

APLICAÇÃO DA TEORIA DE MAYER NA ANÁLISE DE MULTÍMÍDIAS EM VÍDEOS NO "YOUTUBE" SOBRE CÉLULA

APPLICATION OF MAYER'S THEORY IN MULTIMEDIA ANALYSIS IN VIDEO ON "YOUTUBE" ABOUT CELL

Angelina Xavier Da Silva¹ [angelina.xdslv@gmail.com]

Anderson Thiago Monteiro da Silva² [anderson.monteiro@ufrpe.br]

Renato Amorim da Silva² [renato.amorimsilva@ufrpe.br]

Ricardo Ferreira das Neves^{1,2} [ricardo.fneves2@ufrpe.br]

1 - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro Acadêmico de Vitória (CAV)

2 - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC)

RESUMO

Esta pesquisa tencionou verificar os desvios multimídias em alguns vídeos compartilhados no "YouTube", e suas influências no processo de aprendizagem do conceito de célula, utilizando como aporte a Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM). O estudo envolve uma abordagem qualitativa, sendo do tipo descritivo e proximal ao netnográfico. A coleta dos dados se deu a partir de cinco vídeos que abordavam o conceito de célula no site "YouTube". A análise dos dados foi aportada pelos Princípios Multimídias da TCAM, no que concerne a Redução de Processamento Estranho, Gerenciamento de Processamento Essencial e Promoção de Processamento Generativo. Os vídeos analisados apresentaram desvios multimídias na análise pela TCAM, sendo o Princípio da Imagem mais recorrente. A TCAM é um aporte que fomenta a prática docente, buscando análise de multimídias e, assim, evitando equívocos conceituais nas aulas.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências Biológicas; Célula; Vídeos; "YouTube"; Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

ABSTRACT

This research intended to analyze the multimedia deviations in some videos shared on "YouTube", and its influences on the learning process of the cell concept, supported by Theory Multimedia of Mayer. The study involves a qualitative approach, being descriptive and proximal to the netnographic. Data collection took place from five videos that addressed the concept of cell on the "YouTube" website. The data analysis was supported by the TCAM Multimedia Principles, regarding the Reduction of Extraneous Processing, Management of Essential Processing and Promotion of Generative Processing. The analyzed videos presented multimedia deviations in the analysis by CTML, being the Principle of Image more recurrent. CTML is a contribution that promotes teaching practice, seeking multimedia analysis and thus avoiding conceptual mistakes in class.

KEYWORDS: *Biological Sciences Education; Cell; Videos; "YouTube"; Cognitive Theory of Multimedia Learning.*

INTRODUÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) desencadearam mudanças significativas no processo de ensino-aprendizagem potencializando os conteúdos abordados em sala de aula, estimulando a interatividade, a compreensão de conceitos, a simulação de processos, e ainda favoreceu significativamente a construção do conhecimento. Nesse contexto, estão presentes as multimídias como livros, vídeos, videoaulas, animações e simulações. Esses materiais multimodais combinam palavras, imagem e som através do computador ou outro recurso digital, visando tornar o conteúdo mais acessível e compreensível ao sujeito (NEVES; CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2016; ROJAS, 2016; NEVES, 2015; ASSIS, 2002).

Nesse viés, é sabido que apesar do Livro Didático (LD) ainda ser a principal ferramenta empregada na prática pedagógica (KRALSILCHIK, 2010), existem outros recursos que podem ser utilizados. Atualmente, tem sido crescente a utilização de vídeos como um recurso didático-pedagógico para a abordagem de conteúdos das Ciências, ou como um elemento incitador de discussões por meio de Temas Controversos da Ciência, fortalecendo as construções dialógicas em sala de aula (SILVA e NEVES, 2019; GUIMARÃES, 2011; NUNES et al., 2006). No entanto, é possível que esses recursos possam conter informações errôneas ou deturpadas à visão científica, comprometendo a aprendizagem do educando (CACHAPUZ et al., 2011).

No que concerne ao uso de vídeos, o "YouTube" é uma plataforma digital bastante utilizada pelo público em geral, inclusive por estudantes, docentes e outros profissionais da educação (SILVA, 2015). O site é composto por incontáveis vídeos de natureza e finalidade diversas, cujo objetivo do acesso envolve a compreensão de um conteúdo, a visualização ou divulgação de informação jornalística ou puramente entretenimento (ROJAS, 2016; SILVA, 2015). Dentre os vídeos produzidos e disponibilizados na plataforma, existem aqueles de caráter didático-pedagógicos que abordam conteúdos referentes à Área da Biologia, os quais contemplam diferentes Subáreas do conhecimento biológico, como a Biologia Celular, por meio do conceito de célula.

A célula representa a unidade de formação de todos os seres vivos, cuja função está em diferenciar, manter e produzir vida compondo grupos procarióticos e eucarióticos, podendo se apresentar em bactérias, protozoários e organismos mais complexos como fungos, plantas e animais (NEVES, 2015; ALBERTS et al., 2011). Além dessa significativa importância, esse conceito detém uma peculiaridade, pois se apresenta fora do campo de visão humana, à vista desarmada, e requer do indivíduo grande capacidade de abstração para a compreensão da sua morfofisiologia. Essa particularidade tem atribuído à célula dificuldades para a sua abordagem escolar (NEVES; SILVEIRA et al., 2013). Isso resulta muitas vezes, em um processo de ensino memorístico de imagens e na reprodução descritiva de teorias, reforçada pelo uso excessivo do Livro Didático como único recurso pedagógico da prática docente (SILVA, 2013).

Diante disso, o uso de inserções de ilustrações em materiais multimodais, como vídeos, procura minimizar a abstração de organismos, de estruturas ou dos processos biológicos, vez que são microscópicos (SILVA, 2015). Assim, às representações imagéticas empregadas nas projeções de vídeos, conotam uma relação entre o concreto e o abstrato, sendo elas utilizadas para aproximar o conteúdo conceitual à realidade do sujeito, havendo necessidade de empregar ambas as linguagens - pictóricas e visuais, visando melhor aprendizagem (MAIA, 2008; SADOSKI, 2003).

Nesse mesmo ângulo, muitos materiais multimídias, ainda que sem intencionalidade, estão carregados de elementos subjetivos e complexos (imaginários e simbólicos) (NEVES; CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2016; NEVES, 2015; SOUZA, 2011), isso pode estar relacionado ao emprego da linguagem pictórica, a qual detém marcas semânticas que podem interferir negativamente na percepção da mensagem visual (SPINILLO, 2012). Ou seja, estão impregnadas de elementos pessoais, contemplando questões do autor, e não necessariamente

as necessidades do sujeito, constituindo uma dificuldade para o estabelecimento do seu valor cognitivo (NEVES; CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2016; NEVES, 2015).

Para tanto, percebendo o potencial dos recursos didáticos multimídias para o Ensino das Ciências, Mayer (2005) elaborou a "Cognitive Theory of Multimedia Learning" (CTML), ou Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM). Essa proposta busca avaliar o nível potencial de multimídias em textos científicos, livros didáticos e design computacional, colaborando com a prática docente e oportunizando ao professor reflexões sobre o material antes de sua utilização em sala de aula (NEVES; CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2016).

Vale ressaltar que a proposta deste trabalho não tenciona recriminar às multimídias presentes nos vídeos sobre o conceito de célula. Mas, oportunizar reflexões sobre a importância de conhecer e adotar referenciais teórico-metodológicos que discutam sobre o uso correto de recursos multimídias na elaboração e aplicação em vídeos com fins didáticos. Sendo assim, esta pesquisa tencionou verificar os desvios multimídias em alguns vídeos compartilhados no "YouTube", e suas influências no processo de aprendizagem do conceito de célula, utilizando como aporte a Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM).

OS VÍDEOS NO "YOUTUBE" E O ENSINO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Na abordagem de conteúdos no âmbito da Biologia, muitos docentes ainda se valem apenas da utilização dos Livros Didáticos (LD), menosprezando outros recursos que podem atribuir maior suporte à prática e, que podem também, potencializar as discussões em sala de aula (SILVA e NEVES, 2019; NUNES et al., 2006). No entanto, vale ressaltar que, por vezes, acaba sendo o único recurso pedagógico disponível para o docente, o que também acaba comprometendo sua prática. Diante disso, Krasilchik (2010) e Reichmann e Schimin (2008) discorrem que somente o Livro Didático tem sido insuficiente para a abordagem de conteúdos e sua contextualização. Por isso, novas propostas devem ser utilizadas, buscando contribuir com o ensino e com a aprendizagem escolar e, conseqüentemente, com a formação conceitual dos estudantes.

À vista disso, os vídeos disponibilizados no site "YouTube" representam um recurso para a abordagem de conteúdos nas mais diversas áreas do conhecimento, sobretudo, em relação ao Ensino das Ciências Biológicas. Em seu significado, os termos que designam o nome da plataforma, vêm do inglês, cuja tradução literal seria "VocêTubo", podendo ser compreendido como o canal feito por você (DANTAS, 2020). Esse site foi desenvolvido em 2005 por Jawed Karim, Chad Hurley e Steve Chen, e atualmente pertence à empresa *Google*, a qual realizou essa aquisição em 2006 (BURGESS e GREEN, 2009). Posteriormente, o site foi eleito pela Revista *Times* como a melhor invenção tecnológica da época (CARVALHO, 2008).

A partir dele, bilhões de pessoas podem assistir a horas de vídeos, podendo ainda compartilhar e descobrir os mais variados conteúdos disponíveis. O site funciona como uma plataforma virtual para divulgação de diversos tipos de informações por criadores, assim como anúncios por grandes e pequenos empreendimentos. A cada dia é adicionado em torno de 65 mil novos vídeos, estando disponível em 75 países e em 61 idiomas (CAETANO, 2007). Muitos desses vídeos representam a cultura de divulgação de conteúdo que interliga pessoas em todo o mundo, e em termos de criadores de conteúdo, correspondem a pessoas com diversas aptidões e atuações na sociedade, a exemplo de leigos, professores, pesquisadores, artistas e etc. (BURGESS e GREEN, 2009). Os vídeos do site "YouTube" apresentam um grande potencial enquanto recursos para abordagem de conteúdos nas aulas, com projeção em caráter lúdico e dinâmico (SILVA, 2015).

Considerando essa prerrogativa e, ainda, a maciça existência de um público que o acessa para o estudo, compreende-se que muito do que está sendo produzido e compartilhado sobre um determinado conteúdo, como exemplo, o conceito de célula, mesmo sem intencionalidade,

podem conter informações errôneas ou deturpadas, não correspondendo com a visão científica (NEVES, 2015). Isso suscita a formação de obstáculos epistemológicos e contribui para a ampliação de lacunas conceituais já existentes no Ensino da Biologia, pois nem todos os "youtubers" são de fato especialistas nas áreas e temáticas em que se propõem as abordagens de conteúdo das Ciências (ESPÍNDOLA, 2017).

O fato anteriormente mencionado pode ocorrer, uma vez que na Internet há conteúdos sendo criados constantemente em alta velocidade de produção, sem que ocorra necessariamente uma revisão antes de sua publicação e disseminação em meio digital. Logo, é possível a ocorrência da produção de um conteúdo educacional com erros conceituais (AMENDOLA e CARNEIRO, 2019). Sobretudo nos vídeos didático-pedagógicos publicados no site "YouTube", visto que a plataforma é livre para a publicação de conteúdos, desde que estejam em acordo com a legislação referente aos direitos autorais e respeitem as diretrizes instituídas (BERNARDAZZI e COSTA, 2017).

Nesse contexto, diversos canais no "YouTube" contam com um vasto catálogo de conteúdos didático-pedagógicos, o qual pode ser acessado e visualizado pelo público em geral, incluindo estudantes e professores (OLIVEIRA, 2016). No entanto, o docente ao optar pelo uso de vídeos do site para auxílio em suas aulas, necessita realizar uma análise prévia sob a qualidade do conteúdo apresentado, verificando quais aspectos da aprendizagem podem de fato, serem estimulados por meio do recurso (LIMA e GODINHO NETTO, 2019).

Por essa razão, Amendola e Carneiro (2019) relataram que alguns vídeos acerca do conteúdo geológico, detinham um conteúdo bastante confuso e superficial, havendo a presença de equívocos conceituais e problemas na narração, dificultando a compreensão de conceitos, podendo induzir o espectador ao erro. Vídeos curtos são menos frequentes no site em relação aos de longa duração, considerando determinados temas (AMENDOLA e CARNEIRO, 2019). Espera-se que o espectador perca o foco ao assistir vídeos longos. Todavia, são mais recorrentes registros de longas durações numa abordagem ininterrupta de conteúdos, em que novos conteúdos vão sendo apresentados seguidos dos outros (RODRIGUES; BOSSLER; CALDEIRA, 2019).

Nessa direção, as representações pictóricas assíncronas à narração, ou imagens que surgem aleatoriamente sem relação com o conteúdo apresentado, implicam diretamente no processo de aprendizagem do sujeito (RODRIGUES, BOSSLER; CALDEIRA; 2019, GARCIA; HEIDEMANN; BARBOSA, 2016). Assim, o desenvolvimento cognitivo do espectador pode ser comprometido, quando os vídeos apresentarem recursos multimídia desorganizados (AMENDOLA e CARNEIRO, 2019; RODRIGUES e CALDEIRA, 2019). Além disso, a ausência do professor pode se apresentar como um obstáculo para a aprendizagem, pois não há possibilidade de uma interação presencial para o esclarecimento de dúvidas (SILVA et al., 2019a; SILVA et al. 2019c). Desse modo, é importante que tais recursos apresentem boas condições de elaboração, incluindo as estratégias de ensino, visando a aprendizagem dos sujeitos.

ABORDAGENS DE CONTEÚDOS SOBRE CÉLULA NO AMBIENTE ESCOLAR

A evolução do conceito de célula se iniciou paralelamente ao desenvolvimento da microscopia, a partir das observações do fragmento de cortiça ao microscópio óptico por Robert Hooke (NEVES, 2015). Atualmente, o conceito representa a unidade de formação estrutural e funcional dos organismos vivos (DE ROBERTIS e HIB, 2006), compreendendo pequenas unidades limitadas por membranas, compostas por uma solução aquosa concentrada e dotada de capacidade para criar cópias de si mesma, compondo os grupos procariontes e eucariontes (ALBERTS et al., 2011). A célula procarionte não apresenta o material genético delimitado pelo envelope nuclear, ocupando um espaço denominado nucleóide, permanecendo em contato com o restante do protoplasma. Enquanto, que a célula

eucarionte possui o envelope nuclear isolando o material genético dos demais constituintes celulares (ALBERTS et al., 2011; DE ROBERTIS e HIB, 2006).

Nessa direção, no contexto da sala de aula, muitos conceitos complexos e abstratos ainda são abordados numa perspectiva tradicional, enfocando apenas a memorização e a reprodução das informações de maneira descritiva, segmentada e essencialmente teórica (KRASILCHIK, 2010; FERREIRA; CARPIN; BEHRENS, 2010). Esse fato pode decorrer de aspectos da formação inicial de uma parcela dos professores que obtém informações de forma fragmentada e linear, impedindo dessa maneira, o vislumbramento de diferentes vieses na abordagem de conteúdos abstratos (LOPES; CARNEIRO-LEÃO; JOFILI, 2010).

Diante disso, nas Ciências Biológicas, a exemplo da Biologia Celular, quando a abordagem do conteúdo sobre a célula ainda for pautada num enfoque linear e memorístico, pode influenciar em resultados não satisfatórios de aprendizagem. Contudo, mesmo que o docente utilize recursos dinamizadores nas aulas, ainda são reportadas dificuldades em sua ampla compreensão (FRANÇA, 2015). Essas dificuldades decorrem de vários aspectos intrínsecos ao conceito em questão, os quais são fortemente influenciados pelo nível de abstração, o qual exige bastante cognitivamente do estudante (SILVA *et al.* 2019b; GALLON, et al., 2017; FRANÇA, 2015; SILVA et al., 2015; NEVES, 2015; LOPES; CARNEIRO-LEÃO; JOFILI, 2010).

Essa abstração requerida no estudo da célula pode ser justificada pela necessidade de compreensão e formação de conceitos em níveis microscópicos (LOPES; CARNEIRO-LEÃO; JOFILI, 2010), exigindo dos estudantes competências de imaginação e, que muitas vezes, não são alcançadas (SOUZA e MESSEDER, 2017). Principalmente pela necessidade de instrumentos técnicos para a sua visualização, e pela complexidade teórica e de nomenclatura (GALLON et al., 2017). Posto isso, existem limitações na abordagem deste tema em Livros Didáticos, os quais proporcionam aos estudantes vislumbrar apenas representações de células planas e estáticas (OLIVEIRA et al., 2015), podendo não expor uma exata descrição do conceito, da estrutura e da funcionalidade celular (SILVA; NOCELLI; BOZZINI, 2015).

Em razão disso, alguns problemas na aprendizagem do conceito de célula relatados na literatura, derivam de sua condição abstrata. França (2015) destaca que estudantes do oitavo ano do Ensino Fundamental apresentavam poucas concepções prévias referentes à célula, assim como equívocos conceituais relacionadas aos tipos, às morfologias e às funções. Semelhantemente, Neves (2015), percebeu inconsistências teóricas, termos e nomenclaturas errôneas, e ideias deformadas sobre o conceito de célula por estudantes da Educação Superior.

Diante disso, há dificuldades e, às vezes, a dificuldade dos estudantes em vislumbrar as relações existentes entre as perspectivas macroscópicas e microscópicas do corpo humano, já que a percepção da segunda não é factível aos sentidos (PEREIRA et al., 2018a; LOPES; CARNEIRO-LEÃO; JOFILI, 2010). Também, existem lacunas conceituais que comprometem o entendimento da natureza real a nível macroscópico em função da microscópica. Havendo necessidade de um ensino que potencialize a compreensão dos aspectos em escala micro, relacionado à capacidade de abstração e de formação de conceitos em níveis submicroscópicos (PEREIRA et al., 2018a; NEVES, 2015).

Por conseguinte, embora os estudantes apresentem algumas dificuldades, com conteúdos relacionados à célula, em termos de ensino e aprendizagem pelos fatores supracitados, é necessário que esses obstáculos sejam vencidos, pois a Biologia Celular é uma ciência essencial para a compreensão da formação de um organismo vivo e os processos biológicos envolvidos. Além de estabelecer relações com outras subáreas, como a Genética, para o entendimento das questões acerca do Ácido Desoxirribonucleico (DNA) (SILVA et al., 2019a; PEREIRA et al., 2018b; PEREIRA et al., 2017; SOUZA e MESSEDER, 2017). Desse modo, são necessários estudos que fomentem a temática célula, tencionando investigar e

propor diferentes abordagens, tendo por meta melhorar a compreensão sobre o conceito (GALLON et al., 2017; NEVES; CARNEIRO-LEÃO; FERREIRA, 2016; SILVA, 2015).

Nessa perspectiva, são válidos estudos que visem investigar a utilização de recursos multimídia, os quais constituem bons materiais e colaborem tanto na perspectiva do ensino, quanto na aprendizagem dos estudantes (SILVA et al., 2019a ; SILVA, 2015). Mas, ainda sendo um recurso promissor nas Ciências, podem conter informações equivocadas e dificultar a aprendizagem (SILVA, 2015; SILVA, 2006). Visto isso, é possível encontrar ideias e termos equivocados, seja pela confusão em alguns termos ou funções das organelas, como complexo golgiense, carioteca ou ainda citar ribossomos como organelas citoplasmáticas.

Assim, a inserção inadequada de alguns elementos multimídias em vídeos, por exemplo, pode implicar num certo distanciamento em relação ao objeto que se deseja representar (SILVA, 2006), haja vista carregar consigo elementos incoerentes ao conhecimento científico, quando não são introduzidos de modo satisfatório, gerando implicações na compreensão de um conteúdo (NEVES, 2015). Por isso, ao se utilizar um material multimodal como aporte nas aulas, faz-se necessário estabelecer parâmetros teóricos e metodológicos, visando a eliminação de possíveis elementos estranhos e inconsistentes na composição do layout visual, buscando oportunizar um vídeo com dinamismo atrativo e didático ao espectador.

A TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM) NA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS

A TCAM foi introduzida no âmbito da Educação a partir de 1975, por meio de Richard Mayer, Professor de Psicologia na Universidade da Califórnia em Santa Barbara (UCSB), com diversas publicações em artigos e livros na área de pesquisa em Psicologia Educacional e Cognitiva. Em seus trabalhos, explanam-se entre outros aspectos, sobre a estrutura cognitiva do indivíduo e do uso de tecnologia no cerne da aprendizagem multimídia (MAYER, 2009, MAYER; MORENO, 2007; MAYER, 2005; MAYER, 2001).

A sua proposta visa a relação entre materiais visuais e verbais apresentados em sincronia, tendo por meta aprimorar a aprendizagem. Essa reação ocorre a partir da articulação entre palavras proferidas, ou redigidas e representações pictóricas (esquemas gráficos, fotografias, animações ou simulações), cujo resultado é transposto em capítulos de livros didáticos, por meio de aulas on-line ou através de jogos interativos (MAYER, 2001). Inversamente, nem toda relação texto-imagem promove aprendizagem, haja vista, simplesmente adicionar palavras e imagens em um determinado recurso multimídia não garante aquisição de conhecimento, visto que esse processo envolve atenção, organização e integração da informação adquirida, linkadas a outros conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do sujeito (MAYER, 2005).

Dessa forma, o indivíduo ao se deparar com um recurso multimídia, os elementos observados são captados pelos canais: auditivo, verbal e visual, cujas informações são empregadas aos conhecimentos prévios, que posteriormente as armazenam na memória de longa duração e, em seguida, podendo ser acessadas pelo cérebro por um longo período (MAYER, 2005). Nesse bojo, os sujeitos estão envolvidos em cinco processos cognitivos que envolvem o canal visual e/ou auditivo.

- o aluno deve selecionar palavras relevantes para o processamento na memória operacional verbal.
- o aluno deve selecionar imagens relevantes para o processamento na memória operacional visual.
- o aluno deve organizar as palavras selecionadas em um modelo verbal.
- o aluno deve organizar as imagens selecionadas em um modelo visual.
- o aluno deve integrar as representações verbais e visuais com um conhecimento prévio. (MAYER e MORENO, 2007, p. 1).

Sendo assim, é possível que algumas informações possam vir em excesso, ocasionando um exagerado esforço cognitivo ao sujeito. Diante disso, a TCAM procura eliminar informações do tipo intrínsecas, a partir da exclusão de elementos complexos ou extrínsecas, por meio da retirada de elementos estranhos e irrelevantes presentes na multimídia. Todavia, busca favorecer as informações naturais ou relevantes, por meio da inserção de elementos pertinentes nos materiais de ensino, e que contribuam para a aprendizagem do sujeito (MAYER, 2009). Objetivando atenuar essa problemática, Mayer estabeleceu 12 Princípios Multimídias, distribuídos em três classes de Cargas Cognitivas. No quadro 01, a seguir, temos a descrição das cargas e dos princípios estabelecidos.

Quadro 01. Cargas e princípios multimídias

Tipo de Carga	Princípios
<p>Redução de Processamento Estranho</p> <p><i>Diminuição de informações (imagens e sons) irrelevantes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Princípio da Coerência: A aprendizagem ocorre melhor quando materiais estranhos (palavras, imagens e sons) são excluídos. • Princípio da Sinalização: A aprendizagem ocorre melhor quando são adicionados sinais que destacam a organização do material. • Princípio de Contiguidade Espacial: A aprendizagem ocorre melhor quando palavras e imagens são apresentadas próximas. • Princípio de Redundância: A aprendizagem ocorre melhor com animação e narração do que animação, narração e texto escrito. • Princípio de Contiguidade Temporal: A aprendizagem ocorre melhor quando palavras correspondentes e imagens são apresentadas simultaneamente, em vez de sucessivamente.
<p>Gerenciamento de Processamento Essencial</p> <p><i>Organização de informações essenciais para a representação mental do conteúdo</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Princípio da Segmentação: A aprendizagem ocorre melhor quando uma aula é apresentada em segmentos e não em unidade contínua. • Princípio de Pré-treinamento (Conhecimento Prévio): A aprendizagem ocorre melhor quando existe pré-treinamento de nomes e características sobre o conceito. • Princípio de Modalidade: A aprendizagem ocorre melhor a partir de animação e narração do que animações e texto escrito.
<p>Promoção de Processamento Generativo</p> <p><i>Promoção da retenção e transferência do conteúdo para outras situações de aprendizagem</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Princípio de Personalização: A aprendizagem ocorre melhor quando as palavras são em estilo de conversação (coloquial), em vez de estilo formal. • Princípio de Voz: A aprendizagem ocorre melhor quando as palavras são faladas por voz humana ao invés de voz computacional. • Princípio da Imagem: A aprendizagem ocorre melhor quando a imagem do orador é adicionada à tela. • Princípio Multimídia: A aprendizagem ocorre melhor com palavras e imagens do que só por palavras, devendo a informação gráfica ser relevante à verbal.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Neves, Carneiro-leão e Ferreira (2016, p. 97 e 98); Barros (2013, p. 36-39); Silva (2013, p. 83 e 84); Mayer (2005, p. 117, 147, 159, 169, 183, 201)

Nesse sentido, as multimídias devem ser empregadas, objetiva-se estabelecer o seu valor didático para aquisição da linguagem científica escolar e promover a compreensão do conteúdo, deixando a informação mais inteligível ao sujeito (MARTINS e PICCININI, 2004; GOUVÊA e MARTINS, 2001). Portanto, os vídeos do site "YouTube", denotam destas perspectivas e, quando postos à análise sob os princípios da TCAM, ainda revelam diferentes aspectos e informações a serem discutidas.

METODOLOGIA

A proposta metodológica envolveu uma abordagem qualitativa, descrição do objeto e seus significados (TRIVIÑOS, 2011; GIL, 2010), situando-se num estudo descritivo e proximal ao netnográfico, visto que envolve, descreve e busca informações no ambiente virtual, presentes em Comunidades Audiovisuais e Redes Sociais (KOZINETS, 2010), no qual se enquadra, o "YouTube".

A coleta de dados ocorreu a partir da captação de cinco vídeos que abordassem o conceito de célula no site "YouTube", seguindo os critérios estabelecidos por Silva (2015, p. 24): 1 - O vídeo deve estar relacionado ao objeto da pesquisa – o conceito de célula. 2 - O vídeo deve ser em Língua Portuguesa. 3 - O vídeo deve ter um maior número de visualizações, considerando os cinco mais acessados referentes à temática. Por fim, a análise da pesquisa foi aportada pelos Princípios Multimídias da TCAM, no que concerne a Redução de Processamento Estranho (Coerência, Sinalização, Redundância e Contiguidade Temporal), no Gerenciamento de Processamento Essencial (Modalidade) e na Promoção de Processamento Generativo (Voz e Imagem). Além disso, foram verificados alguns dos principais comentários presentes nos vídeos.

Vale ressaltar que, considerando as perspectivas anteriormente alçadas, a pesquisa selecionou apenas cinco vídeos do site, pois, diferentemente de uma análise de imagens estáticas em Livros Didáticos, a qual envolve apenas três dos 12 Princípios Multimídias (COUTINHO et al., 2010), a análise de vídeos corresponde a pelo menos, sete princípios. Isso denotaria maior tempo à pesquisa, em sua análise e na interpretação dos resultados, conforme orienta Silva (2015). Tal como exposto no quadro 02, abaixo, temos um panorama geral sobre os vídeos que foram selecionados.

Quadro 02. Dados informativos dos vídeos analisados na pesquisa no site "YouTube"

Vídeo	Duração	Visualizações em 23/04/2020
1	1'55"	162.927
2	2'45"	243.623
3	2'37"	471.759
4	8'03"	914.929
5	12'22"	269.777

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da análise dos vídeos no site "YouTube".

Após essa breve descrição dos vídeos, inicia-se a inferência do tipo de carga e dos Princípios Multimídias propostos pela TCAM, conforme o quadro 03. Vejamos.

Quadro 03. Princípios e critérios de inclusão adotados na pesquisa

Princípios	Crítérios (Insatisfatório)
Coerência	Existência de palavras, imagens e sons estranhos, supérfluos, irrelevantes e incoerentes, estruturas complexas e diminutas.
Sinalização	Ausência de sinais do tipo setas, números, cores fantasias e dimensão.
Redundância	Quando não existir animação e narração, mas animação, narração e texto escrito.
Contiguidade Temporal	Quando palavras e imagens não estejam apresentadas simultaneamente ou as informações estejam deslocadas.
Modalidade	Quando não existir animação e narração, mas animação e texto escrito.
Voz	Quando as palavras não forem faladas por voz humana, mas por voz computacional.
Imagem	Quando ausente a imagem do orador à tela.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Neves, Carneiro-leão e Ferreira (2016, p. 97 e 98); Coutinho et al. (2010, p. 08); Mayer (2005, p. 148, 165, 171, 185, 204)

Mediante as considerações supra, seguem os resultados e a discussão referente ao conceito de célula, consoante a perspectiva da TCAM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Anteriormente aos resultados provenientes da análise sob a TCAM nos vídeos selecionados, registram-se, na íntegra, algumas impressões do público obtidas na seção de comentários em cada vídeo, com o intuito de verificar a percepção dos telespectadores, a fim de contribuir com as discussões, vê-se no quadro 04.

Quadro 04. Comentários do público sobre os vídeos analisados

Vídeos	Comentários
1	Sujeito A: "muito bom, explica com clareza obrigado!" Sujeito B: "ok, brilhante explicação!!!!"
2	Sujeito C: "UM VÍDEO DE QUASE 3 MINUTOS EXPLICOU MELHOR DO QUE MINHA PROFESSORA EM 2 AULAS! KKKKKKKK" - Sujeito D: "Gostei!!!! muito bem detalhado, resumido e explicado de forma compreensível!!! meus parabéns e que Deus lhe abençoe!!!"
3	Sujeito E: "me ajudou muitooo video rápido e completo, meu trabalho vai ficar perfeitooo" - Sujeito F: "Excelente cara, parabéns! Usarei nas minhas aulas!"
4	Sujeito G: "Muito bom. Não é uma daquelas explicações complexas q nos deixa sem entender nada" - Sujeito H: "Ótimo vídeo depois da introdução claro!"
5	Sujeito I: "Vídeo ótimo para estudar!" - Sujeito J: "Minha professora passou esse vídeo na minha escola"

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da análise dos vídeos no site.

Nos comentários dos espectadores, como consta no quadro acima, é possível vislumbrar que tais recursos multimídias auxiliaram diferentes públicos. Sobretudo, há utilização desses materiais tanto pelos estudantes como pelos professores, que corroboram com Oliveira et al. (2016), considerando a possibilidade de utilização destes materiais multimodal por um grupo diversificado de públicos.

A partir da leitura dessas colocações, é possível verificar o apreço dos visitantes na maioria das videoaulas, tecendo vários elogios. Mas também, alguns espectadores conseguem perceber no vídeo 4, aspectos e atributos que são desnecessários e, conseqüentemente, não contribuiriam para a sua aprendizagem, como destacou o "sujeito H", pois em seu início, apresentava som estranho, não tendo relação com o conteúdo abordado. Para Mayer (2009), é necessário a correta atenção na produção de um material multimídia, evitando sobrecarregar o cognitivo do sujeito, oportunizando que o conteúdo seja melhor entendível.

Resultados referentes à análise dos vídeos na perspectiva da TCAM

- **Redução de Processamento Estranho:**

Neste tipo de carga, evidencia-se o uso dos Princípios da Coerência, Sinalização, Redundância e Contigüidade temporal.

- **Princípio da Coerência**

O princípio da coerência compreende que a aprendizagem é potencializada quando materiais excêntricos (vocábulos, imagens, ruídos) são deletados. Assim, a mensagem deve ser clara e coerente, sem informações supérflua e/ou irrelevantes, já que elas desviam a atenção e sobrecarregam o cognitivo do sujeito (MAYER, 2005). Nesse caso, apenas o vídeo

n. 1, estava em consonância com a TCAM, enquanto os vídeos n. 2, n. 3, n. 4 e n. 5 foram insatisfatórios (Quadro 05).

Quadro 05. Desvio de coerência nos vídeos analisados

Vídeos	Caracterização	Desvio de Coerência
2	- Inicia-se com <i>um som de fundo estranho.</i>	- Material Estranho.
	- Em 0'45", surge uma representação imagética de um <i>cosmos.</i>	- Material Estranho.
	- Em 2'6" a 2'29", surgem <i>imagens de organismos pluricelulares,</i> aleatoriamente.	- Material Supérfluo ou Irrelevante.
3	- Em 2'0" a 2'33", durante a narração fala-se sobre <i>algumas estruturas associadas ao núcleo celular,</i> mas durante a animação <i>não surgiram.</i> Posteriormente, surge o <i>núcleo aberto,</i> mas <i>não as estruturas.</i>	- Material Incoerente (elementos não relativos ao conteúdo narrado).
4	- Em 0'34" a 2'27", surge uma representação imagética do <i>espaço cósmico e explosões com surgimento de alguns planetas,</i> conotando a teoria do Big Bang.	- Material Estranho, Supérfluo ou Irrelevante.
	- Em 3'43", apresenta-se um <i>modelo bacteriano com material genético em cor vermelha. Mas, outras estruturas da célula também detinham cores chamativas.</i>	- Material Incoerente (tonalidade similar, dificultando a correta identificação das estruturas).
	- Em 4'27" e 4'58", <i>à medida que as estruturas das animações são apresentadas, ganham destaque em cor/brilho. Mas, algumas não ficam perceptíveis ou nítidas</i> ao espectador.	- Material Incoerente (baixa tonalidade dificulta a correta nitidez para identificação das estruturas).
5	- Em 00'01" a 00'08"; 2'07" a 2'17"; 7'59; 8'08"; 10'01" a 10'12" e 12'18" a 12'21", surge uma <i>animação em formato de "olho de furacão".</i>	- Material Estranho
	- Em 1'21", surgem <i>fotos para ilustrar a frase do narrador: "as células podem ter várias formas (...).".</i> Mas, não se destaca a qual tipo de célula o narrador se refere.	- Material Estranho (elementos não relativos ao conteúdo narrado).
	- Em 4'21" a 4'38"; 4'41 a 4'47"; 4'55" a 5'01"; 5'44 a 5'52"; 6'07 a 6'13"; 6'26" a 6'29"; 6'41" a 6'48" e 7'00" a 7'06". Surge <i>uma animação de indústria, fábrica ou maquinaria para representar o funcionamento da célula.</i>	- Material Estranho (elementos não relativos ao conteúdo narrado).
	- Em 8'11" a 8'21", surgem <i>orcas acasalando.</i>	- Material Estranho.
	- Em 8'33" a 8'37", surgem <i>macacos.</i>	- Material Estranho.
	- Em 8,56" a 9',08", um <i>vídeo de ursos polares.</i>	- Material Estranho.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os vídeos n. 2, 3, 4 e 5 apresentaram algum material estranho ou incoerente durante a abordagem do conteúdo sobre a célula, com representações pictóricas aleatórias e em momentos diferentes, não tendo relação com o assunto mencionado na exibição, o que comprometeria a aprendizagem do espectador. Igualmente, Silva et al. (2019), encontraram imagens estranhas e que não detinham nenhuma relação com o conteúdo celular. Nos estudos de Pereira et al. (2017), havia na multimídia uma linguagem complexa com difíceis terminologias, sem uma explicação coerente acerca da Divisão Celular, e ainda algumas figuras com equívocos conceituais na estrutura. Já Costa (2010) verificou uma proposta imagética com excesso de informações e terminologia complexa, que pode interferir na aprendizagem do estudante.

No vídeo n. 2, houve uso de som difuso e dissonante, emergido durante a abertura e exibição das informações no vídeo. Na pesquisa de Rojas (2016), também foram percebidos efeitos sonoros irrelevantes com o uso de onomatopeias e músicas, decorrentes do tipo de animação. Inclusive, Rodrigues, Bossler e Caldeira (2019) observaram uma problemática de som e imagem, comprometendo o processamento da informação pelo espectador. Para Alcântara (2018), é importante que no material multimídia evite apresentação de termos desconhecidos, inserção de animações atípicas ou nomes de estruturas sem sua conceituação. Coutinho et al. (2010) e Mayer (2009) orientam que a presença de materiais supérfluos ao cognitivo do sujeito pode acarretar obstáculos para a aprendizagem, levando a concentração do indivíduo para pontos irrelevantes e desnecessários, e que em nada contribuam para a aprendizagem.

Dessa forma, Neves (2015), destaca que seja evitada a inserção de algum material incoerente, pois pode desviar a atenção e direcionar o espectador a entendimentos equivocados sobre o conteúdo. Logo, o material deve apresentar somente aquilo que for relevante e cognoscível ao estudante, cujas informações proporcionem melhor compreensão ao conteúdo. E, visando evitar essas problemáticas em materiais multimídias, devem-se seguir os Princípios da TCAM na sua elaboração, já que consiste numa atitude prudente, tendo em vista alcançar bons resultados de aprendizagem (MESSER, 2019; ALCÂNTARA, 2018).

- Princípio da Sinalização

O princípio da sinalização compreende que a aprendizagem é potencializada quando são adicionados sinais ou "pistas" no material multimídia, visando facilitar a compreensão do conteúdo pelo espectador (MAYER, 2005). A inserção de sinais pode corroborar para o entendimento sobre a estrutura celular, a organização de um organismo, os constituintes celulares ou as etapas de um processo biológico. Assim, quando da ausência desses sinais, haverá uma sobrecarga na memória do espectador, exigindo um significativo esforço para compreender a informação. Sendo, então, o material ausente dessas "pistas" é considerado insatisfatório (NEVES; FERREIRA; CARNEIRO-LEÃO, 2016), conforme o quadro 06.

Quadro 06. Desvio de sinalização nos vídeos analisados

Vídeos	Caracterização	Desvio de Sinalização
1	- Em 0'38" a 1,45", surgem estruturas aleatórias, sem indicação de setas ou tamanho .	- Ausência de Sinais.
2	- Em 1'01", surgem imagens das etapas da Divisão Celular, sem destacar à função .	- Ausência de números (Identificação das estruturas).
	- Em 1'15", tem-se uma animação da Divisão Celular sem sinalização do processo biológico.	- Ausência de setas (Identificação do processo biológico).
4	- Em 3'32", apresentam-se estruturas presentes no núcleo , mas sem identificação .	- Ausência de números (Identificação das estruturas).
5	- Em 2'28", apresenta-se um vírus na abordagem sobre o material genético, mas sem sinalização das estruturas .	- Ausência de números (Identificação das estruturas).
	- Em 2'45", apresenta-se cromossomos bacterianos , mas sem identificação das partes.	- Ausência de números (Identificação das estruturas).
	- Em 6'34", apresenta-se uma estrutura celular , mas sem sinalização das partes.	- Ausência de números (Identificação das estruturas).
	- Em 8'38" a 8'47", surge animação da Divisão Celular, sem sinalização das etapas.	- Ausência de Setas (Identificação das etapas biológicas).
	- Em 8'54", surge imagem de material genético , sem nenhuma identificação sobre o que representaria.	- Ausência de Sinais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se, por conseguinte, que apenas o vídeo n. 3 não apresentou desvios, enquanto os demais não foram percebidas imagens ou destaques informando que as cores eram fantasia e nem que as dimensões das estruturas não eram reais. Igualmente, Pereira et al. (2017) destacaram a falta de uma sinalização correta no vídeo, havendo ausência de setas que colaborassem para explicação da funcionalidade de algumas células no corpo humano. Já Costa (2010) ressaltou que alguns professores ao observarem representações pictóricas com ausência de sinalização, sentiram a necessidade da inserção de números e cores, objetivando melhor identificação das etapas do processo biológico.

Alcântara (2018) chama atenção para as multimídias que envolvem abordagens acerca de conteúdos biológicos, cujos conteúdos por serem abstratos, precisam deter máxima atenção no destaque das estruturas e dos processos, evitando comprometer o entendimento e, conseqüentemente, a aprendizagem do espectador. Mayer (2005), ainda reforça que a multimídia apresente sinais que indiquem os passos para que o sujeito identifique e possa compreender as informações contempladas, facilitando a seleção e organização em sua memória.

Também, deve-se procurar produzir um material multimodal com bastante atenção, buscando adequar o vídeo com a realidade do sujeito, oportunizando que o conteúdo seja melhor entendível, e não sobrecarregar o seu cognitivo (MAYER, 2009). Dessa forma, a importância da sinalização contribui para que o sujeito perceba e compreenda os aspectos intrínsecos relacionados ao conceito, e que muitas vezes, não é perceptível sem os sinais destacados nos elementos constitutivos das células (NEVES, 2015).

- Princípio da Redundância

O Princípio da Redundância compreende que a aprendizagem é facilitada quando se utiliza a animação junto à narração, ao invés de animação inserida com narração e texto (MAYER, 2005). Nesse caso, apenas os vídeos n. 2 e n. 4, foram insatisfatórios.

No vídeo 2, a narração não aconteceu durante a projeção do material. Houve apresentação de textos conjuntamente com um fundo musical. Ou seja, não existiu o narrador para discorrer sobre as informações presentes no material, sobrecarregando o canal visual com projeções textuais e imagéticas, desviando o olhar do espectador para o texto, podendo não observar elementos importantes durante a apresentação na animação sobre o conteúdo. Já no vídeo 4, seguiu-se a mesma proposta, surgindo a narração apenas em 6'00", contudo, acompanhada de animação e textos escritos. Novamente há uma sobrecarga, entretanto, no canal visual e auditivo, à vista disso, a fala repetirá o que está proposto no texto.

Diante disso, Alcântara (2018) e Pereira et al. (2018a) indicaram em suas pesquisas que algumas multimídias utilizaram conjuntamente, narração, animação e texto escrito, sendo assim, insatisfatórias. Assim como Rojas (2016), em sua pesquisa nota que também houve desvio nesse princípio no seu material analisado, pois apresentava iguais informações na legenda relacionada à imagem e à narração.

Dessarte, a presença de informações repetidas no vídeo, por meio de palavras faladas e escritas, sobrecarrega o canal visual, impedindo o sujeito de adquirir melhor compreensão acerca do conteúdo, pois o texto escrito direciona a visão do espectador para a leitura, desviando o olhar sobre informes mais significativos durante a exibição do conteúdo (NEVES, 2015; ALMEIDA et al., 2014; MAYER; 2009).

- Princípio da Contiguidade Temporal

O Princípio da Contiguidade Temporal estabelece que a aprendizagem é potencializada quando vocábulos proferidos e imagens são inseridos de forma simultânea (MAYER, 2009). Ou seja, quando há um correto sincronismo das multimídias, facilita ao espectador melhor acompanhamento do conteúdo, com fácil representação mental e um melhor funcionamento

da memória operacional (MAYER, 2005). No quadro 07, têm-se os vídeos que foram insatisfatórios nesse princípio.

Quadro 7. Desvio na temporalidade nos vídeos analisados

Vídeos	Caracterização	Desvio de Contiguidade Temporal
1	- Em 1'22", o narrador se refere ao núcleo , mas surge a imagem do nucléolo . - Em 1'31", o destaque da animação está no núcleo , mas a narração já segue para explicações referentes a outros componentes celulares .	- Ausência de sincronismo entre o tempo de narração e a representação imagética. - Deslocamento da informação para outro momento da apresentação no vídeo.
2*	- Em 0'03", tem-se a frase " O que são células? ". Mas, surge no possível lugar da resposta, a imagem sobre um microscópio . Apenas em 0'31", surge uma a resposta para o questionamento.	- Ausência de sincronismo entre o tempo de narração e a representação imagética. - Deslocamento da informação para outro momento da apresentação no vídeo.
4	- Em 3'25", surge uma frase destacando que as células eucariontes contém material genético envolvido por membrana, separando-o do citoplasma . Mas, o núcleo não foi evidenciado . A identificação do núcleo ocorreu após a apresentação da célula procarionte. Apenas em 4'00', retoma-se a abordagem para a célula animal .	- Ausência de sincronismo entre o tempo de narração e a representação imagética. - Deslocamento da informação para outro momento da apresentação do conteúdo no vídeo.
5	- Em 1'52", surge no vídeo a frase " célula da nossa pele ". Mas, surgem imagens do cérebro, do cerebelo e do tronco encefálico .	- Ausência de sincronismo entre o tempo de narração e animação.
	- Em 3'07"-3'13", é narrado que a célula eucarionte é formada por membrana plasmática, citoplasma e núcleo . Mas, o que se apresenta é a movimentação dos cloroplastos na célula vegetal .	- Ausência de sincronismo entre o tempo de narração e animação.

Fonte: Elaborado pelos autores. *Vídeo sem narração.

Nesse sentido, quanto ao Princípio de Contiguidade Temporal, apenas o vídeo n. 3, foi satisfatório, ou seja, foi sincrônica a narração e a animação em sua proposta sobre a abordagem celular. Já os vídeos n. 1, n. 2, n. 4 e n. 5, foram insatisfatórios, pois não houve sincronismo entre o narrador e a representação pictórica/dinâmica, apresentada durante toda a exibição do vídeo.

Sob esse mesmo prisma, semelhantemente, Pereira et al. (2018a) e Pereira et al. (2017), demonstraram nas suas pesquisas que não houve sincronismo entre o narrador e as projeções imagéticas/dinâmicas durante a exibição do vídeo. Ou seja, as falas eram precedidas ou sucedidas pelas ilustrações estáticas ou em movimento. Por esse motivo, o tempo de verbalização do locutor não estava integralmente equivalente ao aparecimento das animações, podendo induzir o sujeito a identificar estruturas celulares equivocadamente e estimulando-o a uma má interpretação pelos sujeitos, além de dificultar a aprendizagem. Para tanto, a TCAM considera que informações gráficas e verbais deverão acontecer de forma mais simultânea possível, cujas palavras precisam estar sincronizadas com as imagens apresentadas, evitando, dessa maneira, dificuldades na aprendizagem do conteúdo (MAYER, 2009; MAYER e MORENO, 2007; MAYER, 2005).

Vale ressaltar que, muito símile ao Princípio de Contiguidade Temporal está o Princípio de Contiguidade Espacial, o qual é frequente em livros, cuja ilustração se encontrava em um quadrante distante do texto escrito ou em outra página. Isso provoca um vai e vem na leitura do sujeito, dificultando o seu entendimento acerca do conteúdo (ALMEIDA et al., 2014). A propósito, o Princípio da Contiguidade Temporal seguiria nesse viés, cujo expectador precisaria ir e vir no vídeo para entender o conteúdo. Essa ação atinge a memória operacional, haja vista que o indivíduo precisa em um curto prazo gerenciar essa realidade, ao mesmo tempo em que precisa observar os eventos explícitos e ainda perceber os objetos implícitos no material, objetivando o armazenamento desses elementos na memória de longo-prazo.

Nesse contexto, quando se utilizam videoaulas, Cardoso (2014) aponta que houve poucos materiais que não respeitaram o Princípio da Contiguidade Temporal, visto que durante a explanação do conteúdo, o professor falava, desenhava e esquematizava modelos sincronicamente. Ou seja, as multimídias envolvidas estavam sempre alinhadas em mesmo tempo. Também, na pesquisa de Alcântara (2018), todas as videoaulas foram satisfatórias, vez que apresentou esquemas no quadro e/ou imagens na tela, sempre acompanhando simultaneamente a narração do professor.

Diante disso, pode-se considerar que, sobre os vídeos, muitos são idealizados por um sujeito que não possui formação específica ou atuação na área do conhecimento abordado na proposta do material, como exemplo, vídeos produzidos por estudantes do ensino básico. Ademais, esse tipo de material é geralmente pensado para atender a um público ou cumprir uma atividade disciplinar, sendo atribuída ludicidade com bastante uso de imagens e esquemas, o que pode induzir a falta de sincronismo entre o narrador e o que é apresentado. Enquanto nas videoaulas, o material é apresentado por um professor com nível universitário e, possivelmente, na área do conteúdo abordado, o qual durante a narração faz proposições imagéticas no quadro, diminuindo a chance de desvio nesse princípio.

Nesse viés, é possível que em vídeos com teor educacional exista maior possibilidade de desvio multimídia, no que tange ao Princípio da Contiguidade Temporal, diferentemente das videoaulas. Dessa forma, considerando o Princípio da Contiguidade Temporal, observa-se que de acordo com o tipo de material multimídia, pode existir uma maior tendência em não cumprimento do princípio, ou seja, o material pode ser insatisfatório com maior ou menor expressividade. Logo, existe necessidade de dedicar atenção, quando da elaboração de qualquer material multimídia, evitando possíveis dificuldades na compreensão do conteúdo e incitação a construções equivocadas pelo espectador.

- **Gerenciamento de Processamento Essencial**

Neste tipo de carga evidenciamos o uso apenas do Princípio da Modalidade.

- **Princípio da Modalidade**

Nesse princípio, Mayer (2005) afirma que a aprendizagem é potencializada quando se utiliza animação e narração, ao invés de inserir animação com texto escrito. Assim, somente o vídeo n. 2, foi insatisfatório, pois exibiu em sua projeção apenas texto e animação. Isso muito corrobora com as pesquisas em videoaulas de Alcântara (2018) e Cardoso (2014), que ao abordarem conteúdos abstratos da Biologia, enfatizam que a maioria dos recursos multimídias analisados não apresentou desvio quanto a esse princípio. Diferentemente, Rodrigues e Caldeira (2019), ao analisarem videoaulas sobre o conteúdo de vertebrados, enfatizaram imagens associadas à narração e ao texto escrito, sobrecarregando o canal visual. Novamente, percebe-se que o cumprimento ou o descumprimento a um determinado princípio, nesse caso, a Modalidade em um material multimídia, tende a variar conforme o tipo de conteúdo a ser explorado.

Para tanto, a inserção de texto escrito no lugar da narração pode promover perda de foco das animações, dificultando o entendimento do conteúdo. Dessa maneira, desloca a

atenção do sujeito, fazendo-o mobilizar tempo ao ler as informações, podendo não visualizar com a devida atenção, o que está sendo projetado junto à informação textual. Essa dificuldade na compreensão do conteúdo pode ser evitada, quando há a presença da narração no vídeo e ausência de texto escrito (RODRIGUES e CALDEIRA, 2019; GARCIA; HEIDEMANN; BARBOSA, 2016).

- **Promoção de Processamento Generativo**

Neste tipo de carga evidenciamos o uso dos Princípios da Voz e da Imagem.

- **Princípio da Voz**

Mayer (2005) orienta que a aprendizagem é facilitada quando o sujeito está em contato com uma voz humana, a qual passa qualidade amigável, ao invés de um caráter impessoal e mecânico. Posto isso, a presença da voz humana no vídeo possibilitaria ao sujeito, melhor compreensão do conteúdo, pois é familiar ao seu convívio social.

Nesse princípio, apenas os vídeos n. 2, n. 3 e n. 5, foram insatisfatórios. No primeiro, a voz estava ausente, enquanto no segundo, a voz foi computadorizada. Já no último vídeo, a voz humana apareceu na maior parte da multimídia, contudo houve momentos, em que uma voz mecânica artificial surgia, o que pode se caracterizar como parcialmente insatisfatório. Diante disso, Pereira et al. (2018a) e Pereira et al. (2017) sinalizaram que o vídeo quando apresenta voz artificial pode comprometer a aprendizagem, vez que a voz humana é conhecida e mais agradável sonoramente à audição do sujeito.

- **Princípio de Imagem**

Mayer (2005) considera importante para aprendizagem a presença da figura humana/orador, adicionado à tela. Nesse caso, todos os vídeos apresentaram desvio, ou seja, foram insatisfatórios. Por isso, no decorrer do vídeo, não houve a presença do orador na tela. Vale ressaltar que, o vídeo n. 4, em 6'08" a 8'3", apresentou um professor na tela explicando o conteúdo. Mas, em alguns momentos, ele saía de cena e posteriormente, retornava à tela. De modo que podemos considerá-lo parcialmente insatisfatório. Por outro lado, quando da análise desse princípio, algumas pesquisas têm destacado serem insatisfatórios, conforme Messer (2019); Pereira et al. (2018a); Pereira et al. (2018b) e Pereira et al. (2017), corroborando com a nossa análise.

Diante disso, observando alguns estudos que analisaram materiais multimídias (vídeo e videoaulas) à luz da TCAM e, especificamente, sob a ótica do Princípio de Imagem, denotou-se uma tendência em não cumprimento desse princípio, quando em vídeos didático-pedagógicos, cuja abordagem dos conteúdos envolvia conceitos abstratos, como na Área da Biologia (PEREIRA et al., 2018a; PEREIRA et al. 2018b; PEREIRA et al., 2017). Isso pode estar relacionado a uma preocupação, quanto às inserções lúdicas e dinâmicas no material, e menos com o distanciamento da relação entre os sujeitos, sob quem explica e quem aprende.

Considerando as videoaulas, elas possibilitam diferentes direcionamentos, no que tange à abordagem de conteúdos que envolvia conceitos abstratos, cujo cumprimento desse princípio variava consoante o tipo da proposta. A primeira, quando a Área da Ciência for mais técnica, exigindo fórmulas e cálculos, como exemplo, a Matemática (MESSER, 2019), tendendo-se a uma menor inserção da Imagem do orador na tela, por haver um modelo de narração descritiva como o surgimento pictórico de informações durante a abordagem do conteúdo. A segunda, quando a Área da Ciência for mais dinâmica, exigindo "desenhos" e esquemas, como exemplo, a Biologia (SILVA et al., 2019; ALCANTANTARA, 2018), tendendo-se a uma maior inserção da Imagem do locutor na tela, visto que o próprio professor explicita o conteúdo e está a todo momento com sua imagem na tela.

Outras considerações, segundo Messer (2019), é que a Imagem do orador na tela não implicaria diretamente na aprendizagem. Desse modo, haveria outras potencialidades muito além dessa perspectiva, sendo ainda discutidas nas pesquisas que envolvem a TCAM. Diante

disso, oportuniza-se aqui considerar que, a presença de um orador no vídeo pode colaborar para a leitura labial de surdos (MARTINS e FILGUEIRAS, 2010), culminando para a acessibilidade comunicacional da Pessoa com Deficiência (PcD), e corroborando com a compreensão do conteúdo em se tratando de vídeos com fins didáticos (OLIVEIRA et al., 2016).

Síntese dos desvios nos materiais analisados

Por fim, num panorama geral, vislumbra-se fazer uma comparação entre os desvios nos princípios que foram mais frequentes nos vídeos analisados (Quadro 8).

Quadro 8. Síntese dos desvios multimídias (insatisfatórios) presentes nos vídeos analisados

Princípios	Vídeos				
	1	2	3	4	5
Coerência		■	■	■	■
Sinalização	■	■		■	■
Redundância		■		■	
Contiguidade Temporal	■	■		■	■
Modalidade		■			
Voz		■	■		■*
Imagem	■	■	■	■*	■

Fonte: Elaborado pelos autores. *Desvio parcial

A partir do quadro acima, é possível constatar que todos os vídeos analisados contêm desvios multimídia, consoante os princípios apontados pela TCAM e adotados neste trabalho. O vídeo n. 2 foi o mais representativo, sendo insatisfatório em todos os princípios analisados. Enquanto os vídeos n. 1 e o n. 3 apresentaram menos desvios. Os desvios mais recorrentes estavam relacionados aos Princípios da Coerência, Sinalização, Contiguidade temporal e Imagem, corroborando com a pesquisa de Pereira et al. (2017), sendo a Imagem, o mais insatisfatório dentre todos os vídeos, confluindo com os estudos de Messer (2019); Pereira et al. (2018a); Pereira et al. (2018b) e Pereira et al. (2017).

Diante disso, observa-se que os vídeos analisados apresentaram bastante dinamização em suas projeções, buscando deixar a apresentação mais atrativa. Todavia, a ausência de parâmetros teóricos e metodológicos inviabilizou a confluência entre as multimídias, podendo vir a comprometer a aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A TCAM permitiu a compreensão da importância do uso de palavras, imagens e som em vídeos, cujas multimídias não devem ser inseridas de forma assíncrona, contudo buscar a confluência entre elas, visto que intervêm no processo de aprendizagem e comprometem a compreensão conceitual.

Destarte, a partir da análise de alguns vídeos no site "YouTube", nota-se a presença de desvios multimídias nesses materiais didático-pedagógicos, sendo a sinalização, a contiguidade temporal e a imagem, os mais recorrentes. À vista disso, é necessário que o docente, ao se valer desse tipo de recurso para as suas aulas, tenha atenção e cautela na seleção do vídeo,

utilizando parâmetros teórico-metodológicos, como a TCAM, a fim de diagnosticar os elementos que possam interferir na aprendizagem do tema abordado, apresentando uma multimídia livre de elementos estranhos, visando melhores condições para o desenvolvimento da aprendizagem do estudante.

Durante a análise e na discussão dos resultados, percebeu-se que as pesquisas apontadas na literatura tendiam a ter mais expressividade em um Princípio Multimídia em detrimento do outro, cuja variação está atrelada à quantidade e ao tipo de multimídia analisada, considerando principalmente, a Contiguidade Temporal, a Modalidade e a Imagem. Conquanto, independente disso, as orientações da TCAM devem ser inferidas em recursos multimídias, sobretudo, quando captadas em plataformas públicas sem fins educacionais, com a intenção de colaborar com a minimização de equívocos conceituais, interpretações errôneas e evitar a visão deformada do conteúdo.

Em razão disso, a pesquisa em vídeos do site "YouTube", a partir do aporte da TCAM não teve o intuito de censurar os processos multimídias presentes nos vídeos analisados, já que foram produzidos com intenções didáticas distintas. Entretanto, considera-se que os resultados podem auxiliar produtores e/ou idealizadores de vídeos/videaulas, a serem cautelosos na escolha e na produção do material.

Por fim, existe necessidade de novos estudos que possibilitem outros vislumbres sobre a significância de materiais multimodais no processo de ensino-aprendizagem escolar, para a seleção de recursos multimídias com fins didático-pedagógicos e, observando se o material está em consonância com os princípios da TCAM propostos por Mayer, ou balizados por outras premissas, que fomentem os conteúdos das ciências, as aulas, a prática docente e conhecimento dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, Bruce; BRAY, Dennis; HOPKIN, Karen; JOHNSON, Alexandre; LEWIS, Julian; MARTIN, Raff; ROBERTS, Keith; WALTER, Peter. **Fundamentos da Biologia Celular**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ALCÂNTARA, Lucas Felipe de Melo. **Análise de videoaulas de embriologia do "YouTube" como recurso pedagógico: uma avaliação baseada na teoria cognitiva da aprendizagem multimídia**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2018.

ALMEIDA, Rosiney Rocha; CHAVES, Andréa Carla Leite; COUTINHO, Francisco Ângelo; JUNIOR ARAÚJO, Carlos Fernando de. Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 4, p. 1003-1017, 2014.

AMENDOLA, Danilo; CARNEIRO, Celso Dal Ré Análise crítica de conceitos de geologia apresentados na Plataforma YouTube® com foco em vídeo-aulas. **Terra e Didática**, v. 15, p. 1-9, 2019.

ASSIS, Wayne Santos de. **Utilização de recursos multimídia no ensino de concreto armado e protendido**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BARROS, Ana Paula Rodrigues Magalhães de. **Contribuições de um micromundo composto por recursos do geogebra e da coleção M³ para a aprendizagem do conceito de volume de pirâmide**. 2013. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

BERNARDAZZI, Rafaela; COSTA, Maria Helena Braga e Vaz da. Produtores de conteúdo no YouTube e as relações com a produção audiovisual. **Revista Comunicare**, v. 17, p. 146-160, 2017.

BURGESS, Jean; GREEN, Joshua. **YouTube e a revolução digital**. Aleph: São Paulo, 2009.

CACHAPUZ, António; PÉREZ, Daniel Gil; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A Necessária renovação do ensino das ciências**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAETANO, Saulo Vicente Nunes; FALKEMBACH, Gilse Antoninha Morgental. YOU TUBE: uma opção para uso do vídeo na EAD. **RENOTE**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2007.

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.

CARVALHO, Ana Amélia Amorim. **Manual de ferramentas da web 2.0 para professores**. Ed. Ministério da Educação: Portugal, 2008.

COSTA, Fernanda de Jesus. **Uso de imagens e palavras com base na teoria da carga cognitiva: elaboração de material de apoio para o professor**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

COUTINHO, Francisco Ângelo; SOARES, Adriana Gonçalves; BRAGA, Selma Ambrosina de Moura. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 3, 2010.

DANTAS, T. **"Youtube"**. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescuela.uol.com.br/informatica/youtube.htm>> Acesso em 31 de maio de 2020.

DE ROBERTIS, Eduardo; HIB, José. **Bases da Biologia Celular e Molecular**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ESPÍNDOLA, Igor Ferreira. **Comunicação organizacional e youtube**: análise sobre a produção de conteúdo por usuários não especialistas. 2017. 95f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Relações Públicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

FERREIRA, Jacques de Lima; CARPIM, Lucymara; BEHRENS, Marilda Aparecida. Do paradigma tradicional ao paradigma da complexidade: um novo caminhar na educação profissional. **Boletim Técnico Senac**: a R. Educ. Prof., Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 51-59, 2010.

FRANÇA, Jaqueline Alves Araújo. **Ensino-aprendizagem do conceito de "célula viva": proposta de estratégia para o ensino fundamental**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

GALLON, Mônica da Sila; PRASNISKI, Maria Elena Tobolski; CAMARGO, Tatiana Souza de; ROCHA FILHO, João Bernardes. O estudo da célula: contribuições de um museu interativo para a aprendizagem e ensino de ciências. **Ensino, Educação e Ciências humanas. Londrina**, v. 18, n. 1, p. 12-17, 2017.

GARCIA, Nilson Marcos Dias; HEIDEMANN, Daniel Sucha; BARBOSA, Ruan Carlos Guilherme. Do impresso ao digital: perspectivas da concepção e produção do livro didático digital brasileiro de física. **Revista de Currículo y Formación del Profesorado**, v. 20, n. 1, p. 113-132, 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOUVÊA, Guaracira; MARTINS, Isabel. Imagens e educação em ciências. In: Alves, Nilda e Sgarbi, Paulo. (Orgs.). **Espaços e imagens na escola**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001, p. 41-58.

GUIMARÃES, Fernanda Malta. **Como os professores de 6º ao 9º anos usam o livro didático de Ciências**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

KOZINETS, Robert. **Netnografia: a arma secreta dos profissionais de marketing. Como o conhecimento das mídias sociais gera inovação**. Março de 2010. Disponível em: < http://bravdesign.com.br/wp-content/uploads/2012/07/netnografia_portugues.pdf >. Acesso em: 7 jun. 2020.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª Ed. São Paulo: Edusp, 2010.

LIMA, Talitha Tiyomi; GODINHO NETTO, Martha Cristina Motta. Vídeos Curtos Animados: Aspectos a serem considerados no ensino de biologia. **Comunicações**, v. 26, n. 2, p. 179-195, 2019.

LOPES, Fernanda Muniz Brayner; CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos.; JÓFILI, Zélia Maria Soares. Dificuldades de aprendizagem na construção do conceito de ciclo celular. In: ENEBIO e EREBIO – Regional 5 / Congresso Iberoamericano de Educación em Ciências Experimentales, 3/4/5., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, SBEnBIO, 2010.

MAIA, Tiago Costa. **A representação de dimensões de tempo em instruções visuais e sua relação com imagens mentais de usuários**. 2008. 242 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MARTINS, Stefan.; FILGUEIRAS, Lucia. Avaliando modelos de interação para comunicação de deficientes auditivos. In: Proceedings of the IX Symposium on Human Factors in Computing Systems, 9., 2010. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Brazilian Computer Society, 2010.

MAYER, Richard. **Multimedia learning**. 2 ed. New York: Cambridge University, 2009.

MAYER, Richard. Principles for reducing extraneous processing in multimedia learning: coherence, signaling, redundancy, spatial contiguity, and temporal contiguity principles. In: **The Cambridge handbook of multimedia learning**, Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

MAYER, Roxana; MORENO, Richard. A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles. Santa Barbara: University of California, 2007.

MAYER, Richard. **Multimedia learning**. Ed. New York: Cambridge University, 2001.

MESSER, Andréa Thees. **"Aprendi no Youtube!": investigação sobre estudar matemática com videoaulas**. 2019. 260 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

NEVES, Ricardo Ferreira das. **Abordagem do conceito de célula: Uma investigação a partir das contribuições do Modelo de Reconstrução Educacional**. 2015. 264 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

NEVES, Ricardo Ferreira das; CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos; FERREIRA, Helaine Sivini. A imagem da célula em livros de Biologia: uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. **Investigações em Ensino de Ciências**, 21(1), 94-105, 2016.

NUNES, Francis de Moraes Franco; FERREIRA, Karine Sá; SILVA JÚNIOR, Wilson Araújo da; BARBIERI, Marisa Ramos; COVAS, Dimas Tadeu. Genética no Ensino Médio: uma prática que se constrói. **Revista Genética na Escola**, v. 1, n. 1, p. 19-24, 2006.

OLIVEIRA, Dillyane de Brito; PIANCA, Bruna Rodrigues; SANTOS, Elisangela Rodrigues; MANCINI, Karina Carvalho. Modelos e atividades dinâmicas como facilitadores para o ensino de biologia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 20, p. 1-11, 2015.

OLIVEIRA, Édison Trombeta de; SOUZA, Marcos Barros de; OMODEI, Juliana Dalben; SANTOS; Varnderlei Leite dos. Acessibilidade na TV Digital Aberta no Brasil para apoio a surdos. **Educação, Formação & Tecnologias**, v. 9, n.1, p. 58-71, 2016.

OLIVEIRA, Priscila Patrícia Moura. O YouTube como ferramenta pedagógica. In: Simpósio Internacional de Educação à Distância / Encontro de Pesquisadores em Educação à Distância, 1., 2016, São Carlos. **Anais...** São Carlos, UFSCar, 2016.

PEREIRA, Maria Gislaine, SILVA, Ayrton Agripino de Souza, SILVA, Crislaine Maria da SOUZA, SILVA Maria das Dores da, NEVES, Ricardo Ferreira das. 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, UEPB, 2018b.

PEREIRA, Maria Gislaine, SILVA, Ayrton Agripino de Souza, SILVA, Crislaine Maria da SOUZA, Rose Kelly dos Santos, NEVES, Ricardo Ferreira das. Análise multimídia de um vídeo sobre a divisão celular. In: Congresso Nacional de Educação, 4., 2017, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, UEPB, 2017.

PEREIRA, Maria Gislaine, SILVA, Lizandra Ferraz da, SILVA, Ayrton Agripino de Souza, SILVA, Crislaine Maria da SOUZA, NEVES, Ricardo Ferreira das. Análise de um vídeo sobre microbiologia a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. In: Congresso Nacional de Educação, 5., 2018, Olinda.. **Anais...** Olinda, CEMEP, 2018a.

PICCININI, Cláudia; MARTINS, Isabel. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio: pesquisa em ensino de ciências**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2004.

REICHMANN, Deise do Rocio Xavier Taborda.; SCHIMIN, Eliane Strack. **Imagens:** contribuição para o ensino-aprendizagem em Biologia. Dia a dia Educação, Portal Educacional do Estado do Paraná, 1- 27p, Curitiba, 2008.

RODRIGUES, Leandro dos Santos; BOSSLER, Ana Paula; CALDEIRA, Pedro Zany. Comunicação Educativa - Parte I: análise de videoaulas nas perspectivas da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia e do Modelo de Elementos da Análise do Discurso. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 27735-27750, 2019.

RODRIGUES, Leandro dos Santos; CALDEIRA, Pedro Zany. Comunicação Educativa: análise de videoaulas nas perspectivas dos modelos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia e do Modelo de Elementos da Análise do Discurso. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais...** Natal, UFRN, 2019, p. 1-7.

ROJAS, Carlos Felipe Urquizar. **Animações multimídia sobre alimentação e nutrição: Um estudo sobre a compreensão dos agentes comunitários de saúde.** 2016. 142 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SADOSKI, Mark; GOETZ, Ernest; STRICKER, Andre; BURDENSKI, Thomas Júnior. **New findings for concreteness and imagery effects in written composition.** Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal 16: 443–453, 2003. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

SILVA, Angelina Xavier da. **Análise imagética do conceito de célula em vídeos do "YouTube" e suas implicações para aprendizagem.** 2015. 41 f. Trabalho de Conclusão (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Vitória de Santo Antão, 2015.

SILVA, Dayane Guimarães; SILVA, Diana Guimarães; FERREIRA, Helaine Sivini; NEVES, Ricardo Ferreira das. Concepções de Discentes de Ciências Biológicas sobre o Conceito de Célula: Etapa 2 do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE). In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais...** Natal, UFRN, 2019b.

SILVA, Diana Guimarães; BEZERRA, Erica José; SOUZA JÚNIOR, Antônio Santana de; MELO, Sumara Wedja da Silva; NEVES, Ricardo Ferreira das. O conceito de membrana plasmática: entre as concepções dos estudantes e o livro didático. In: Congresso Nacional de Educação, 2., 2015, Recife. **Anais...** CEMEP, 2015, p. 1-10.

SILVA, Henrique César. Lendo imagens na educação científica: construção e realidade. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, p. 71-83, 2006.

SILVA, Larissa Chariel Domingos; NOCELLI, Roberta Cornélio Ferreira; BOZZINI, Isabela Custódio Talora. Abordagem de células em materiais didáticos. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 28-34, 2015.

SILVA, Mariana da Silva; REZENDE FILHO, Luiz Augusto Coimbra de; SÁ, Márcia Bastos de; SOUSA, Ana Lúcia Nunes de. Aprendendo Biologia por um canal de vídeo aulas: percepção de estudantes da área da Saúde sobre suas vantagens e desvantagens. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais...** Natal, UFRN, 2019c.

SILVA, Maria das Dores; SILVA, Amanda Celerino da; BARBOSA, Matheus Alves; SILVA, Karolyne Andrade da; SILVA, Crislaine Maria da. Multimídia na educação: análise de um vídeo sobre membrana celular a partir da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM). In: Congresso Internacional das Licenciaturas, 6., 2019, Recife. **Anais...** Recife, UEPB, 2019a.

SILVA, Meyson Alexandre da; NEVES, Ricardo Ferreira das. Temas Controversos da Ciência: abordagem do conceito de célula na Educação Superior. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais...** Natal, UFRN, 2019.

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

SILVEIRA, Gabriele Dachi; MANZKE, Gabriela Rodrigues; MANZKE, Vitor Hugo Borba; SILVEIRA, Diego Teixeira; FONSECA, Viviane Barneche. Percepção das diferentes estruturas celulares por alunos egressos do Ensino Fundamental: EXERCÍCIO 01. In: Encontro Regional do Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL) / Semana Acadêmica de Ciências Biológicas, 6/16., 2013. Santo Ângelo. **Anais...** Santo Ângelo: URI, 2013.

SOUZA, Edilaine Moraes de; MESSEDER, Jorge Cardoso. Citologia em sala de aula: um modelo celular pensado para todos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, UFSC, 2017.

SOUZA, Lúcia Helena Pralon de. As imagens fotográficas de saúde no livro didático de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 2011.

SPINILLO, Carla Galvão. Graphic and cultural aspects of pictograms: nainformation ergonomics viewpoint, **Work**, n.41, p. 3398-3403, 2012.

TRIVINÕS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.