



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA

NÚCLEO DE BIOLOGIA

JAQUELINE INEZ DE SANTANA

**ANÁLISE DE VIDEOAULAS SOBRE SÍNTESE PROTEICA ATRAVÉS DA TEORIA
COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM)**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA

NÚCLEO DE BIOLOGIA

JAQUELINE INEZ DE SANTANA

**ANÁLISE DE VIDEOAULAS SOBRE SÍNTESE PROTEICA ATRAVÉS DA TEORIA
COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM)**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Ricardo Ferreira das Neves

Coorientadora: Dra. Talita Giselly dos Santos Souza

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2021

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Ligia F. dos Santos, CRB4/2005

S232a Santana, Jaqueline Inez de.
Análise de videoaulas sobre síntese proteica através da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM)/ Jaqueline Inez de Santana - Vitória de Santo Antão, 2021.
38 folhas; il.: color.

Orientador: Ricardo Ferreira das Neves.
Coorientadora: Talita Giselly dos Santos Souza.
TCC (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Licenciatura em Ciências Biológicas, 2021.
Inclui referências.

1. Fenômenos Fisiológicos Celulares. 2. Ensino por Vídeo. 3. Biologia.
I. Neves, Ricardo Ferreira das (Orientador). II. Souza, Talita Giselly dos Santos (Coorientadora). III. Título.

611.018 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE - 022/2021

JAQUELINE INEZ DE SANTANA

**ANÁLISE DE VIDEOAULAS SOBRE SÍNTESE PROTEICA ATRAVÉS DA TEORIA
COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM)**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 23/04/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Ferreira Neves (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Ms. Meykson Alexandre da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Ms. Patrícia Mariana Vasco de Góz (Examinador Externo)
Rede Privada de Ensino (Educandário Arte de Aprender, Escada-PE)

AGRADECIMENTOS

A minha família, por todo apoio dado durante a minha jornada na faculdade e na vida.

Aos meus amigos e colegas pelas risadas e momentos felizes proporcionados.

A todos os professores que tive ao longo da minha vida, por todo o conhecimento compartilhado.

Ao meu orientador e minha coorientadora, por acreditarem em mim e estarem sempre disponíveis para me auxiliar na escrita deste trabalho.

RESUMO

Apesar de a síntese proteica ser um conteúdo essencial para o entendimento de outros temas da Biologia, alguns professores ainda encontram dificuldades ao trabalhar esse conteúdo em sala de aula, uma vez que envolve conceitos e processos microscópicos, submicroscópicos e moleculares, e muitas vezes as escolas não dispõem de recursos didáticos que possam atenuar essa situação. Por isso é importante que o professor busque recursos de apoio didático de baixo custo e acessíveis para abordar esse conteúdo em sala de aula, tais como: modelos didáticos, jogos, vídeos e/ou videoaulas. Atualmente, devido ao desenvolvimento tecnológico e ao fácil acesso à internet, as multimídias se apresentam como recursos relevantes, podendo ser utilizadas em sala de aula para diminuir a abstração de determinados conteúdos, tornando assim, a aprendizagem mais significativa. Vale ressaltar que é importante que o docente analise previamente esses recursos com fins didáticos a fim de observar suas potencialidades no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar videoaulas sobre síntese de proteínas, disponíveis no *YouTube*, a partir das perspectivas da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM). A TCAM propõe princípios que podem ser utilizados para construir e analisar materiais instrucionais multimídias visando minimizar a presença de objetos estranhos e equívocos conceituais no conteúdo, levando em consideração o cognitivo do aluno. Nessa perspectiva, a pesquisa analisou de forma qualitativa as nove videoaulas mais visualizadas sobre síntese de proteínas disponíveis no *YouTube* de acordo com os princípios da TCAM, as mesmas estavam em língua portuguesa e possuíam no máximo dez minutos. Após a análise, observou-se que desvios nos princípios da coerência, do pré-treinamento e da imagem foram os mais recorrentes nas videoaulas, presentes em sete das nove analisadas. Além disso, também houve desvios quanto aos princípios de sinalização, segmentação e redundância. Por fim, nenhuma videoaula se mostrou satisfatória em relação a todos os princípios da TCAM levados em consideração durante a análise. Dessa forma, fica claro a importância de planejar bem a construção desses recursos didáticos e de avaliá-los antes de usá-los em sala de aula ou de indicá-los para os estudantes, evitando assim a presença de obstáculos no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chaves: Análise multimídia. Ensino de Biologia. Proteínas.

ABSTRACT

Although protein synthesis is an essential topic for the understanding of other subjects in the field of biology, some teachers still find it difficult to teach it in the classroom since it involves microscopic, submicroscopic, and molecular processes, and schools often do not have access to didactic resources that can facilitate the comprehension of the discussed material. That is why the teacher must seek low-cost and accessible didactic resources that aid in the approach of this topic in the classroom, such as didactic models, games, videos, and/or video lessons. Currently, due to technological advancement and easy internet access, multimedia presents itself as an important resource, which can be utilized in the classroom to reduce the abstraction of certain topics, thus making the learning process more meaningful. Still, the teacher must perform a prior analysis of these didactic resources to observe their potentialities in the teaching-learning process. Therefore, this study aims to analyze video lessons on protein synthesis available on YouTube from the perspectives of the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML). The CTML proposes principles that can be used to develop and analyze instructional multimedia to minimize the presence of strange artifacts and misconceptions in the content, taking into account the student's cognition. The study performed a qualitative analysis per the CTML principles on the nine most viewed video lessons on protein synthesis available on Youtube, which were all in Portuguese and had a maximum duration time of ten minutes. After the analysis, it was observed that deviations in the principles of coherence, pre-training, and image were the most recurrent in the video lessons, present in seven of the nine analyzed. Besides, there were also deviations in the signaling, segmenting, and redundancy principles. Ultimately, no video lesson proved satisfactory concerning all the principles taken into account during the analysis. Consequently, it is clear the importance of thoughtfully planning the development of these didactic resources and evaluating them before using them in the classroom or referring them to students, thus avoiding obstacles in the learning process.

Keywords: Multimedia analysis. Biology teaching. Proteins.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Abordagem da síntese proteica no ensino de Biologia	10
2.2 Videoaulas como recursos didáticos para o ensino de Biologia	11
2.3 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia	12
3 OBJETIVOS.....	17
3.1 Objetivo Geral	17
Analisar videoaulas sobre síntese de proteínas disponíveis no <i>YouTube</i> através das perspectivas da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM).	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4 METODOLOGIA	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1 Descrição das videoaulas.....	21
5.2 Análise das videoaulas.....	24
6 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

No campo das Ciências Biológicas têm sido crescente as pesquisas que envolvem a abordagem de conceitos abstratos, considerando por exemplo, estruturas celulares, processos biológicos e reações bioquímicas, a abstração representa uma problemática no processo de ensino-aprendizagem de estudantes na Educação Básica e Superior (NEVES; CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2016). Esses conceitos por estarem fora do campo de visão, ou seja, à vista desarmada, compreendem-se em um plano de percepção visual molecular, e requer do estudante significativa mobilização cognitiva para entendê-los (CARVALHO; BOSSOLAN, 2014; NEVES; CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2016).

Dentre um vasto número de conteúdos no Ensino de Biologia, que apresentam essa peculiaridade, tem-se a síntese proteica. Esse processo envolve conceitos e subconceitos necessários para a compreensão de reações bioquímicas realizadas pelos organismos vivos, visto que todos apresentam material genético e expressam suas informações por meio das proteínas, cujos polímeros são formados através da informação genética presente na molécula de DNA (ALBERTS *et al.*, 2017).

Assim, esses conteúdos elencam uma vasta gama de conceitos, cujas informações segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) das Ciências Naturais, enfocam a importância de suas discussões no âmbito escolar, pois a partir da síntese proteica é possível estimular a compreensão de aspectos da Hereditariedade e de temas ligados a Biotecnologia, possibilitando que o estudante entenda as relações que envolvem os ácidos nucleicos, os ribossomos e as proteínas (BRASIL, 1997).

Nesse viés, por ser um conteúdo abstrato, quando atrelado às práticas pedagógicas em aulas tradicionais por meio expositivo e sem participação do aluno e ainda, apoiando-se apenas no livro didático, pode gerar desinteresse dos estudantes (ANDRADA *et al.*, 2018; PEREIRA *et al.*, 2013). Nesse contexto, é importante a utilização de metodologias que estabelecem ferramentas mais dinâmicas e procuram contrapor esse modelo tradicional, proporcionando aos discentes uma visão mais concreta e real desse tipo de conteúdo (FONTES; CHAPANI; SOUZA, 2013; MORAN, 2017).

Assim, a realização de atividades atrativas e contextualizadas mediante o uso de jogos, práticas lúdicas, modelos didáticos, videoaulas ou aulas experimentais podem colaborar com o processo de ensino-aprendizagem na abordagem de temas abstratos, como a síntese de proteínas (SIQUEIRA, 2010; GREGÓRIO; OLIVEIRA; MATOS, 2016). Diante disso, a Base Nacional

Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio (BRASIL, 2017, p. 507), aborda a importância de diversificar os tipos de recursos de apoio didático e sugere a utilização de “imagens, animações, áudios e vídeos (produzidos e de terceiros)”, como apoio nas aulas. Também, o uso de recursos como câmeras e computadores está, atualmente, mais presente no cotidiano dos estudantes e podem ser empregados em substituição aos microscópicos e outros equipamentos experimentais, muitas vezes, ausentes no ambiente escolar (BRASIL, 1997).

Nessa perspectiva, considerando o advento tecnológico e os materiais presentes na escola, os vídeos, videoaulas e as animações on-line se tornaram ferramentas indispensáveis para estimular a aprendizagem e conduzir a formação crítica do estudante (OLIVEIRA; DIAS JUNIOR, 2012). O uso de aportes tecnológicos pelos docentes pode potencializar as aulas estimulando o desenvolvimento de habilidades e competências para a autonomia, a curiosidade, bem como instigar a reflexão e a contextualização sobre os conteúdos abordados, e suas implicações no cotidiano social (ALENCAR; BORGES, 2014).

Diante do exposto, percebe-se que vídeos, que associam informações visuais e auditivas podem ser bons instrumentos em sala de aula, desde que utilizado no momento e local apropriado (BRASIL, 1997; MENDES, 2010). No entanto, vale salientar que, muitos vídeos disponíveis na Internet não foram produzidos com o intuito de considerar a potencialidade da ferramenta e nem o processo de ensino-aprendizagem, e por isso, pode colaborar com o compartilhamento de informações errôneas e deturpadas ao conhecimento científico, podendo gerar obstáculos epistemológicos aos sujeitos que os assistem (SILVA, 2015).

Nesse viés, os professores e os estudantes devem procurar selecionar multimídias como ferramenta de apoio pedagógico para colaborar na compreensão dos conteúdos de Ciências e Biologia, procurando critérios que elejam o material audiovisual como pertinente e proveitoso para a aprendizagem. Para tanto, temos como problemática entender como o processo de síntese de proteínas se apresenta à luz da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) a partir de videoaulas disponíveis no *YouTube*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Abordagem da síntese proteica no ensino de Biologia

A partir da descoberta da molécula do Ácido Desoxirribonucleico (DNA) na década de 50, foi possível compreender como a informação hereditária das células é codificada em sequências de nucleotídeos. Assim, grande parte dessa informação é usada para especificar a ordem de aminoácidos de cada proteína sintetizada por todos os organismos vivos, desde seres procariontes até o próprio ser humano, constituindo o dogma central da Biologia Molecular. Nesse sentido, as proteínas representam “os principais constituintes das células, a decodificação do genoma determina não somente o tamanho, a forma, as propriedades bioquímicas e o comportamento das células, mas também as características típicas de cada espécie na Terra” (ALBERTS *et al.*, 2010, p. 329).

No entanto, o DNA não direciona a síntese proteica diretamente, visto que a molécula de RNAm é utilizada como um intermediário nesse processo, quando determinada proteína é necessária na célula, a informação contida no DNA é transcrita em uma molécula de RNAm dentro do núcleo da célula. Ao sair do núcleo, esse RNAm é usado para direcionar a síntese de proteínas junto aos ribossomos. Sendo assim, esse processo é realizado em duas grandes etapas: 1 - processo de transcrição: do DNA ao RNAm e 2 - processo de tradução: do RNAm à proteína (ALBERTS *et al.*, 2017). Os PCN apontam a importância de os estudantes compreenderem os mecanismos de codificação e decodificação genética, pois esses processos moleculares são essenciais para entendimento de muitos outros conteúdos (BRASIL, 1997). No entanto, o processo de síntese de proteínas é abstrato, e essa subjetividade torna difícil a assimilação por partes dos alunos (SOUSA, 2019).

Desse modo, é necessário o uso de estratégias metodológicas e recursos que fujam do tradicional, visando um Ensino de Biologia mais proveitoso, evitando a prática de aulas expositivas e com recepção passiva dos estudantes (SOUSA, 2019). Quanto a isso, Vigarrio e Cicillini (2019), apontam fatores como a falta de condições de trabalhos, desgastes físicos e mentais da profissão como óbices para o emprego de metodologias ativas, o que restringem as aulas apenas ao quadro, o giz e o livro, e a uma aprendizagem mecânica ou memorística. No entanto, sabendo dessas barreiras, é importante buscar maneiras de superá-las, de modo que os

docentes ultrapassem essas limitações, tendo consciência do seu papel para a formação de cidadãos críticos e construtivos.

Muitos estudantes possuem dificuldades no estudo da síntese proteica, não sendo capazes de estabelecer relações conceituais e aplicá-las em seu cotidiano. Por isso, é importante que o ensino seja contextualizado, fornecendo significado aos conteúdos e facilitando o estabelecimento de ligações com outros campos de conhecimento (BRASIL, 2006). De acordo com os PCN, os alunos chegam na escola com conceitos próprios para explicar a sua realidade, sendo importante levar em consideração esses conhecimentos prévios durante o processo de ensino, pois o aprendizado da ciência se situa nessa transição, entre o senso comum e a visão científica, fomentadas pelas discussões e relações dialógicas estabelecidas em sala de aula (BRASIL, 1997).

Dessa forma, deve-se recorrer aos conhecimentos prévios na forma de analogias, como meios que podem permitir melhor compreensão de estruturas e conceitos abstratos (OLIVEIRA, 2019). Além disso, a utilização de diferentes recursos no processo de ensino pode possibilitar a aprendizagem de forma mais significativa, cujas aulas se tornam mais dinâmicas e os alunos podem compreender melhor o conteúdo, conseguindo desenvolver habilidades e competências relacionando o assunto com o seu contexto (NICOLA; PANIZ, 2016).

2.2 Videoaulas como recursos didáticos para o ensino de Biologia

Tendo em vista que muitos dos indivíduos já nascem em um mundo globalizado e inserido num contexto tecnológico, uma alternativa para auxiliar o professor nas aulas e colaborar com a aprendizagem dos estudantes, seria a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), como ferramenta didático-pedagógica. As TDIC possibilitam a oferta de aulas práticas, a partir do computador em escolas que não possuem laboratório e equipamentos, como por exemplo, a utilização de softwares que simulam o microscópico ou videoaulas que simplificam processos complexos. Nesse sentido, o estudante é retirado de uma abordagem passiva, meramente conteudista, a qual gera desinteresse, principalmente, em conteúdos que necessitam de certo grau de abstração para compreender (SANTOS; SOUZA, 2019).

A partir do advento tecnológico as informações começaram a ser compartilhadas com maior rapidez. Muitos estudantes estão imersos num contexto de conexões tecnológicas, utilizando-as para a comunicação, o estudo e o entretenimento (SILVA; PEREIRA; ARROIO,

2017; VIEIRA, 2018; FERREIRA, 2019). Diante disso, é notório que os alunos possuam facilidade em manusear as TDIC, e que nesse viés, tem-se os aparelhos eletrônicos, as mídias sociais e os aplicativos, que permitem o acesso a diversos conteúdos disponíveis on-line, mas isso não significa que eles fazem bom uso das informações, no tocante a aprendizagem (VIEIRA, 2018).

Atualmente, o *YouTube* é considerado a maior plataforma de compartilhamento de vídeos e videoaulas da *Web*, o que tem chamado atenção e ganhando cada vez mais espaço no dia a dia das pessoas, que por ser de fácil acesso e ter uma vasta quantidade de propostas, e finalidades diversas, em que qualquer pessoa pode criar um canal e divulgar conteúdos, sem grandes dificuldades (SILVA, 2016). Ao acessar essa plataforma, o professor tem acesso a uma gama de vídeos ou videoaulas, educacionais e outros meios de estudo e entretenimento, que podem servir como aporte para discussões ou visualizações de determinados fenômenos ou acontecimentos (OLIVEIRA, 2016).

Nesse viés, as multimídias disponíveis no site são alternativas interessantes para fazer uso em sala de aula, devido a sua capacidade atrativa (FERREIRA, 2019). Ao fazer uso de vídeos e videoaulas, o docente permite que os alunos visualizem estruturas e processos que seriam inviáveis a olho nu, e que muitas vezes, se torna impossível por inexistir um equipamento adequado para realizar a aula, devido às limitações físicas e técnicas da escola (DISSAT; REZENDE FILHO, 2019). As videoaulas ainda permitem que o estudante pause, avance ou reveja a aula, sendo um recurso com grande potencial para as aulas (VIÉGAS, 2018).

No entanto, as multimídias como um recurso didático só devem ser utilizadas quando for adequado e puder contribuir significativamente para o desenvolvimento da atividade. Dessa forma, é necessário que o professor utilize objetivos claros e bem articulados, quanto ao seu uso em sala de aula (ARANHA *et al.*, 2019; SANTOS; LIMA; SILVA, 2020). Assim, o uso inadequado ou não planejado pode distrair o aluno, podendo gerar obstáculos epistemológicos no processo de ensino-aprendizagem (COSTA, 2010).

2.3 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

É importante que ao se utilizar as videoaulas disponibilizadas no *YouTube*, o professor avalie o conteúdo presente na multimídia de forma criteriosa antes de apresentá-la em sala de aula ou indicá-la ao aluno. Afinal, por se tratar de uma plataforma “aberta” cujo número de

likes e visualizações, muitas vezes, são mais importantes do que a qualidade do conteúdo, é aberto um espaço para que muitos temas possam ser apresentados de forma não científica, que pode ocasionar interpretações equívocas (BORGES; KAMIGOUCI, 2020).

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) foi desenvolvida pelo psicólogo Richard Mayer no ano de 2001. A TCAM considera que os sujeitos aprendem melhor, a partir da associação de palavras e imagens, do que somente palavras (MAYER, 2005). Sendo assim, a TCAM objetiva instituir os valores educacionais e estabelecer princípios norteadores para criar e avaliar o grau didático dos materiais multimídias, levando em consideração os processos cognitivos envolvidos no processamento das informações pelos alunos (MAYER, 2005; GUERCH, 2017; ROJAS; SPINILLO, 2019).

A associação entre palavras e imagens em materiais multimídias permite que o aluno tenha uma aprendizagem mais significativa, uma vez que ele pode conseguir construir representações visuais e verbais a respeito do material. Além de ser possível estabelecer conexões entre esses dois campos. As palavras podem se apresentar como texto ou narração enquanto as imagens podem ser estáticas ou animadas, sendo a associação entre as palavras narradas e a animação reconhecidas por possuir um grande potencial para melhorar a compreensão do indivíduo (MAYER; MORENO, 2002). A TCAM apresenta os seguintes pressupostos quadro 01.

Quadro 01 - Pressupostos propostos pela Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

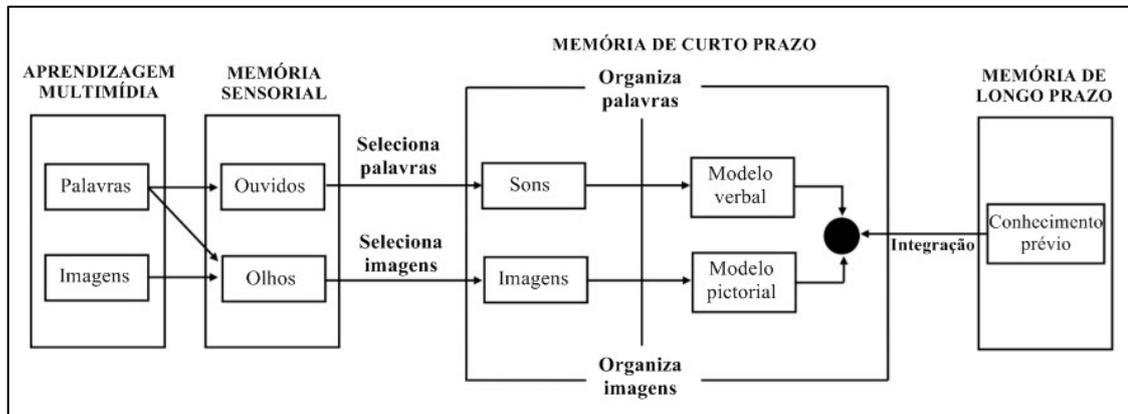
Pressupostos da TCAM	
Canal duplo	Os seres humanos processam informações visuais e auditivas.
Capacidade limitada	Cada canal possui uma limitação no processamento simultâneo da informação.
Processamento ativo	A aprendizagem ocorre quando existe processamento nos dois canais (visual e auditivo), uma vez que a informação é recebida, selecionada, organizada e integrada aos outros conhecimentos pré-existentes.

Fonte: Adaptado de Mayer; Moreno, 2003; Mayer, 2005.

Nesse viés, existem três tipos de memória que estão envolvidas na aprendizagem multimídia (figura 1). A memória sensorial é responsável por captar palavras e textos impressos (olhos) e sons (ouvidos) para serem processados e selecionados pela memória visual e auditiva, respectivamente. Após isso, ocorre a organização de palavras e imagens na memória de curto prazo (memória de trabalho), formando modelos verbais e pictóricos. Por fim, na memória de

longo prazo ocorre a integração das informações obtidas junto ao conhecimento prévio do aluno. Ao contrário das outras, a memória de longo prazo consegue reter grandes quantidades de informação durante um longo período, sendo a responsável pela aprendizagem significativa (MAYER, 2005).

Figura 1 - Modelo sistemático da Aprendizagem multimídia.



Fonte: Adaptado de Mayer, 2005, p. 219.

Desse modo, para que ocorra uma aprendizagem significativa através de materiais multimídias é necessária a seleção e organização de palavras e imagens, bem como a integração dessas com informações pré-existentes na memória de longo prazo do aluno. Para que isso ocorra, o sujeito deve empregar cinco processos cognitivos (MAYER, 2005):

Quadro 02 - Processos cognitivos utilizados para a aprendizagem multimídia.

Processos cognitivos	
Seleção de palavras	O aluno presta atenção em pontos relevantes de uma narração através dos ouvidos para criar sons na memória de trabalho.
Seleção de imagens	O aluno presta atenção em um material visual (texto ou imagem) através dos olhos para criar imagens na memória de trabalho.
Organização das palavras	O aluno estabelece ligação entre as palavras selecionadas para criar um modelo verbal coerente na memória de trabalho.
Organização das imagens	O aluno estabelece ligação entre representações visuais selecionadas para criar um modelo pictorial coerente na memória de trabalho.

Integração	O aluno constrói conexões entre os modelos verbal e pictorial, e com os conhecimentos prévios da memória de longo prazo.
------------	--

Fonte: Adaptado de Mayer, 2005.

Vale ressaltar que, a mente humana possui limitações para processar diferentes informações simultaneamente, uma vez que alguns materiais podem demandar processamento elevado, excedendo a capacidade do sistema cognitivo do aluno, quando isso ocorre, a compreensão do conteúdo é dificultada. Por isso, a utilização do material deve ser planejada para evitar a sobrecarga mental e potencializar a aprendizagem do aluno (MORENO; MAYER, 2007; COSTA, 2010; SILVA, D., 2017).

A fim de contribuir para a criação de instruções que promovam uma aprendizagem significativa a partir de multimídias, Mayer estabeleceu doze princípios baseados em três tipos de cargas cognitivas (quadro 03), o equilíbrio dessas cargas procura tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente (MAYER, 2008; SILVA, 2015).

Quadro 03 - Cargas cognitivas e princípios multimídias.

Cargas	Princípios
Redução do processamento estranho	Coerência: Uma pessoa pode aprender melhor quando materiais estranhos (imagens, palavras e/ou sons) são excluídos, evitando sobrecarregar o cognitivo do indivíduo.
	Contiguidade Espacial: A pessoa pode aprender melhor quando as palavras (texto escrito) são apresentadas na mesma página das imagens correspondentes.
	Contiguidade Temporal: A pessoa pode aprender melhor quando a narração e a animação são apresentadas sincronicamente, ao invés de sucessivamente.
	Redundância: A pessoa aprende melhor quando é utilizado conjuntamente recursos de animação e narração, ao invés de animação, narração e texto escrito.
	Sinalização: Uma pessoa pode aprender melhor quando o material apresentando na multimídia possui elementos sinalizadores (setas, cores, escalas, números, etc), visando orientar o indivíduo.
Gerenciamento do	Modalidade: A pessoa pode aprender melhor a partir da associação de animação e narração, ao invés de animação e texto escrito.
	Pré-Treinamento: A pessoa pode aprender melhor quando recebe um treinamento prévio de nomes, termos e características relacionados ao conteúdo.

processamento essencial	Segmentação: A pessoa pode aprender melhor quando uma aula é estabelecida em segmentos, considerando o ritmo do aluno ao invés de apresentar o conteúdo de forma contínua.
Promoção do processamento generativo	Imagem: A pessoa pode aprender melhor quando a figura do orador é adicionada à tela.
	Multimídia: A pessoa pode aprender melhor a partir da associação iconográfica e palavras (falas ou escritas), ao invés apenas das palavras.
	Personalização: A pessoa pode aprender melhor quando a narração é feita de modo coloquial, ao invés de formal.
	Voz: A pessoa pode aprender melhor quando a narração é realizada por voz humana, ao invés de computadorizada.

Fonte: Adaptado de Mayer, 2005, p. 117, 147, 159, 169, 183, 201.

Sendo assim, o uso da TCAM para análise de multimídias permite notar se as produções multimídias levam em conta princípios que facilitam o aprendizado do aluno, sem que ocorra a sobrecarga de informações e a propagação de informações equivocadas, respeitando assim, os limites da capacidade cognitiva do estudante. Tais princípios devem ser empregados na construção de modelos instrucionais, que quando bem projetados, podem levar a melhores resultados do que as práticas tradicionais de ensino (ALMEIDA *et al.*, 2014; MARTINS; GALEGO; ARAÚJO, 2017).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar videoaulas sobre síntese de proteínas disponíveis no *YouTube* através das perspectivas da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM).

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar de forma descritiva as videoaulas sobre síntese de proteínas e suas perspectivas para o Ensino de Biologia;
- Inferir os princípios multimídias da TCAM nas videoaulas selecionadas sobre síntese proteica;
- Identificar os possíveis desvios multimídias apresentados nas videoaulas sobre síntese proteica e as implicações ao processo de ensino-aprendizagem nas ciências biológicas.

4 METODOLOGIA

A abordagem metodológica foi qualitativa, de caráter descritivo prezando pela descrição detalhada dos fenômenos e elementos analisados (MINAYO, 2009), e também, netnográfico a partir da percepção dos usuários sobre o conteúdo disponível nas videoaulas (AUGUSTO *et al.*, 2013; PAIVA; DUARTE, 2017).

Para isso, inicialmente, foi realizada uma busca por videoaulas na plataforma do *YouTube* utilizando a palavra-chave “*síntese de proteínas*”. Apesar de existir outras plataformas, a escolha do *YouTube* se deu pelo fato de ser gratuita, acessível e de fácil manuseio. Além disso, a literatura descreve que ela é a mais utilizada entre os usuários na busca por informações sobre temas diversos, estudos ou entretenimento (NAGUMO; TELES; SILVA, 2020; RAMOS; PEREIRA; SILVA, 2019).

Para a coleta de dados, utilizou-se da proposta de Silva (2015), considerando os critérios para a seleção de videoaulas, a saber:

- Ser o tema/conteúdo objeto da pesquisa;
- Ser em Língua Portuguesa;
- Tempo de execução de até 10 minutos.;
- Maior número de acessos.

Dessa forma, foram selecionadas nove videoaulas que atenderam aos critérios citados anteriormente, sendo inferido os onze princípios da TCAM específicos para a análise de vídeos e videoaulas, a fim de tornar a informação multimídia mais relevante no processo de aprendizagem (MAYER, 2005).

Após a seleção das videoaulas, cada uma foi submetida a análise multimídia por meio dos princípios da TCAM, a partir dos critérios disponíveis no quadro 04, sendo classificadas como satisfatórias ou insatisfatórias para o processo de ensino-aprendizagem, nessa ótica. É importante destacar que este trabalho utilizou um sistema alfanumérico (V01, V02, V03...Vn) para identificar as videoaulas e outras informações foram suprimidas, a fim de resguardar a identidade dos professores e canais do *YouTube*, que disponibilizaram o material analisado.

Quadro 04 - Princípios utilizados para a análise das videoaulas.

Princípios	Crítérios
Multimídia	Insatisfatória – quando possuir apenas textos, ao invés de apresentar imagens associadas aos textos.
Coerência	Insatisfatória – quando existir materiais (palavras, imagens e sons) irrelevantes para a compreensão do conteúdo.
Sinalização	Insatisfatória – quando não são adicionados sinais para destacar informações importantes do conteúdo exposto.
Redundância	Insatisfatória – quando não existir animação e narração, e sim animação junto à narração e texto escrito.
Contiguidade Temporal	Insatisfatória – quando as palavras e as imagens não forem apresentadas simultaneamente.
Modalidade	Insatisfatória – quando não existir animação e narração, e sim animações e texto escrito.
Segmentação	Insatisfatória – quando o conteúdo for apresentado de forma continuada, ao invés de dividido em “blocos”.
Pré-Treinamento	Insatisfatória – quando o professor não utilizar conceitos chaves que serão explicados posteriormente.
Personificação	Insatisfatória – quando o narrador não fizer uso de uma linguagem coloquial.
Voz	Insatisfatória – quando a narração for realizada por uma voz computadorizada.
Imagem	Insatisfatória – quando a imagem do orador não estiver presente na tela.

Fonte: Mayer, 2005, p. 117, 147, 159, 169, 183, 201, tradução nossa.

Para a discussão dos resultados cada videoaula foi descrita brevemente no quadro 06, antes de serem submetidos à análise à luz dos princípios da TCAM.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da explanação dos resultados, é evidenciado no quadro 05, alguns comentários provenientes das videoaulas¹, que foram selecionadas para análise (netnografia), na qual é possível observar o que as pessoas apreciam acerca das videoaulas para complementar os estudos e reforçar conceitos aprendidos em sala de aula.

Quadro 05 - Comentários retirados das videoaulas analisadas.

Videoaula	Comentários
V01	<i>“Maravilhoso vídeo! Sempre senti falta de algo do tipo em português. Milhões de agradecimentos!”</i>
V02	<i>“MUITO OBRIGADA! Queria ter assistido essa aula antes!”.</i>
V03	<i>“Uau, você transformou algo difícil (pelo menos pra mim) em algo muito fácil de entender. Parabéns!!”</i>
V04	<i>“Quatro anos do melhor cursinho de toda a região e eu só entendi DE VERDADE a síntese de proteínas agora com 7 min de vídeo seu. Parabéns! Mil vezes obrigada.”</i>
V05	<i>“Muito bom, obrigado pela aula! me esclareceu muitas coisas”.</i>
V06	<i>“Primeira vez que entendo biologia na minha vida..rs”.</i>
V07	<i>“Sempre tive dificuldade em entender a síntese proteica em ação. Sem dúvidas essa aula me libertou haha ótima didática, ótima aula, ótimo canal! MUITÍSSIMO obrigada :D Merece mil likes”.</i>
V08	<i>“Muito bom!”</i>
V09	<i>“Aula muito boa!!!”</i>

Fonte: elaborado por SANTANA, J. I., 2021, a partir das videoaulas analisadas.

Essas falas apresentadas no quadro acima, corroboram com os resultados obtidos por Francelino; Ferreira e Medeiros (2020), cujas videoaulas disponíveis no *YouTube* foram apontadas como um ótimo meio de acesso e transmissão de conteúdos, justificando a crescente

¹ Foi selecionado o comentário que possuía o maior número de *likes* em cada videoaula, pois é assim que as pessoas expressão se gostaram dos conteúdos compartilhados on-line.

procura por vídeos didáticos nessa plataforma. Todavia, apesar da Internet ser frequentemente utilizada como fonte de informações, é importante avaliar bem os recursos antes de fazer uso em sala de aula, pois algumas videoaulas apresentam objetos estranhos e/ou conceitos equivocados, que podem vir a comprometer a aprendizagem do aluno (AMENDOLA; CARNEIRO, 2019).

Nesse viés, o fundo musical presente junto a narração ao longo de algumas videoaulas analisadas foi apontado por algumas pessoas como um fator negativo, como é possível observar nos comentários, a seguir, retirados respectivamente da V01 e V04: *“Gostei do vídeo, mas sem música ficaria melhor”*. *“Muito bom o vídeo... só por favor tira a música de fundo, atrapalha um pouco! valeu, professor.”*

Além disso, na V03 uma pessoa apontou um erro apresentado no decorrer da videoaula: *“Muito bom o vídeo! desculpa eu ser aquele chato que fica procurando defeito nas coisas, mas em 6’50’’ não são proteínas e sim aminoácidos”*. Isso reforça a ideia de que é importante que os docentes revisem suas videoaulas antes de divulgá-las na plataforma, evitando apresentar equívocos conceituais e gerar obstáculo à aprendizagem, conforme já observado na pesquisa de Pereira *et al.*, (2018).

5.1 Descrição das videoaulas

A síntese das informações obtidas a partir da descrição das videoaulas está apresentada no quadro 06, proporcionando uma comparação geral dos arquivos selecionados.

Quadro 06 - Sinopse das informações obtidas a partir da descrição das videoaulas analisadas.

Nº da videoaula	Duração	Ano de envio	Visualizações	Resumo
V01	3'13"	2017	198.092	A videoaula se inicia com a definição de uma célula, estrutura que apresenta um núcleo que abriga os cromossomos. Explica que os cromossomos são formados por DNA e que nele há genes. Fala do processo de transcrição e tradução, mas não houve contextualização.
V02	7'05"	2017	156.273	A videoaula se inicia com uma revisão sobre a estrutura do DNA e o processo de duplicação. Explica o processo de transcrição e tradução do DNA por meio de uma animação, mas não houve contextualização.
V03	9'58"	2019	113.795	A videoaula se inicia com o orador falando sobre as diferentes cores dos olhos humanos e justificando que essa diferença ocorre devido a quantidade de melanina (proteína) encontrada em cada olho. Após essa contextualização, ele aborda os conceitos de DNA e gene, e fala dos processos de transcrição e tradução de forma simples e clara.
V04	7'18"	2016	101.886	A videoaula se inicia com a explicação das etapas dos processos de transcrição e tradução. Utiliza-se de uma linguagem mais descontraída e faz associações que facilitam a aprendizagem.
V05	5'40"	2015	96.091	A videoaula se inicia com a apresentação do tema da aula “código genético”. Ele explica um pouco sobre o metabolismo celular e o papel das proteínas nos seres vivos para contextualizar a importância da síntese proteica. Fala-se sobre a duplicação do DNA e sobre os processos de transcrição e tradução, de forma resumida e utilizando analogias.
V06	9'55"	2010	34.928	A videoaula se inicia com a professora explicando a importância das proteínas para os seres vivos e lança uma pergunta para encaminhar a aula “como se determina as características de uma espécie?”. Em seguida, aborda um pouco sobre o código genético e explica os processos de transcrição e tradução.
V07	7'04"	2018	19.068	No início da videoaula o professor associa a célula à um grande restaurante e relaciona a cozinha com o núcleo celular, buscando contextualizar o processo de síntese proteica, mostrando que é necessário etapas e processos para formar uma proteína, do mesmo modo que é necessário muitas pessoas e passos para que uma comida saia da cozinha do restaurante e chegue à mesa do cliente.
V08	6'00"	2013	14.858	A videoaula se inicia com o professor explicando o processo de transcrição rapidamente, pois já tinha explicado de forma detalhada em uma videoaula anterior. O foco foi o processo de tradução do RNAm em proteína.
V09	6'28"	2014	5.708	A videoaula se inicia com a professora falando o que são as proteínas. Depois explica o processo de síntese de proteínas, utilizando apenas um quadro de giz ‘digital’.

A partir desses dados, pode-se constatar que a videoaula com menor duração foi a mais acessada (V01), corroborando com as pesquisas de Meseguer-Martinez; Rosa-Garcia; Ros-Gálvez (2017) e Nagumo; Teles; Silva (2020), os quais também evidenciaram que a *Web* é um meio apropriado para audiovisuais curtos. Nas videoaulas V04 e V07, observaram-se a presença de uma linguagem descontraída em alguns momentos da explicação do conteúdo. Por exemplo, na V04 o professor se refere ao ribossomo como o “cara” responsável por ler cada trinca de “três letrinhas” e ver qual aminoácido é necessário adicionar na cadeia polipeptídica que está sendo formada.

A literatura aponta que a fala do educador na videoaula deve se aproximar ao modo como as pessoas se comunicam no cotidiano. Sendo assim, o uso de gírias e expressões utilizadas pelo público alvo possibilita uma aproximação maior entre os interlocutores, tornando a aula mais dinâmica e atrativa para os estudantes (CABRAL, 2019; STADLER, 2019). No entanto, o excesso de coloquialismo pode ser um problema, uma vez que o aluno precisa saber que o ribossomo é a organela citoplasmática responsável pela síntese de proteínas, e que é nele que as trincas de “três letrinhas”, os nucleotídeos, são necessários para adicionar os aminoácidos na cadeia polipeptídica em formação que dará origem a proteína (ALBERTS *et al.*, 2017).

Outro ponto é a utilização da contextualização na V03 e V06, em ambas as videoaulas, os professores citam que as pessoas possuem olhos com cores diferentes devido à quantidade de melanina que é produzida e enfatizam que, a quantidade dessa proteína é sintetizada com base na informação genética presente nas células de cada olho. Essa tentativa de aproximação entre o conteúdo formal (científico) e o conhecimento trazido pelo aluno (não formal), assim como, a valorização dos conhecimentos prévios contribuem para um melhor entendimento e torna a aprendizagem significativa, pois possibilita mobilizar competências cognitivas já adquiridas pelo estudante na sua vivência escolar ou em seu cotidiano (KATO; KAWASAKI, 2011).

Em V04, V05 e V07 os professores utilizaram analogias para explicar conceitos e processos relacionados à síntese de proteínas. Em V05 e V07, por exemplo, os professores relacionam o processo de síntese proteica com o funcionamento de um restaurante, na qual há um grande livro de receitas, e que em cada página contém as instruções para um prato diferente, do mesmo jeito que o DNA possui vários genes, que ao serem transcritos e traduzidos originam diversas proteínas diferentes. Ao fazer analogias os professores comparam de modo claro, dois domínios diferentes, com o objetivo de tornar processos abstratos mais fáceis de serem

compreendidos, ao relacioná-los com situações ou processos conhecidos pelo estudante. Nesse caso, as analogias são extremamente úteis para a aprendizagem de processos complexos ou conceitos difíceis de visualizar, como por exemplo, estruturas celulares (PERUCCI; LABURÚ, 2019; MANUEL, 2019).

Na V06 a professora lança perguntas para os alunos durante a videoaula, por exemplo, antes de começar o conteúdo ela questiona se os alunos sabem como as características de uma espécie são determinadas. A resposta para essa pergunta foi dada ao longo da aula, à medida que a docente relaciona o processo de síntese de proteínas com as características fenotípicas expressas nos indivíduos. Essa estratégia de lançar perguntas orientadoras ao longo da aula, desperta a curiosidade pelo conteúdo e resulta em uma maior audiência, uma vez que, é comum as pessoas terem curiosidade de saber as respostas que serão explicadas no decorrer da videoaula. Além do mais, é importante que o professor estimule a curiosidade dos alunos, permitindo a reflexão e a construção de significados, sendo necessário resgatar conhecimentos prévios e estimular o aluno a pensar e ter autonomia (LIRA, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2017).

De acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2006, p. 59), ao trabalhar o conteúdo de síntese de proteínas, o professor deve fazer com que o aluno entenda e consiga “estabelecer relação entre DNA, código genético, fabricação de proteínas e determinação das características dos organismos”. Nesse contexto, observou-se que todas as videoaulas analisadas conseguiram alcançar o que foi proposto pelo PCN+, uma vez que foi possível entender o básico do processo de síntese proteica e relacioná-lo à expressão fenotípica nos seres vivos. No entanto, o propósito desse trabalho é fazer uma análise que vai além do conteúdo explicado nas videoaulas, tomando como base os princípios da TCAM mencionados anteriormente, com o intuito de avaliar a eficácia dessas videoaulas para a aprendizagem do conteúdo de síntese de proteínas.

5.2 Análise das videoaulas

Princípio da Multimídia

O princípio da multimídia sugere que os alunos aprendem melhor quando há imagens associadas às palavras, ao invés de apenas palavras isoladas, especificamente, quando são escolhidas imagens apropriadas para cada momento da narração (MAYER, 2005). A apresentação simultânea de palavras e imagens permite que os estudantes consigam criar conexões entre os modelos mentais visuais e sonoros, integrando-os entre si, o que possibilita uma aprendizagem mais aprofundada (MESSER, 2019). Em relação a esse princípio todas as

videoaulas analisadas se mostraram satisfatórias, uma vez que apresentavam imagens, figuras, esquemas ou desenhos relacionados ao conteúdo que estava sendo narrado.

Princípio de Coerência

Segundo o princípio da coerência, os alunos aprendem melhor quando as informações desnecessárias na forma de imagens, sons e/ou textos são excluídas da multimídia, deixando apenas o conteúdo relevante (MAYER, 2005). Sendo assim, quanto mais simples e objetiva for à apresentação, melhor será a aprendizagem, pois não haverá necessidade de processar sons e textos irrelevantes na memória de trabalho verbal e/ou imagens irrelevantes na memória de trabalho visual (COSTA, 2010; SILVA, A., 2017; SILVA, K. 2017).

Quanto a esse princípio, constatou-se que a maioria das videoaulas avaliadas possuíam informações irrelevantes como sons, imagens e textos, que podem comprometer o cognitivo do aluno. Diante disso, apenas as videoaulas V05 e V08 foram classificadas como satisfatórias. Alguns desvios foram identificados, como palavras em inglês para sinalizar estruturas ao longo da narração, o que poderia dificultar o entendimento do aluno em V01 e V02. Como por exemplo: *nucleotide, desoxyribose sugar, phosphate, nitrogenous base, complementary base pairs, origin of replication e replication fork, protein*. Nas videoaulas V01, V03 e V09, o narrador apresentou conceitos e estruturas que não foram abordadas e explicadas, sendo considerado algo puramente “simbólico”.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração, seguindo as premissas desse princípio, é que durante a narração houve um fundo musical, que poderia atrapalhar o processo de aprendizagem do estudante nas V01, V02, V03, V04 e V07. Diante disso, alguns estudos mostram que esse tipo de mídia com interação simultânea pode prejudicar o aprendizado (VENEGAS, 2007; SILVA, A., 2017).

Nas V03 e V06 foram evidenciados equívocos conceituais durante a narração. Na primeira, o docente mostra um quadro e cita que é possível observar “*as trincas de RNAm e as proteínas correspondentes*” ao invés de falar “*as trincas de RNAm e os aminoácidos correspondentes*” e na segunda, a docente explicita que “*a síntese de proteínas, que são os ribossomos*” ao invés de falar “*a síntese de proteínas, que ocorre nos ribossomos*”, e “*o código genético é representado por símbolos que são palavras que vão determinar a proteína a ser produzida*”, ao invés de usar, os termos “*bases nitrogenadas*” e “*trincas*”, e ainda “*códon do DNA*” e “*códon do RNA*”, ao invés de falar “*anticódon do RNA*”.

Princípio da Sinalização

O princípio da sinalização discorre que os alunos aprendem melhor quando a organização do material é explicitada utilizando sinais (MAYER, 2005). Assim, informações importantes devem ser destacadas em negrito, itálico ou sublinhado, cores diferentes com destaque a fantasia, setas e números, visando guiar o estudante ao que é essencial, favorecendo uma organização mental coerente do conteúdo. A ausência de tais sinalizações pode tornar a busca pela informação mais demorada e cansativa (MAYER, 2005; COSTA, 2010; SILVA, A. 2017; SILVA, K. 2017).

Durante a análise foi possível observar que as videoaulas V01, V02, V05, V06, V07 e V08, não sinalizavam as estruturas e/ou informações importantes durante a narração, sendo classificadas como insatisfatórias, quanto a esse princípio. Quando os pontos chaves do conteúdo não são destacados, guiando o aluno para o que é essencial, o conteúdo pode ficar confuso e comprometer a aprendizagem do aluno. Por isso, é importante que, ao longo da videoaula, tenham “pistas” que explicitem o que é fundamental para a compreensão do conteúdo como um todo (MAYER, 2005).

Princípio da Redundância

O princípio da redundância sugere que os alunos aprendem melhor com animação e narração juntas, sem a adição de texto (MAYER, 2005). A partir do momento em que é adicionado o texto escrito, a atenção do estudante é desviada fazendo com que ele sobrecarregue o canal visual, visto que se observa a animação e o texto sincronicamente. Quando o material é apresentado dessa forma, a aprendizagem é prejudicada, ao invés de ser facilitada (SILVA, K. 2017).

Quanto a esse princípio, observou-se que a V02 e V08 não apresentam apenas animação e narração, mas possuíam também o texto escrito, ocasionando um desvio multimídia que compromete a aprendizagem do aluno (MAYER, 2005). Dessa forma, ambas foram classificadas como insatisfatórias. Vale destacar que, a V02 possuía em alguns momentos narração, animação e legenda em dois idiomas diferentes (português e inglês) causando bastante sobrecarga ao campo visual do sujeito. Segundo Messer (2019), a efetividade do aprendizado através de materiais multimídias depende do uso dos canais visual e auditivo de maneira harmônica e complementar, sendo necessário evitar a sobrecarga em algum deles.

Princípio da Contiguidade Temporal

Esse princípio sugere que os estudantes aprendem melhor quando as palavras e as imagens/animações correspondentes aparecem simultaneamente ao invés de sucessivamente (MAYER, 2005). Quando isso acontece há uma sobrecarga cognitiva menor, já que os dois sentidos, audição e visão, quando usados juntos, facilitam uma conexão entre o texto narrado e a imagem abordada. Sendo assim, a informação verbal e gráfica deve ocorrer o mais sincronicamente possível (NEVES, 2015; SILVA, A., 2017). Nesse caso, todas as videoaulas analisadas foram classificadas como satisfatórias, uma vez que a narração e as imagens foram apresentadas simultaneamente durante a videoaula, o que auxiliava no entendimento do aluno.

Princípio da Modalidade

Esse princípio sugere que os alunos aprendem melhor com imagens e áudio relacionados, do que com imagens e textos escritos (MAYER, 2005). Esse tipo de abordagem facilita a associação e o aprendizado do aluno, pois quando é apresentado texto e animação há uma sobrecarga da visão, o que não acontece quando a imagem é apresentada junto a narrativa, uma vez que são utilizados dois canais diferentes (auditivo e visual), minimizando a sobrecarga de informação em um único canal (SILVA, A., 2017; SILVA, K., 2017). Quanto a esse princípio, todas as videoaulas se mostraram satisfatórias, pois os professores não fizeram uso de textos escritos durante apresentação para substituir a narração. Todas as videoaulas possuíam narração junto à animação para explicar o conteúdo.

Princípio da Segmentação

Segundo esse princípio os estudantes aprendem melhor quando o conteúdo da videoaula é dividido em partes, respeitando o ritmo do aluno, ao invés de ser apresentado como um único bloco (MAYER, 2005). Assim, é provável que o aluno consiga organizar as informações essenciais e assimilar melhor o conteúdo, uma vez que não há sobrecarga cognitiva (BRAGA, 2018). Entre as videoaulas analisadas, a V02, V05 e a V07 se apresentaram insatisfatórias quanto ao presente princípio, pois no decorrer da aula os professores abordaram o conteúdo de forma contínua. As demais videoaulas foram classificadas como satisfatórias, uma vez que o conteúdo foi ministrado em blocos com pausas que ajudam a diminuir a sobrecarga (MAYER, 2005).

Princípio do Pré-Treinamento

O presente princípio sugere que os alunos aprendem melhor quando são familiarizados com nomes e características básicas dos conceitos que serão abordados em sala (MAYER, 2005). Assim, o fornecimento destes conceitos prévios contribui para a diminuição da sobrecarga e para a potencialização da aprendizagem, visto que ajuda o estudante a traçar caminhos mentais que o levam a compreender todo o conteúdo que será abordado (BRAGA, 2018). Assim, a maioria das videoaulas foram insatisfatórias, exceto V06 e V07, pois nestas, os professores nomearam estruturas e as colocaram em um contexto antes de explicarem os processos, facilitando assim a compreensão do aluno à medida que o conteúdo era apresentado.

Princípio da Personificação

O princípio da personificação discorre que os estudantes aprendem melhor quando o professor utiliza uma linguagem mais coloquial, fugindo de termos técnicos que podem atrapalhar a compreensão do conteúdo (MAYER, 2005). Isso é justificado porque as pessoas tendem a lembrar de informações que possuem referência pessoal, como em uma conversa (KARTAL, 2010). Assim, todas as videoaulas analisadas foram classificadas como satisfatórias, uma vez que os professores fizeram uso de uma linguagem coloquial, dispensando a formalidade, ao explicar o processo de síntese proteica. Desse modo, é estabelecida uma maior interação entre o professor/narrador e o aluno (SILVA, 2013).

Princípio da Voz

De acordo com esse princípio, as pessoas aprendem melhor quando as palavras são narradas por uma “simpática” voz humana, ao invés de uma voz computadorizada (MAYER, 2005; MAYER; DAPRA, 2012). Isso é justificado porque a voz humana oferece uma sensação de presença social e estimula uma resposta no cérebro, impactando diretamente a qualidade da aprendizagem (NEVES, 2015; SILVA, A., 2017; MESSER, 2019). Por isso, a utilização desse recurso narrativo deve ser priorizada durante as confecções de vídeos com propósito pedagógico. Sendo assim, todas as videoaulas foram classificadas como satisfatórias quanto a esse princípio, pois foram narradas por voz humana.

Princípio da Imagem

Este princípio sugere que os alunos aprendem melhor quando há a figura do orador aparecendo durante toda a videoaulas (MAYER, 2005). Esses personagens são importantes para guiar o aluno e ajudar na organização estrutural do conteúdo (MILANI; GIANOTTO, 2016; SILVA, K., 2017). Logo, o seu aparecimento durante a videoaula remete ao aluno, a presença de um professor/mediador do que está sendo construído/ensinado no material, facilitando a aprendizagem.

Em relação a esse princípio apenas a V04 e a V05 foram classificadas como satisfatórias, pois a imagem do professor estava presente na tela durante toda a apresentação do conteúdo. Vale ressaltar que em V02, V06 e V07 a imagem do professor aparece em alguns momentos da videoaula, mas some quando aparece na tela imagens e/ou animações sobre o processo de síntese proteica, sendo assim, pode-se dizer que o princípio foi parcialmente atendido nessas videoaulas. Já em V01, V03, V08 e V09 a imagem do professor não aparece em nenhum momento da videoaula.

Dessa forma, a maioria das videoaulas não atenderam totalmente esse princípio, logo, foram classificadas como insatisfatórias. Sobre isso, Silva (2013) e Messer (2019), apontam que a figura do orador presente ao longo da videoaula não influencia diretamente na aprendizagem do aluno, uma vez que isso pode ocasionar um efeito ambíguo. Desse modo, podemos considerar que esse princípio está em estágio de desenvolvimento, sendo necessário mais estudos para a sua consolidação.

Por fim, entre as videoaulas analisadas, nenhuma se apresentou totalmente satisfatória, obedecendo a todos os princípios estabelecidos pela TCAM. No quadro 07, é possível observar um resumo dos resultados obtidos.

Quadro 07 - Síntese das análises das videoaulas sobre síntese proteica.²

Princípios da TCAM	Videoaulas analisadas									
	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	Total
Multimídia										0

² No quadro 07 foi contabilizado as videoaulas que não foram satisfatórias em relação aos princípios em questão. Sendo assim foi marcado com um * as que foram insatisfatórias em relação a cada princípio da TCAM.

Coerência	*	*	*	*		*	*		*	7
Sinalização	*	*			*	*	*	*		6
Redundância		*						*		2
Contiguidade temporal										0
Modalidade										0
Segmentação		*			*		*			3
Pré-treinamento	*	*	*	*	*			*	*	7
Personificação										0
Voz										0
Imagem	*	*	*			*	*	*	*	7
Total	4	6	3	2	3	3	4	4	3	32

Fonte: SANTANA, J. I., 2021.

A partir do quadro acima, a V02 foi considerada a videoaula com maior número de desvios, sendo insatisfatória em relação a seis dos onze princípios analisados. Vale ressaltar que mesmo apresentando desvios em 6 princípios, ela foi classificada como a segunda videoaula mais acessada. Enquanto a V04, foi considerada a mais próxima do ideal para contribuir de forma satisfatória no aprendizado de síntese proteica, uma vez que ela só apresentou dois desvios.

Vale ressaltar que de 2010 até 2019, mantiveram-se os padrões para produção de videoaulas quanto à narração e à apresentação de imagens. As videoaulas com a ilustração e narração feita por voz humana, ambas apresentadas simultaneamente, são mais atrativas em detrimento aquelas que apresentam figuras e explicações através de textos ou narrações computadorizadas.

Ainda no quadro 07, é possível observar que todas as videoaulas analisadas se mostraram satisfatórias em relação à cinco dos onze princípios da TCAM que foram levados em consideração para a análise, são eles: multimídia, contiguidade temporal, modalidade, personificação e voz. Além disso, vale destacar que desvios nos princípios de coerência, pré-treinamento e imagem foram os mais recorrentes, estando presente em sete das nove videoaulas submetidas à análise.

6 CONCLUSÃO

Os professores de Biologia enfrentam muitas dificuldades ao trabalhar temas abstratos como a síntese de proteínas em sala de aula. Uma alternativa para atenuar a abstração e auxiliar na aprendizagem dos estudantes é a utilização de recursos gratuitos disponíveis na Internet, como as videoaulas. No entanto, é necessário analisar a multimídia e avaliar todas as suas potencialidades antes de utilizá-la, pois alguns desses materiais disponíveis na plataforma do *YouTube* podem apresentar desvios multimídias pela análise através dos princípios da TCAM, equívocos conceituais e/ou linguagem inadequada, dificultando o aprendizado do aluno.

A partir dos comentários retirados das videoaulas do *YouTube* é notório o reconhecimento desse material disponível de forma gratuita como um grande aliado nos estudos de muitos alunos. Isso enfatiza a necessidade de os professores utilizarem elementos norteadores para analisar os materiais, evitando assim, a seleção de multimídias com equívocos ou que possam gerar óbices na aprendizagem do conteúdo apresentado.

Em relação aos princípios, o estudo constatou que desvios nos princípios da coerência, do pré-treinamento e da imagem foram os mais recorrentes nas videoaulas, estando presente em sete das nove analisadas. Isso foi evidenciado porque nas videoaulas existia a presença de fundo musical e/ou a presença de objetos estranhos ao cognitivos do aluno, como palavras e imagens que não se encaixavam no contexto.

Também, não foi apresentado aos estudantes conceitos e características importantes para subsidiar a explicação de processos complexos, isso pode ser justificado porque as videoaulas escolhidas possuem no máximo 10 minutos de duração, o que pode representar um impasse para alguns professores na hora de confeccionar um material curto e prático.

Quanto ao princípio de imagem, a figura do professor não foi adicionada à tela da videoaula durante toda a apresentação do conteúdo. Tal ocorrido pode ser explicado pela limitação da plataforma utilizada para confeccionar a videoaula, que muitas vezes não permite essa associação, ou na habilidade do narrador em usar o recurso digital e projetar sua imagem, figuras/animações e narração simultaneamente.

Em relação aos demais princípios é importante ressaltar que o de sinalização foi o segundo princípio com maior frequência de classificação insatisfatória, no qual seis videoaulas apresentaram desvios por não destacarem informações relevantes para guiar a atenção do aluno ao longo da apresentação. Além disso, desvios nos princípios de segmentação e redundância também foram encontrados, em três e duas videoaulas, respectivamente.

Diante disso, é importante que os professores ao prepararem videoaulas e disponibilizarem em sites e plataformas, utilizem algum aporte teórico que orientem na produção do material multimídia. Para que assim, esse recurso facilitador auxilie na compreensão de novos conteúdos e seja uma forma de desburocratizar o acesso a diversos conteúdos, ao invés de criar obstáculos e dúvidas no processo de ensino e aprendizagem.

A TCAM pode ser um modelo para a produção e análise de material multimídia com fins educacionais, explorando as potencialidades desse recurso, como uma ferramenta eficiente, e que contribui para uma aprendizagem significativa. No entanto, é necessário estudos posteriores, os quais possam explorar mais essa ferramenta de análise e contribuir com novas informações, visando melhor atender a necessidade do estudante e o processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, nenhuma videoaula foi considerada uma ferramenta pedagógica totalmente satisfatória segundo os princípios do TCAM, o que implica numa reflexão sobre a importância de se analisar bem as produções audiovisuais que estão disponibilizadas ao público, antes de utilizá-las para fins educacionais ou indicá-las como material de apoio para os estudos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADA, P. C.; OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, P. S. G.; CORREIA, C. M. R.; PAIVA, M. O. desinteresse dos alunos de ensino médio pela escola na atualidade. **Momentum**, São Paulo, v. 1, n. 16, p. 1-17, 2018.
- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Biologia Molecular da célula**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; MORGAN, D.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P.; WILSON, J.; HUNT, T. **Biologia Molecular da célula**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- ALENCAR, G.; BORGES, T. S. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**, Salvador, n. 4, p. 119-143, 2014.
- ALMEIDA, R. R.; CHAVES, A. C. L.; COUTINHO, F. A.; ARAÚJO JÚNIOR, C. F. Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 4, p. 1003-1017, 2014.
- AMENDOLA, D.; CARNEIRO, C. D. R. Análise crítica de conceitos de geologia apresentados na plataforma YouTube® com foco em vídeo-aulas. **Terrae Didactica**, Campinas, v. 15, p. 1-9, 2019.
- ARANHA, C. P.; SOUSA, R. C.; BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; ROCHA, J. R.; SILVA, A. F. G. O YouTube como Ferramenta Educativa para o ensino de ciências. **Olhares & Trilhas**, Uberlândia, v. 21, n.1, p. 11-25, 2019.
- ARAÚJO, S. R. F.; RODRIGUES NETO, J. F.; MACIEL, M. V.; VELEDA, A. M. S.; ROCHA, L. V. M. Produção de vídeo educacional: modelo interativo usando o PBL. **Re. Saúd. Digi. Tec. Edu.**, Fortaleza, v. 2, n. 3, p. 51-58, 2017.
- AUGUSTO, C. A.; SOUZA, J. P.; DELLAGNELO, E. H. L.; CARIO, S. A. F. Pesquisa Qualitativa: rigor metodológico no tratamento da teoria dos custos de transação em artigos apresentados nos congressos da Sober (2007-2011). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 51, n. 4, p. 745-764, 2013.
- BORGES, M. K.; KAMIGOUCI, T. H. M. Do Youtube à escola: transformações nas práticas docentes dos professores de história provocadas pelo acesso de estudantes a conteúdos de história veiculados por youtubers. **Media Education**, Firenze University Press, v. 11, n. 1, p. 37-46, 2020.
- BRAGA, A. N. **A Teoria cognitiva da aprendizagem multimídia e o desenvolvimento de atividades de alfabetização matemática**. 2018. 125f. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base.** Brasília: Ministério da Educação, 2017.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+).** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio.** Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias – PCNEM. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1997.

CABRAL, M. M. A. **Uma metodologia para a produção de videoaulas de apoio ao exame nacional do ensino médio.** 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) - Universidade do Minho, Braga, 2019.

CARVALHO, J. C. Q.; BOSSOLAN, N. R. S. “Sintetizando proteínas”, o jogo: proposta e avaliação de uma ferramenta educacional. **Revista de ensino de bioquímica**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 49-61, 2014.

COSTA, F. J. **O uso de imagens e palavras com base na teoria da carga cognitiva:** elaboração de material de apoio para o professor. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

DISSAT, E.; REZENDE FILHO, L. A. C. Endereçamento e reendereçamento no uso de um vídeo por uma professora de ciências. **Rev. bras. Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 12, n. 1, p. 198-219, 2019.

FERREIRA, B. E. B. **O uso do YouTube no contexto escolar:** Em que medida essa plataforma pode ser um recurso pedagógico?. 2019. 52f. de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2019.

FONTES, G. O.; CHAPANI, D. T.; SOUZA, A. L. B. Simulação do processo de síntese de proteínas: limites e possibilidades de uma atividade didática aplicada a alunos de ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 8, n. 1, p. 47-60, 2013.

FRANCELINO, D. M.; FERREIRA, J. H. G.; MEDEIROS, S. B. A dinâmica do ensino de Biologia na internet: Novas perspectivas de ensino-aprendizagem a partir do Youtube. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 17, n. 32, p. 521-533, 2020.

GREGÓRIO, E. A.; OLIVEIRA, L. G.; MATOS, S. A. Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 11, n. 1, p. 101-125, 2016.

GUERCH, C. A. Teoria da Carga Cognitiva e Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia: Como utilizar ferramentas web na produção de materiais didáticos? In: Congresso Nacional de Educação (EDUCERE), 14, Curitiba, 2017. **Anais [...]** Curitiba, 2017, p. 21401-21410.

- LIRA, L. T. O. **A formulação de perguntas em aulas de ciências: Almejando a alfabetização científica dos alunos do ensino fundamental de uma escola pública.** 2015. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.
- KARTAL, G. Does Language Matter in Multimedia Learning? Personalization Principle Revisited. **Journal of Educational Psychology**, Washington v. 102, n. 3, p. 615-624, 2010.
- KATO, D. S. KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.
- MANUEL, A. C. **As analogias no ensino das ciências em Angola: um estudo com professores e manuais escolares de Biologia centrada na célula.** 2019. 148 f. Dissertação (mestrado em Ciências da Educação) - Universidade de Minho, Braga, 2019.
- MARTINS, G.; GALEGO, L. G. C.; ARAUJO, C. H. M. Análise da produção de vídeos didáticos de Biologia Celular em stop motion com base na Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. **Revista brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 185-205, 2017.
- MAYER, R. E. Applying the Science of Learning: Evidence- Based Principles for the Design of Multimedia Instruction. **American Psychologist**, Washington, v. 63, n. 8, p. 760-769, 2008.
- MAYER, R. E. **Multimedia learning.** New York: Cambridge University Press, 2005.
- MAYER, R. E.; DAPRA, C. S. An embodiment effect in computer-based learning with animated pedagogical agents. **Journal of Experimental Psychology: Applied**, Washington, v. 18, n. 3, p. 239-252, 2012.
- MAYER, R. E.; MORENO, R. Aids to computer-based multimedia learning. **Learning and Instruction**, [S. l.], v. 12, p. 107–119, 2002.
- MAYER, R. E.; MORENO, R. Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. **Educational Psychologist**, London, v. 38, n. 1, p. 43-52, 2003.
- MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para a 1ª série do ensino médio.** 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- MESEGUER-MARTINEZ, A; ROSA-GARCIA, A.; ROS-GÁLVEZ, A. Satisfaction with online teaching videos: A quantitative approach. **Innovations in Education and Teaching International**, [S. l.] v.54, n. 1, p.62-67, 2017.
- MESSER, A. T. **“Aprendi no YouTube”:** Investigação sobre estudar matemática com videoaulas. 2019. 261f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MILANI, M. L. C.; GIANOTTO, D. E. P. Ensino de Matemática e vídeos digitais: um estudo acerca dos motivos e critérios avaliativos usados pelos alunos quando buscam o conhecimento na internet. **Revista Tecnologias na Educação**, Minas Gerais, v. 17, n. 8, p. 1-12, 2016.

MINAYO, C. S. **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 28.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MORAN, J. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. In: YAEGASHI, Solange e outros (Orgs). **Novas Tecnologias Digitais: Reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento**, Curitiba, p. 23-35, 2017.

MORENO, R; MAYER, R. Interactive Multimodal Learning Environments. **EducPsychol Rev.**, New York, v. 19, p. 309–326, 2007.

NAGUMO, E.; TELES, L. F.; SILVA, L. A. A utilização de vídeos do Youtube como suporte ao processo de aprendizagem (Using Youtube vídeos to support the learning process). **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos-SP, v. 14, p. 1-12, 2020.

NEVES, R. F. **Abordagem do conceito de celular: uma investigação a partir das contribuições do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE)**. 2015. 264f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

NEVES, R. F.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; FERREIRA, H. S. A imagem da célula em livros de Biologia: Uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 94-105, 2016.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **Rev. NEaD-Unesp**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016.

OLIVEIRA, I. T. **Analogias em biologia celular presentes nos livros de biologia do PNLD 2018: uma proposta de ação para professor**. 2019. 134f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

OLIVEIRA, N. M.; DIAS JUNIOR, W. O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em biologia celular. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 8, n. 14, p. 1788-1809, 2012.

OLIVEIRA, P. P. M. O YouTube como ferramenta pedagógica. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 1., 2016, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos-SP: UFSCAR, 2016, p. 1-14.

PAIVA, C.; DUARTE, D. Netnografia e suas Capacidades Metodológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 40, Curitiba, 2017. **Anais [...]** Intercom: Curitiba, 2017, p. 1-11.

PEREIRA, M. G.; BARBOSA, A. T.; ROCHA, G. S. D.C.; NASCIMENTO, C. V. C.; NECO, E. C. Modalidades didáticas utilizadas no Ensino de Biologia na educação básica e no ensino superior. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA, 5., 2013, Córdoba. **Anais [...]**. Córdoba, 2013, p. 591-594.

- PEREIRA, M. G.; SILVA, A. A. S.; SILVA, C. M.; SILVA, M. D.; NEVES, R. F. Análise de um vídeo acerca da replicação do DNA sob a perspectiva da TCAM. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS , 5., 2018, João Pessoa. **Anais [...]** João Pessoa: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2018, p. 1-11.
- PERUCCI, L. R.; LABURÚ, C. E. Multimodalidade na aprendizagem de Biologia Celular: uso de recursos audiovisuais e analogias como promotores de representações genuínas dos estudantes. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Buenos Aires, v. 14, n. 2, p. 64-78, 2019.
- RAMOS, L. L.; PEREIRA, A. C.; SILVA, M. A. D. Vídeo como ferramenta de ensino em cursos de saúde. **J. Health Inform**, São Paulo, v. 11, n.2, p. 35-39, 2019.
- ROJAS, C. F. U.; SPINILLO, C. G. Animações multimídia sobre alimentação e nutrição: Um estudo sobre a compreensão por agentes comunitários de Curitiba. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESIGN DA INFORMAÇÃO, 9., 2019, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Design da Informação, 2019, p. 963-974.
- SANTOS, J. A. S.; LIMA, W. S.; SILVA, M. G. A. O uso de vídeos ilustrativos no processo de assimilação e fixação dos conteúdos, nas aulas de Ciências nas séries iniciais. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 5, n. 2, p.1223-1233, 2020.
- SANTOS, J. R. S.; SOUZA, B. T. C. A Utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Biologia: Uma Revisão Bibliográfica. **Rev. Mult. Psic**, Piedade, v.13, n. 45, p. 40-59, 2019.
- SIQUEIRA, F. S. Brincando com as trincas: para entender a síntese proteica. **Genética na escola**, Ribeirão Preto, v. 5, n. 2, p. 34-47, 2010.
- SILVA, A. C. RESENHA DO LIVRO: Aprendizagem Multimídia. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 19, p.1-4, 2017.
- SILVA, A. X. **Análise imagética do conceito de células em vídeos do “You Tube” e suas implicações para a aprendizagem.** 2014. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Vitória de Santo Antão, 2015.
- SILVA, D. G. **Desenho e aplicação de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre os princípios da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia (TCAM).** 2017. 106f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.
- SILVA, K. I. C. **Critérios informacionais para elaboração de conteúdo instrucional para a web com base nos princípios de aprendizagem multimídia.** 2017. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- SILVA, M. J.; PEREIRA, M. V.; ARROIO, A. O papel do YouTube no ensino de ciências para estudantes do ensino médio. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 35-55, 2017.

SILVA, M. P. O. **Youtube, juventude e escola em conexão: A produção da aprendizagem ciborborgue.** 2016. 172f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

SILVA, R. R. **A transposição com expansão do conteúdo do livro didático de matemática para o tablet na perspectiva da teoria cognitiva de aprendizagem multimídia.** 2013. 152f. Dissertação (Mestrado em Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

SOUSA, A. S. **Análise de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia, associados à aula expositiva dialogada na área de citologia.** 2019. 133f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional PROFBIO) - Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2019.

STADLER, P. C. **YouTUBE como ferramenta de educação não formal: Boas práticas para a produção de vídeos educativos com base nos aspectos da linguagem de youtubers.** 2019. 185f. Dissertação (Mestrado em Educação e Novas Tecnologias) - Centro Universitário Internacional – Uninter, Curitiba, 2019.

VENEGAS, I. L. Acercamiento al aprendizaje multimedia. **Ciencias Sociales y Humanidades**, Mexico, v. 6, n. 6, p. 7-14, 2007.

VIEIRA, M. E. M. **Investigando o uso de vídeos de Biologia no YouTube por estudantes do Ensino Médio.** 2018. 86f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

VIÉGAS, S. G. P. **Produção de Videoaulas para o Youtube.** 2018. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Mídias na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

VIGARIO, A. F.; CICILLINI, G. A. Os saberes e a trama do ensino de Biologia Celular no nível médio. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 25, n. 1, p. 57-74, 2019.