisadas, nenhuma ficou abaixo do índice de 7,5.

A planilha de controle das pontuações, com a discriminação dos pontos obtidos em cada princípio pelas videoaulas analisadas, facilitava uma visão geral do comportamento das videoaulas quando submetidas

aos doze princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, de Richard Mayer (2009). Além dos valores absolutos de aderência a certo princípio e dos valores médios por grupo de princípios, a planilha calculava a média geral das vinte videoaulas. Esses valores foram comparados através da tabela 5:

Tabela 5 – Relação das médias obtidas com a análise das 20 videoaulas

Princípios da TCAM	Média
A. Princípios para Reduzir o Processamento Superflúo	9,32
1. Princípio da Coerência	7,45
2. Princípio da Sinalização	9,25
3. Princípio da Redundância	9,75
4. Princípio da Proximidade Espacial	10,00
5. Princípio da Proximidade Temporal	9,88
B. Princípios para Gerenciar o Processamento Essencial	8,03
6. Princípio da Segmentação	6,70
7. Princípio do Conhecimento Prévio	7,20
8. Princípio da Modalidade	10,00
C. Princípios para a Promoção do Processamento Criativo	9,71
9. Princípio Multimídia	10,00
10. Princípio da Personalização	10,00
11. Princípio da Voz	10,00
12. Princípio da Imagem	5,38
Nível Total de Aderência da Videoaula aos Princípios:	9,11

Fonte: Elaborado pelas autoras

Em relação às médias, cinco princípios obtiveram pontuação máxima. No caso do princípio da proximidade espacial, no qual a proximidade de palavras e imagens facilitaria a memória de trabalho e evitaria o esforço de retenção da imagem, existia total sincronicidade entre a narração e as imagens que iam aparecendo ao longo da videoaula.

Similarmente, o princípio da voz infere que existem maiores chances de aprendizagem quando o material multimídia exposto é narrado em uma voz humana amigável, e não por uma voz computadorizada, e o princípio da personalização, que diz que as pessoas aprendem melhor a partir de apresentações multimídia quando as palavras são apresentadas de maneira informal, em tom de conversa, ao invés de uma apresentação formal, foram totalmente atendidos nas videoaulas analisadas. Em outras palavras, a voz utilizada nas videoaulas é do próprio narrador, e não uma voz mecanizada ou robotizada. Também o modo de narração empregado é informal, adotando um tom de conversa coloquial.

De modo equivalente, o princípio da modalidade manteve a pontuação máxima, o que pode ser compreendido facilmente, a partir do estilo das videoaulas de matemática do Canal MatemáticaRio. Nelas, as imagens são acompanhadas exclusivamente de palavras narradas, ou seja, em formato sonoro, descarregando assim as informações do canal visual para o canal auditivo, liberando o sistema visual para processar com muito mais eficiência o que está sendo transmitido. Complementa esse princípio, o princípio multimídia, que afirma que as pessoas aprendem melhor a partir de palavras e imagens do que apenas a partir de palavras, possibilitando a construção de um

modelo mental visual rico em conexões com o modelo mental sonoro e integrados entre si.

Em seguida, percebeu-se que o princípio da proximidade temporal manteve a pontuação alta, provavelmente devido à simultaneidade na apresentação de palavras e figuras correspondentes, presente em praticamente todas as vinte videoaulas. Outro princípio que manteve sua pontuação alta foi o princípio da redundância. Uma explicação para justificar esse resultado poderia estar embasada na premissa assumida no início dessa análise, de que as fórmulas, símbolos e conectores usados na matemática foram considerados como imagens e somente quando havia uma palavra ou expressão escrita, esse registro era considerado como texto impresso. Assim, também a boa pontuação auferida ao princípio da sinalização pode estar significando que o material multimídia analisado era bem organizado no que se refere à inserção de dicas e indicações ao longo das videoaulas.

Não tão bem pontuados assim estavam os princípios da coerência e do conhecimento prévio. Ambos não obtiveram o grau de aderência desejado, tendo em vista que, na maioria das videoaulas, são adicionadas informações irrelevantes à aprendizagem do tema principal em si. Em geral, as videoaulas iniciam com uma chamada, informação sobre o canal, pedido de inscrição ou de curtidas, propaganda da plataforma MatemáticaRio, ou mesmo brincadeiras ou piadinhas.

Embora esse estilo seja a marca registrada do canal, ele não se limita aos momentos iniciais da videoaula. Além disso, também foram encontrados materiais supérfluos ao longo das videoaulas analisadas. Por outro lado, em algumas videoaulas, foi observado que era deixada uma lacuna em relação a realizar um treinamento prévio tal que o usuário se familiarizasse com os nomes e as características dos principais elementos a serem ensinados. Mais abaixo em termos de aderência das videoaulas, está o princípio da segmentação, revelando a necessidade de existirem alternativas para que sejam feitas pausas na videoaula de acordo com o ritmo de cada um.

Por fim, mas tão importante quanto os princípios discutidos acima, está o princípio da imagem. Ele afere à imagem do narrador a motivação para aprender com o material multimídia, no caso, com as videoaulas de matemática. A pontuação baixa se refere à existência de praticamente a metade das videoaulas analisadas gravadas sem a imagem do narrador, em formato de quadro-negro, ou apenas exibindo suas mãos. Essas videoaulas, em que eram visualizadas somente as mãos do narrador, tiveram diminuídas as pontuações referentes ao princípio da coerência, pois os gestos das

mãos em cima das explicações do conteúdo causavam bastante distração.

Outras observações que podem ser retiradas da tabela anterior dizem respeito aos grupos de princípios, sendo que a menor média ficou com o grupo dos princípios para gerenciar o processamento essencial, que são aqueles que mais influenciaram na média final das videoaulas. Talvez, a alta aderência das videoaulas aos princípios para promover o processamento criativo seja a principal responsável pelo sucesso do canal. Essa suposição pode indicar o quanto é importante, para o sucesso de uma videoaula, respeitar os princípios da personalização, da voz e da imagem, além do próprio princípio multimídia, obviamente. No caso do Canal MatemáticaRio, nesse grupo de princípios, apenas o princípio da imagem não obteve pontuação máxima.

Essa análise parece ser bastante significativa se for levado em conta que pontuações acima de 7,5 foram consideradas como tendo uma alta aderência ao princípio, pelos valores para conversão de grau em pontuação. No caso das treze primeiras videoaulas, que estão entre nove pontos e o máximo de dez pontos, os valores médios conquistados encontram-se na faixa de aderência alta, bem como as sete videoaulas restantes, apesar de terem obtido pontuação entre 7,5 e 9,0, também foram classificadas com um alto grau de aderência.

Considerou-se, então, ser possível afirmar que, quanto mais adequados estiverem os materiais multimídia utilizados como mediadores de processos educativos, mais chances de uma aprendizagem significativa ser efetivada. Lembrando, porém que, assim como Mayer (2009) alerta, os materiais multimídia podem ser apenas facilitadores da aprendizagem. Apenas por atender aos princípios da TCAM, não se pode afirmar que a aprendizagem se efetive de forma significativa, pois existem muitas outras variáveis envolvidas nesse processo.

4. Análise dos Dados

Algumas observações que dizem respeito aos valores obtidos após a pontuação dos princípios relativos aos Grupo A, B e C podem ser retiradas da Tabela 5, pois verifica-se, por exemplo, que as menores médias obtidas pertencem ao grupo de princípios para gerenciar o processamento essencial (Grupo B). Esses são os princípios usados para avaliar se os conteúdos da videoaula estavam segmentados de tal forma que permitisse ao usuário controlar o ritmo da aprendizagem; se os principais conceitos e definições da videoaula haviam sido mostrados previamente, pois entende-se que as pessoas aprendem melhor quando

já sabem os nomes e as características dos principais conceitos antes de conhecer mais detalhes; e, se a videoaula possuía figuras e narração, em vez de figuras e texto impresso, visto que as pessoas aprendem melhor com imagens e textos falados do que com imagens e textos escritos.

Pode-se inferir que a preocupação em favorecer o processamento essencial, isto é, o processamento responsável por representar o material na memória de trabalho possibilitando a integração com o conhecimento prévio, poderia ser mais bem valorizada na elaboração das videoaulas de matemática analisadas. A baixa aderência aos princípios desse grupo pode ocasionar uma sobrecarga no processamento essencial, restando poucos recursos cognitivos para realizar o processamento gerador, responsável por organizar e integrar as representações mentais produzidas.

Já as médias de pontuação dos princípios do Grupo A, que visam reduzir o processamento supérfluo, ou desnecessário, evitando sobrecarga cognitiva, ficaram um pouco acima devido às videoaulas que conseguiram atingir o máximo de pontos. A maior parte dos princípios desse grupo foi respeitada e observa-se boa sinalização, com a qual as pessoas aprendem melhor quando a organização do material é explicitada, pois o aprendiz poderia ser guiado ao que é essencial, favorecendo a organização; quase nenhuma redundância, onde a presença de legendas implicaria em sobrecarga do canal visual, o que não ocorreu na maioria das videoaulas; e, praticamente, total contiguidade espacial/temporal, cujos princípios afirmam que as pessoas aprendem melhor quando tanto as palavras e as imagens correspondentes estão espacialmente próximas, e quando as palavras e as imagens correspondentes aparecem ao mesmo tempo, facilitando o estabelecimento de conexões entre as informações verbais e visuais.

Ainda nessa análise constatou-se que o princípio da coerência foi o mais desrespeitado na elaboração de quase metade das videoaulas investigadas. Esse princípio indica que as pessoas aprendem melhor quando informações desnecessárias são suprimidas. Palavras, títulos, links externos, figuras, emojis, sons, ruídos, músicas e outros códigos, quando não são essenciais para a compreensão do conteúdo tornam-se supérfluos e impedem, ou dificultam, que um determinado conteúdo seja efetivamente estudado e compreendido.

Por fim, verificou-se uma alta aderência das videoaulas analisadas aos princípios do Grupo C, que buscam promover o processamento criativo. Talvez essa seja a principal característica das videoaulas de

matemática disponibilizadas pelo canal e responsável por seu sucesso entre o público consumidor de videoaulas. Essa suposição parece indicar o quanto é importante, para o sucesso de uma videoaula junto aos usuários do YouTube, respeitar os princípios da personalização, da voz e da imagem, além do próprio princípio multimídia, obviamente. É fato que essas vinte videoaulas de matemática foram produzidas pelo proprietário do canal que, como um professor de matemática, possui um estilo próprio e pouco varia suas práticas letivas. Sendo assim, entende-se ser mais provável que novidades tecnológicas sejam incorporadas às gravações, modificando o padrão do material multimídia, ao invés de haver grandes alterações no método de ensino ou no formato pedagógico.

Pelo fato de serem gratuitas e possuírem uma interface amigável e intuitiva, as videoaulas podem acabar se tornando iscas atrativas, especialmente, para aqueles que pertencem à geração dos chamados nativos digitais (PRESNKY, 2001a, 2001b), seu consumo até pode parecer confortável e familiar, compensando as lacunas deixadas pelo sistema escolar (SIBILIA, 2012). Dessa forma, a opção de usar videoaulas para se estudar conteúdos de matemática, em um primeiro momento, surge como poderosa e eficiente. Contudo, por estarem hospedadas na rede social YouTube, sua utilização pode apresentar desvantagens.

O YouTube é uma plataforma que tem seus próprios critérios de difusão dos seus conteúdos, com parâmetros definidos a partir de seu algoritmo e sua dinâmica. A maioria desses processos métricos, comuns nas redes sociais intrínsecas à atual sociedade em rede (CASTELLS e CARDOSO, 2005), nada têm a ver com a eficiência de uma videoaula na efetivação da aprendizagem, quando mediada por esse tipo de recurso multimídia. Ou seja, a dinâmica característica de redes sociais, em especial do YouTube, pode estar comprometendo a qualidade de uma instrução multimídia quando seus algoritmos recomendam videoaulas com maior popularidade, no lugar de videoaulas com maior aderência aos princípios da TCAM (MAYER, 2009), por exemplo. Além disso, a necessidade de atratividade estética, títulos apelativos, abordagem de conteúdos através de assuntos polêmicos, paródias, utilização de caixa alta e emojis para chamar a atenção, citando apenas alguns exemplos presentes nas vinte videoaulas de matemática analisadas nesse recorte, podem desviar a atenção do internauta para itens não coerentes com o estudo adequado de conteúdos de matemática.

As práticas daqueles usuários que atuam na produção de conteúdo mostraram estar sob a influência

de tais aspectos. Ao se tornarem youtubers, professores proprietários de canais no YouTube e outros profissionais passam a ser empreendedores de si mesmos. A partir desse instante, passam a se preocupar com a autopromoção, com o crescimento do canal, com monetização, propagandas, entre outras ações de venda e marketing de produtos, no caso de videoaulas. Possivelmente, a qualidade pedagógica do material por ele produzido poderá diminuir.

Enfim, deve-se ressaltar que o nível de aderência das videoaulas aos princípios da TCAM foi avaliado, exclusivamente, a partir da videoaula em si, desde o momento em que ela se inicia até o momento em que ela termina. Desse modo, não foram considerados outros elementos presentes no YouTube que podem impactar de maneira significativa a eficiência do emprego dessa plataforma como principal ferramenta de estudo. O caminho feito pelo usuário até a seleção de uma videoaula coloca em cena outros fatores. Afinal, como qualquer rede social virtual, o YouTube oferece uma verdadeira profusão de possíveis fontes de distração e de conteúdos supérfluos, colocando o usuário a um clique de uma gama quase infinita de vídeos de puro entretenimento, sem nenhum valor educacional.

5. Considerações Finais

Essa pesquisa corrobora com a tese de que assistir videoaulas para estudar conteúdos de matemática dependerá do grau de aderência da videoaula selecionada aos princípios da TCAM para se concretizar. Nesse sentido, existem potencialidades, mas também limitações, tanto na produção de videoaulas de matemática, quanto na seleção de videoaulas para consumo individual ou em práticas pedagógicas. Ou seja, quanto mais atraente e apelativa for a videoaula para os internautas, mais os princípios da TCAM parecem ser desrespeitados e menores as chances de a videoaula contribuir para o estudo efetivo de conteúdos de matemática.

A partir dos resultados dessa investigação, foi possível afirmar que, quanto mais adequados estiverem os materiais multimídia utilizados como mediadores de processos educativos, mais chances de um estudo efetivo que pode se desdobrar em uma aprendizagem significativa ser concretizada. Todavia, considera-se que, assim como os materiais multimídia, as videoaulas de matemática disponíveis no YouTube podem ser apenas facilitadoras da aprendizagem. Somente por atender aos princípios da TCAM não se pode afirmar que a aprendizagem se concretize de forma

significativa, pois existem muitas outras variáveis envolvidas nesse processo.

Por fim, espera-se que essa proposta de método para aplicação dos princípios da TCAM, cujo principal objetivo é possibilitar a análise de videoaulas, possa servir de inspiração para outras pesquisas sobre a produção e o consumo de videoaulas de matemática no YouTube ou, ainda, para contribuir teoricamente com os estudos acerca da aprendizagem multimídia.

Referências

ALLOCCA, Kevin. Videocracy: how YouTube is changing the world. Londres: Bloomsbury, 2018. 335 p.

BURGUESS, Jean; GREEN, Joshua. YouTube: digital media and society series. 2 ed. Cambridge: Polity Press, 2018. 191p.

CARDOSO, Valdinei Cezar. Ensino e aprendizagem de álgebra linear: uma discussão acerca de aulas tradicionais, reversas e de vídeos digitais. 2014. 205f. Tese. (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

CASTELLS, Manoel. A Sociedade em Rede: do conhecimento à política. In: CASTELLS, Manoel.; CARDOSO, Gustavo. (Orgs.). A Sociedade em Rede: do conhecimento à ação política. Conferência promovida pelo Presidente da República no Centro Cultural de Belém. Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 2005. p. 17-30. Disponível em: <http://escoladeredes.net/group/bibliotecamanuelcastells> Acesso em 21 jun. 2021.

CASTELLS, Manoel; CARDOSO, Gustavo. (Orgs.). A Sociedade em Rede: do conhecimento à ação política. Conferência promovida pelo Presidente da República no Centro Cultural de Belém. Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 2005.

CHRISTENSEN, Christian. YouTube: the evolution of media? [online]. In: Screen Education – New Literacies. v. 45, 2007, p. 36-40. Disponível em: <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=805148727785584;res=IELHSS>. Acesso em: 27 mai 2018.

CRICK, Matthews. Learning in YouTube: what else is happening in the online universe of pets and pop stars? In: _____. Power, Surveillance, and Culture in YouTube's Digital Sphere. Nova Jersey: William Paterson University, 2016. 317 p. cap. 9, p. 243-269.

LANGE, Patricia G. Kids on YouTube: Technical identities and digital literacies. São Francisco, Califórnia: Left Coast, 2014. 271 p.

MAYER, Richard E. Multimedia learning. 2 ed. Nova Iorque: Cambridge, 2009. 304 p.

PRENSKY, Mark. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. On the Horizon, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001a. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>. Acesso: em 04 jun. 2019.

PRENSKY, Mark. Digital Natives, Digital Immigrants Part 2: do they really think differently?. On the Horizon, v. 9, n. 6, p.1-6, 2001b. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/10748120110424843>. Acesso em: 04 jun. 2019.

SIBILIA, Paula. Redes ou paredes: a escola em tempos de dispersão. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012. 224 p.