

Análises de videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas em 2021 durante a pandemia de Covid-19

Taynara de Souza e Mario R. Barro

Durante a pandemia de Covid-19, o estado de Minas Gerais disponibilizou videoaulas do programa “Se Liga na Educação” para os alunos estudarem em casa. O objetivo deste trabalho é analisar as videoaulas de Química exibidas pelo programa no ano de 2021. Agrupamos as videoaulas em 8 categorias de acordo com suas características. Selecionamos uma videoaula representativa de cada categoria para ser analisada com base na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), nos aspectos pedagógicos e no conteúdo químico. As videoaulas apresentam vários segmentos que se aproximam dos princípios da TCAM e alguns segmentos que se distanciam dos princípios da coerência, redundância, segmentação e pré-treinamento. Além de disso, as videoaulas se restringem à exposição de conteúdos, sendo que alguns conteúdos químicos apresentam inadequações.

► videoaulas de Química, ensino médio, pandemia de Covid-19 ◀

Recebido em 10/02/2023, aceito em 15/09/2023

22

Em 2020, devido à pandemia de Covid-19, houve a suspensão das atividades escolares presenciais em todo o Brasil, seguindo as orientações da Organização Mundial de Saúde (OMS) para promover o distanciamento social e tentar conter a disseminação da doença.

A Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG) implementou o Regime de Estudo não Presencial, direcionado para o Ensino Fundamental e Ensino Médio da rede estadual, que consistiu no desenvolvimento e utilização de ferramentas para dar continuidade à rotina de estudos nesse período de aulas não presenciais (Minas Gerais, 2020).

Uma dessas ferramentas foi o programa “Se Liga na Educação”, transmitido pelo canal público educativo de televisão Rede Minas. Cabe destacar que esse programa já existia antes do Regime de Estudo não Presencial e foi adaptado para apresentar videoaulas que priorizavam conteúdos que os alunos tinham mais dificuldades. O programa foi exibido no período da manhã, de segunda a sexta-feira, nos dias úteis, seguindo uma programação distribuída por área do conhecimento. Além do canal

de televisão, o programa ainda podia ser acessado pelos estudantes via outras ferramentas: o aplicativo “Conexão Escola” e pela página *web* do “Estude em Casa” (Minas Gerais, 2021).

Apesar de apresentarem semelhanças, as videoaulas

Apesar de apresentarem semelhanças, as videoaulas possuem características que as diferem das aulas presenciais, tais como a utilização da mídia audiovisual, a interação assíncrona ou ausência de interação com os alunos e a possível utilização simultânea de várias linguagens visuais que podem ser combinadas com o áudio (Camargo *et al.*, 2011).

possuem características que as diferem das aulas presenciais, tais como a utilização da mídia audiovisual, a interação assíncrona ou ausência de interação com os alunos e a possível utilização simultânea de várias linguagens visuais que podem ser combinadas com o áudio (Camargo *et al.*, 2011).

Poucos estudos vêm sendo realizados no sentido de analisar videoaulas de Química (Fidelis e Gibin, 2016; Almeida *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2020). Contudo, essas análises podem gerar informações relevantes que os professores devem considerar no momento de construção das videoaulas (Barrère, 2014).

Neste trabalho, tivemos como objetivo analisar videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas no ano de 2021, tendo como base os princípios da

Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), seus aspectos pedagógicos e seus conteúdos de Química. Devido à utilização dessa teoria em outros trabalhos com o objetivo de analisar e avaliar videoaulas (Rodrigues *et al.*, 2019; Santana *et al.*, 2022), e por não haver um referencial específico para essa finalidade, optamos por utilizá-la para verificar aspectos da apresentação multimídia.

Cabe destacar que, dos trabalhos publicados sobre a implementação do ensino remoto pelo governo de Minas Gerais durante a pandemia (Coelho e Oliveira, 2020; Oliveira *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2022), poucos estão relacionados à Química (Rezende e Furlani, 2022; Custódio, 2021) e nenhum analisa videoaulas na perspectiva do presente trabalho.

Percurso Metodológico

Para a realização deste trabalho, utilizamos a metodologia de pesquisa qualitativa, uma vez que buscamos a obtenção de dados descritivos sobre as videoaulas, com o intuito de compreender sua complexidade, sem buscar enumerar ou quantificá-los (Flick, 2009).

Utilizamos como fonte de coleta de dados a página do “Estude em Casa”, que possuía o *link* do programa “Se Liga na Educação” contendo a programação e os arquivos das videoaulas de Química (Minas Gerais, 2021). Realizamos o levantamento das videoaulas de Química presentes na programação exibida durante o ano de 2021.

A princípio, assistimos apenas alguns momentos das videoaulas. Coletamos dados para caracterizar essas videoaulas de acordo com os seguintes critérios baseados nos trabalhos de Gomes (2008) e Barrére (2014): tempo de duração; indicação do público para o conteúdo; professor apresentador; modelo de videoaula; acessibilidade e recurso de ensino.

Em um segundo momento, selecionamos um conjunto de videoaulas representativo de todas as videoaulas de Química exibidas em 2021 no programa “Se Liga na Educação”, utilizando como critérios três características identificadas anteriormente: o professor apresentador; a indicação do público para o conteúdo e o recurso de ensino. Essas características foram escolhidas, pois percebemos que variações nelas geram efeitos diferentes nos aspectos pedagógicos da videoaula, permitindo distingui-las umas das outras.

Correlacionamos os três critérios, o que gerou combinações entre as variações das três características. Agrupamos as videoaulas que se enquadram em cada combinação e assim obtivemos grupos de videoaulas que se assemelham em relação ao professor apresentador, à indicação do público para o conteúdo e ao recurso de ensino. Desse modo, consideramos que as videoaulas pertencentes ao mesmo grupo são semelhantes em relação às suas principais características.

Selecionamos uma videoaula de cada grupo, de modo

que cada videoaula representasse o seu grupo de características, sem que houvesse repetição dos conteúdos químicos, garantindo que cada videoaula tratasse de um conteúdo químico diferente.

Para analisar as videoaulas selecionadas, assistimos cada uma separadamente quantas vezes fossem necessárias, coletando dados para análise em relação aos princípios da TCAM (Mayer, 2009), aos aspectos pedagógicos (Barrére, 2014) e ao conteúdo químico (Gomes, 2008).

Referencial Teórico

Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

A TCAM é uma teoria que trata de como as pessoas aprendem por meio de palavras e imagens e é fundamentada nos pressupostos de canais duplos, capacidade limitada e processamento ativo (Mayer, 2009).

O pressuposto de *canal duplo* considera que os humanos processam as informações por meio do canal visual, que inicia o processamento das informações captadas pelos olhos, e do canal auditivo, que inicia o processamento das informações captadas pelos ouvidos.

A *capacidade limitada* consiste na ideia de que os humanos são limitados na quantidade de informações que podem ser processadas em cada canal ao mesmo tempo. E o *processamento ativo* pressupõe que os humanos se envolvem ativamente no processamento cognitivo para construir

uma representação mental coerente de sua experiência, envolvendo a seleção de palavras e imagens relevantes, a organização dos materiais selecionados e a integração das representações baseadas em palavras e em imagens.

Os princípios da TCAM consistem em métodos aplicados no planejamento de apresentações multimídia que visam auxiliar os processamentos cognitivos que acontecem durante o processo de aprendizagem (Mayer, 2009). Apresentamos no Quadro 1, a seguir, os 12 princípios da TCAM e uma breve descrição de cada princípio.

Resultados e Discussão

Como resultado do levantamento, encontramos 68 videoaulas de Química exibidas no programa “Se Liga na Educação” no ano de 2021.

Em relação ao tempo de duração, constatamos que as videoaulas apresentam tempos de duração próximos a 20 minutos, variando entre 18m26s e 21m16s. De acordo com a classificação de tempo de duração proposta por Barrére (2014), consideramos que as videoaulas do programa “Se Liga na Educação” têm tempo de duração longo (até 20 minutos) e muito longo (acima de 20 minutos).

Em relação à indicação do público para o conteúdo,

Selecionamos uma videoaula de cada grupo, de modo que cada videoaula representasse o seu grupo de características, sem que houvesse repetição dos conteúdos químicos, garantindo que cada videoaula tratasse de um conteúdo químico diferente.

Quadro 1: Princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

Princípios	Descrição
Coerência	Os estudantes aprendem melhor quando a apresentação multimídia não contém materiais estranhos.
Sinalização	Os estudantes aprendem melhor quando a apresentação multimídia contém sinais que destacam a organização do material essencial.
Redundância	Os estudantes aprendem melhor com apresentação de imagens e narração do que com apresentação de imagens, narração e texto escrito.
Contiguidade espacial	Os estudantes aprendem melhor quando palavras e imagens correspondentes são apresentadas próximas umas das outras na página ou na tela.
Contiguidade temporal	Os estudantes aprendem melhor quando narração e imagens correspondentes são apresentadas simultaneamente.
Segmentação	Os estudantes aprendem melhor quando a apresentação é dividida em segmentos ao invés de uma unidade contínua.
Pré-treinamento	Os estudantes aprendem melhor quando conhecem os nomes e as características dos conceitos dos materiais essenciais.
Modalidade	Os estudantes aprendem melhor com imagens e narração ao invés de imagens e texto escrito.
Multimídia	Os estudantes aprendem melhor por meio de palavras e imagens do que por meio apenas de palavras.
Personalização	Os estudantes aprendem melhor com palavras no estilo de conversação ao invés de palavras no estilo formal.
Voz	Os estudantes aprendem melhor quando a narração é falada por uma voz humana ao invés de uma voz de máquina.
Imagem	Os estudantes não necessariamente aprendem melhor quando a imagem do professor está ou não na tela.

observamos que a distribuição do conteúdo em relação ao público ao qual é destinado não é feita de forma igualitária para os anos do Ensino Médio e para a preparação para o ENEM. Dentre as 68 videoaulas, 29 videoaulas foram indicadas à preparação para o ENEM, 19 videoaulas foram indicadas ao público do 3º ano, 11 videoaulas foram indicadas ao público do 1º ano e 9 videoaulas foram indicadas ao público do 2º ano.

Em relação ao professor apresentador, constatamos que elas foram apresentadas por 4 professores diferentes, que representamos ao longo do texto pelas letras A, B, C e D. Cada videoaula é apresentada por um único professor, sendo que cada professor apresentou uma quantidade diferente

de videoaulas nesse período. O professor A apresentou 19 videoaulas, o professor B apresentou 29, o professor C apresentou 14 e o professor D apresentou apenas 6.

Todas as videoaulas seguem um único modelo, que corresponde à intercalação de momentos que exibem o professor discursando em frente à câmera, em um cenário físico, com momentos de captura de tela com narração do professor. Os momentos de captura de tela, exibem os mesmos *slides* que são exibidos no monitor do cenário físico. As intercalações entre os dois modelos ocorrem diversas vezes ao longo da videoaula, o que promove um dinamismo para a exibição (Pereira e Magalini, 2017; Melillo e Kawasaki, 2013).

Quanto à acessibilidade, todas as videoaulas do programa apresentam janela de intérprete de Língua Brasileira de Sinais (Libras), que é exibida durante todo o tempo do vídeo, localizada no canto inferior direito da tela. Essa característica busca garantir aos estudantes portadores de deficiência auditiva o acesso ao conteúdo das videoaulas. A utilização da janela com intérprete de Libras foi prevista no Decreto nº 5.296/2004, que regulamentou a Lei 10.098/2000, sobre normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida (Brasil, 2004).

Em relação aos recursos de ensino, todas as videoaulas utilizaram um monitor interativo, que é composto por uma tela sensível ao toque, permitindo a interação com o dedo ou com uma caneta específica. Apenas duas videoaulas utilizaram modelos moleculares e outras duas videoaulas utilizaram experimentação.

A partir dos critérios estabelecidos, selecionamos 8 videoaulas representativas de todas as videoaulas exibidas em 2021 para serem analisadas.

Apresentamos, no Quadro 2, as combinações entre as características, o título das videoaulas selecionadas em cada grupo e um código numérico de identificação para as videoaulas.

Análise das videoaulas com base na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

Submetemos as videoaulas à análise, tendo como parâmetro os segmentos das videoaulas se aproximarem ou se distanciarem dos princípios da TCAM, considerando que os processos cognitivos acontecem a cada segmento da apresentação multimídia. Portanto, se um segmento da videoaula se distanciou de um princípio não quer dizer que toda apresentação está inadequada em relação às premissas daquele princípio.

Em relação ao princípio da coerência, identificamos em todas as videoaulas segmentos que se distanciaram desse princípio, pois incluíram materiais irrelevantes nas apresentações. Constatamos que imagens irrelevantes foram incluídas em pelo menos um segmento de todas as videoaulas.

Nos segmentos da videoaula 7, as imagens de balanças e de símbolos químicos, e nos segmentos da videoaula 3, as

Quadro 2: Videoaulas selecionadas para análise.

Professor	Indicação	Recurso	Título da videoaula selecionada	Código de identificação
A	3º ano	Monitor	Pilhas e baterias	1
		Monitor e modelos	Isomeria espacial	2
B	ENEM	Monitor	Os gases e suas transformações	3
C	1º ano	Monitor	Polaridade das substâncias	4
		Monitor e experimentação	Funções inorgânicas	5
		Monitor e modelos	Ligações químicas	6
	2º ano	Monitor	Grandezas químicas	7
D	2º ano	Monitor	O que é equilíbrio químico	8

imagens de cilindros de gás (Figura 1), balão e termômetros podem até parecerem interessantes e terem relação com o tema das videoaulas, mas não foram mencionadas durante a explicação, se tornando irrelevantes para o processo de aprendizagem (Mayer, 2009).



Figura 1: Imagem irrelevante incluída na videoaula 3.

Outra situação que aconteceu nos segmentos das videoaulas foi a presença de imagens que atuam como detalhes sedutores. Ilustrações como lâmpada, alvo e flecha, avatar, caderno e alto-falante não têm relação com os objetivos de ensino e podem atrair a atenção do estudante (Figura 2). Quando o estudante foca sua atenção nesses materiais, a carga cognitiva que seria gasta em processamento de materiais essenciais é gasta com materiais irrelevantes, criando processamento estranho (Mayer, 2009).

As passagens longas de texto escrito, que foram incluídas em segmentos das videoaulas 1 e 3, possuem muitas palavras que não têm relação direta com o tema da aula e não precisariam estar escritas na tela (Figura 3). As palavras escritas são inicialmente processadas no canal visual e competem com as imagens. Esses segmentos poderiam ser melhorados se as passagens de texto fossem reduzidas ou substituídas apenas por palavras-chave relacionadas ao tema das videoaulas (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da sinalização, identificamos em

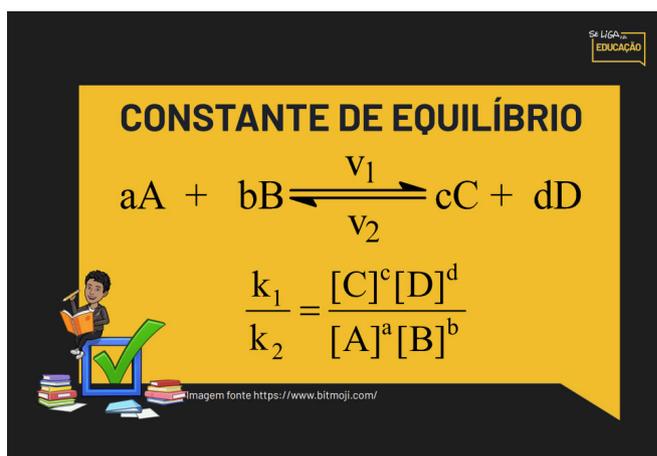


Figura 2: Imagem irrelevante incluída na videoaula 8.



Figura 3: Passagem de texto irrelevante incluída na videoaula 1.

todas as videoaulas segmentos que se aproximaram desse princípio, pois incluíram no mínimo dois tipos de sinais visuais, sendo eles: círculos em palavras ou imagens, setas em palavras ou imagens, palavras em negrito, sublinhadas ou com distinção de cores e gestos de apontar (Figura 4). Nas videoaulas 1, 2 e 8 foram incluídos sinais verbais dos tipos: esboço, com frases ditas no início da aula sobre os principais pontos da aula; e ênfase vocal, com pronúncia de palavras mais lentas e mais altas. Alguns desses sinais

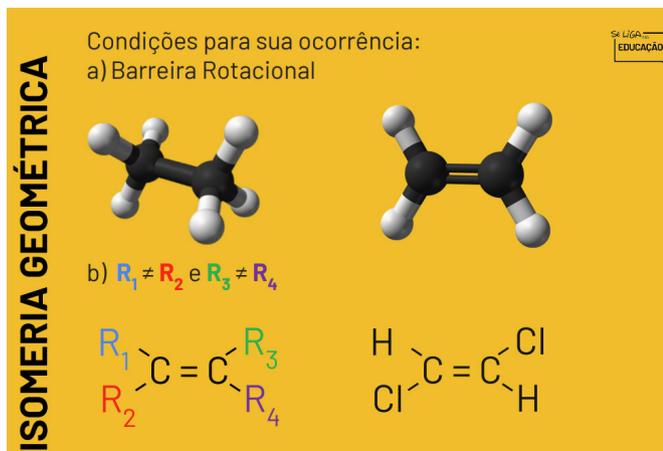


Figura 4: Sinal visual incluído na videoaula 2.

já estavam prontos nos *slides*, outros foram incluídos pelos professores ao longo das explicações.

Segundo Mayer (2009), os sinais podem reduzir o processamento estranho, uma vez que destacam os materiais essenciais, fazendo com que os estudantes se concentrem mais neles do que em materiais irrelevantes e podem ajudar no processo de seleção, chamando a atenção do estudante para as partes importantes, e no processo de organização, ajudando o estudante a construir representações mentais com as informações selecionadas.

Identificamos nas videoaulas 1, 2, 3, 7 e 8 segmentos que contêm imagem, narração e texto escrito e nas videoaulas 4 e 6 segmentos que contêm apenas narração e texto escrito, sendo que, dentre todas elas, as videoaulas 1, 4, 6 e 8 apresentaram narração correspondente às palavras do texto escrito. Desse modo, essas videoaulas apresentaram segmentos que se distanciaram do princípio da redundância. Apenas a videoaula 5 não apresentou segmentos redundantes.

Essas situações podem causar processamento estranho, pois os estudantes podem gastar recursos cognitivos na tentativa de comparar os fluxos de entrada de texto escrito e falado. Além disso, ao processar imagem e texto escrito, o canal visual pode ficar sobrecarregado ao ter que fazer a varredura de todas as informações na tela. Esse processamento estranho pode gastar recursos cognitivos que deveriam ser utilizados no processamento de materiais essenciais (Mayer, 2009).

Para minimizar a redundância nesses casos, poderia ser avaliada uma reelaboração dos *slides* no sentido de reduzir os textos escritos para menos palavras, considerando que a melhor maneira de apresentar o material verbal é por meio de texto falado, para não competir com o processamento das imagens no canal visual (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da contiguidade espacial, não identificamos nas videoaulas segmentos que se distanciaram desse princípio, pois apresentaram as imagens no mesmo *slide* das palavras que as descrevem (Figura 5). Desse modo, os estudantes não precisam dedicar recursos cognitivos para realizar buscas na tela para encontrar uma imagem correspondente a uma frase escrita, e podem dedicar esses recursos aos processamentos essenciais e generativos (Mayer, 2009).



Figura 5: Apresentação integrada na videoaula 2.

Em relação ao princípio da contiguidade temporal, identificamos apenas um segmento na videoaula 4 que se distanciou desse princípio, pois apresentou uma imagem e sua narração em tempos diferentes. Podemos considerar que essa videoaula contém um segmento que corresponde a uma apresentação sucessiva, uma vez que o segmento de tempo 12m21s apresentou a narração sobre geometria molecular e a apresentação do *slide* contendo imagens e palavras escritas sobre esse assunto aconteceu sucessivamente, no segmento de tempo 13m01s.

Nesse segmento, os processamentos no canal auditivo acontecem antes dos processamentos do canal visual. Esse tipo de apresentação pode desfavorecer a aprendizagem, pois apenas uma pequena parte do que foi processado antes permanece na memória de trabalho quando o outro processamento começa. Desse modo, os estudantes podem ter dificuldade em construir conexões entre as informações verbais e visuais (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da segmentação, a maioria das videoaulas se distanciou desse princípio, pois não dividiu o conteúdo em partes. Identificamos apenas nas videoaulas 2 e 8 a divisão do conteúdo em partes apresentadas sequencialmente. Nessas videoaulas, os professores fizeram uma indicação verbal ao mudar para outra parte do conteúdo. Na videoaula 2, além da menção na fala do professor, a separação dessas partes também foi indicada por um *slide* que apresentou uma capa para a segunda parte.

Os estudantes que assistem às videoaulas pelo canal de televisão não conseguem realizar pausas no tempo, ficando impossibilitados de gerenciar o ritmo de estudo. Já os estudantes que acessam as videoaulas pelo aplicativo “Conexão Escola” ou pelo site “Estude em Casa” (Minas Gerais, 2021) têm a opção de pausar o tempo da videoaula e completar os processos cognitivos de organização e integração antes de ir para a próxima parte. Assim, esses estudantes podem se engajar mais nos processamentos cognitivos do material essencial da videoaula (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio do pré-treinamento, identificamos nas videoaulas 1, 2 e 4 segmentos que se aproximaram desse princípio, pois forneceram conhecimento prévio de

conceitos importantes para a aula ao relembrar conceitos estudados em videoaulas anteriores.

Ao fornecer um segmento para relembrar um conhecimento prévio, o professor pode auxiliar os estudantes a não ficarem sobrecarregados ao terem que processar, além dos termos novos, os conceitos relacionados. Isso acontece porque o pré-treinamento divide o processamento essencial em dois episódios, um durante o pré-treinamento e outro durante a aula principal. Assim, o pré-treinamento pode ajudar os estudantes a não ficarem sobrecarregados ao precisarem usar seus recursos cognitivos limitados para processar todas as informações (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da modalidade, todas as videoaulas se aproximaram desse princípio, pois criaram apresentações utilizando imagens e narração em vez de imagem e texto escrito. Ao apresentar as palavras em forma de narração, o professor pode auxiliar os estudantes a não sobrecarregarem o canal visual ao ter que processar as imagens e as palavras escritas. A modalidade equilibra a carga entre os canais, de modo que as informações verbais são processadas no canal auditivo, não competindo por recursos cognitivos com as imagens que são processadas no canal visual (Mayer, 2009).

Cabe destacar que as videoaulas incluíram palavras escritas nas apresentações de *slides*, entretanto elas não substituíram toda a narração, isto é, mesmo em segmentos que apresentaram texto escrito no *slide*, a narração também foi utilizada. Desse modo, as palavras escritas foram utilizadas em concordância com outros princípios, como o princípio da contiguidade espacial.

Em relação ao princípio da multimídia, todas as videoaulas apresentaram segmentos contendo imagens e palavras, escritas e narradas, se aproximando desse princípio. Podemos considerar que todas as videoaulas são apresentações multimídia, pois incluíram imagens (estáticas e animadas) e palavras (escritas e narradas). As apresentações multimídia fazem com que as representações verbais e visuais correspondentes sejam processadas e se mantenham na memória de trabalho ao mesmo tempo. Isso pode auxiliar os estudantes a se envolverem no processamento generativo e construir conexões entre palavras e imagens (Mayer, 2009).

Cabe destacar que o princípio da multimídia por si só não garante a aprendizagem. Para tanto, ele deve ser utilizado em concordância com os outros princípios, como o princípio da coerência. A videoaula 3 pode exemplificar essa situação, pois, apesar de atender ao princípio da multimídia, contendo imagens e palavras, não atendeu ao princípio da coerência, pois apresentou imagens irrelevantes para a aula, conforme a Figura 1.

Em relação ao princípio da personalização, todas as videoaulas se aproximaram desse princípio, pois apresentaram narrações contendo palavras no estilo de conversação. As videoaulas analisadas apresentaram mais narrações utilizando pronomes como “eu”, “você”, “nós” do que narrações apenas

em terceira pessoa para explicar os conteúdos.

Além disso, identificamos segmentos nas videoaulas 1, 2 e 5 em que o professor fez comentários direcionados aos estudantes durante as explicações, o que também corresponde a uma técnica do estilo de conversação, atendendo também ao princípio da personalização.

Ao aproximar a apresentação mais ao estilo de conversação do que ao estilo formal, o professor pode estimular os estudantes a se dedicarem mais a compreender o que ele está dizendo, uma vez que a resposta social nos estudantes pode aumentar o processamento cognitivo ativo (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da voz, identificamos em todas as videoaulas a narração feita por voz humana ao invés de voz de máquina, se aproximando desse princípio. Nas videoaulas analisadas, as narrações foram realizadas pelos próprios professores. A voz humana provoca mais a sensação de presença social do que a voz sintetizada por computador. Assim, como o princípio da personalização, o princípio da voz também pode estimular a resposta social dos estudantes e aumentar o processamento cognitivo ativo (Mayer, 2009).

Em relação ao princípio da imagem, identificamos em todas as videoaulas momentos que apresentaram a imagem do professor na tela e momentos que não apresentaram a imagem do professor na tela, se aproximando parcialmente desse princípio. A imagem do professor pode atrapalhar os estudantes a prestarem atenção no material relevante da aula. Sendo assim, o desperdício de recursos cognitivos pode gerar mais prejuízos do que os benefícios gerados pela resposta social dos estudantes (Mayer, 2009).

Nas videoaulas analisadas, as imagens dos professores foram retiradas da tela nos momentos de ênfase na explicação, sendo que nesses momentos apenas os *slides* foram exibidos. Já nos momentos em que os professores faziam apontamentos e gestos com as mãos, suas imagens foram apresentadas. Apontar com as mãos corresponde a um sinal visual do princípio da sinalização, sendo assim esse comportamento pode auxiliar os estudantes a direcionarem a atenção para os materiais relevantes. Podemos inferir que o uso da imagem do professor nas videoaulas pode afetar a aprendizagem dos estudantes, de acordo com a TCAM, dependendo se o momento requer foco de atenção nas imagens dos *slides* ou não.

A partir da análise com base na TCAM, constatamos que todas as videoaulas analisadas apresentam segmentos que se aproximam dos princípios da sinalização, da contiguidade espacial, da modalidade, da multimídia, da personalização, da voz e da imagem. Além disso, 7 videoaulas apresentam segmentos que se aproximam da contiguidade temporal.

No entanto, todas as videoaulas apresentam segmentos que se distanciam da coerência, sendo que em 7 videoaulas há segmentos que se distanciam da redundância, 6 videoaulas não apresentam a segmentação do conteúdo e 5 videoaulas não forneceram pré-treinamento.

Cabe destacar que o princípio da multimídia por si só não garante a aprendizagem. Para tanto, ele deve ser utilizado em concordância com os outros princípios, como o princípio da coerência.

Quanto ao critério aspectos pedagógicos, proposto por Barrére (2014), buscamos identificar e analisar estratégias e instrumentos pedagógicos utilizados nas videoaulas. Quanto ao critério conteúdo, proposto por Gomes (2008), buscamos identificar e analisar a qualidade científica dos conteúdos químicos das videoaulas.

Em relação aos aspectos pedagógicos, identificamos diferentes estratégias e instrumentos utilizados pelos professores nas videoaulas. A estratégia mais utilizada foi a resolução de exercícios, presente nas videoaulas 1, 2, 3 e 8. As questões foram retiradas das apostilas que também fazem parte das ferramentas do Regime de Estudo Não Presencial, os “Planos de Estudo Tutorado” (PETs) e exames de vestibulares.

Podemos inferir que os exercícios propostos nas videoaulas analisadas não envolveram a resolução de problemas, uma vez que buscaram revisar conceitos ou aplicar expressões matemáticas que foram abordados na aula. Os exercícios colocam as questões a serem respondidas de forma explícita e podem ser resolvidos de forma imediata, tendo respostas já estabelecidas. Por outro lado, os problemas colocam obstáculos nos enunciados que exigem reflexão para serem solucionados, além de possibilitar múltiplas respostas que dependem do contexto em que o problema se insere (Fernandes e Campos, 2017).

Assim, a resolução de exercícios exige menos do estudante do que a resolução de problemas, pois os estudantes não têm a necessidade de mobilizar seus conhecimentos e buscar novas informações para solucionar as questões adequadamente (Fernandes e Campos, 2017).

A resolução de exercícios já foi identificada em videoaulas de Química por outros autores. Segundo eles, apresentar resolução de exercícios é uma característica que assemelha as videoaulas às aulas presenciais tradicionais (Fidelis e Gibin, 2016; Souza *et al.*, 2020).

As videoaulas 2 e 6 utilizaram modelos moleculares. Na videoaula 6, os modelos moleculares utilizados foram em plástico, sendo que as esferas representaram os átomos e as hastes representaram as ligações químicas. O professor utilizou os modelos apenas para mostrar que a ligação covalente foi representada por hastes relativamente mais longas, que a ligação covalente dupla foi representada por duas hastes curvadas e que a ligação iônica foi representada por hastes relativamente mais curtas.

Na videoaula 2, os modelos moleculares utilizados foram em isopor e madeira, sendo que as esferas de isopor representaram os átomos e os palitos de madeira representaram as ligações químicas. Nessa videoaula, o professor utilizou os

modelos para explicar sobre a barreira rotacional que ocorre nas moléculas com dupla ligação entre carbonos. Para isso, o professor apresentou um modelo de uma molécula com ligação simples e um modelo de uma molécula com ligação dupla, e comparou a possibilidade de rotação de cada uma.

A manipulação de modelos do tipo bola-vareta auxilia o aluno a desenvolver a espacialidade das representações moleculares, que é uma habilidade cognitiva muito importante para a compreensão dos fenômenos químicos na dimensão submicroscópica. Esses modelos criam oportunidade para o aluno ter percepção tridimensional, que não é possível reconhecer a partir de representações de fórmulas moleculares (Giordan, 1999).

Comparando a utilização dos modelos moleculares nas videoaulas 2 e 6, embora os modelos tenham sido mais explorados na videoaula 2, podemos inferir que eles foram utilizados de forma demonstrativa em ambas as videoaulas.

Na videoaula 8, o professor utilizou uma simulação, que também é considerada um modelo, porém constitui uma forma de visualizar objetos moleculares por meios computacionais. O objeto molecular é uma representação da entidade molecular que corresponde ao que se supõe ocorrer na di-

mensão submicroscópica da matéria, não sendo, assim, um retrato da realidade (Giordan e Góis, 2005). A simulação utilizada é do Simulador PhET Colorado da Universidade do Colorado (PhET, 2022) e consistiu em um sistema que representou uma reação química reversível nos momentos iniciais e após atingir o equilíbrio químico.

Ainda na videoaula 8, o professor utilizou uma analogia para explicar o estado de equilíbrio dinâmico. Na explicação, o pro-

fessor compara a situação de uma pessoa cavando um buraco e outra pessoa jogando a terra de volta ao buraco, ambas na mesma velocidade, com a situação de uma reação química reversível que atinge o estado de equilíbrio.

As analogias podem ser uma estratégia válida para o ensino do equilíbrio químico devido à complexidade e à abstração do conceito. Na videoaula 8, a analogia conseguiu abranger a natureza dinâmica do equilíbrio químico, a igualdade de velocidade no equilíbrio e a reversibilidade, mas não conseguiu abordar outros aspectos do equilíbrio, como a dedução de uma constante, a alteração do equilíbrio pela aplicação do princípio de Le Châtelier e a influência de um catalisador em um sistema em equilíbrio (Raviolo e Garritz, 2008).

Nas videoaulas 1 e 2, os professores apresentaram macetes com o intuito de auxiliar os alunos a memorizarem os conteúdos químicos. Na videoaula 1, o professor apresentou a palavra “pipocar” como um macete para memorização da frase “na pilha polo positivo cátodo reduz”, para que

A manipulação de modelos do tipo bola-vareta auxilia o aluno a desenvolver a espacialidade das representações moleculares, que é uma habilidade cognitiva muito importante para a compreensão dos fenômenos químicos na dimensão submicroscópica. Esses modelos criam oportunidade para o aluno ter percepção tridimensional, que não é possível reconhecer a partir de representações de fórmulas moleculares (Giordan, 1999).

os alunos saibam responder qual processo químico ocorre no polo positivo da pilha. Na videoaula 2, o professor apresentou a frase “quando estão no mesmo plano, estão juntos, e quando estão em planos opostos estão separados”, enfatizando que a letra “z” na palavra “juntos” remete ao isômero “Z” e a letra “e” na palavra “separados” remete ao isômero “E”, para que os alunos memorizem a distinção dos isômeros “E” e “Z”.

Segundo Lima *et al.* (2011), memorizar uma definição correta não garante a compreensão das muitas relações nela envolvidas. Portanto, a memorização desses macetes não conduz o aluno à aprendizagem, uma vez que não garante a compreensão desses conceitos.

Na videoaula 5, o professor realizou uma atividade experimental que consistiu em testes de condutividade em diferentes materiais. A atividade experimental nessa videoaula teve um caráter mais demonstrativo, uma vez que consistiu na observação dos fenômenos pelos estudantes que atuaram passivamente no processo e o professor assumiu o papel de experimentador (Santos e Menezes, 2020). Em uma atividade experimental gravada não é possível a participação prática dos alunos. No entanto, o professor pode levantar questionamentos sobre os fenômenos observados.

As videoaulas 4 e 7 não apresentaram estratégias ou instrumentos além da definição de conceitos e uso de exemplos, que são características da exposição de conteúdo. Cabe destacar que identificamos a definição de conceitos e uso de exemplos em todas as videoaulas, mas nas outras videoaulas o tempo de duração não foi exclusivamente dedicado à exposição de conteúdo, contendo momentos que tentaram utilizar outras estratégias ou instrumentos.

Em relação ao conteúdo químico, identificamos nas videoaulas inadequações em conceitos, em fórmulas e em equações químicas. Identificamos nas videoaulas 1, 3, 5, 7 e 8 inadequações em relação às representações químicas apresentadas nos *slides*, que não seguiram as convenções para escrita das fórmulas e das equações químicas.

Na videoaula 7, um dos *slides* apresentados contém a fórmula molecular do gás carbônico escrita com número 2 sobrescrito (CO²), quando deveria estar subscrito (CO₂).

Outro *slide* apresentado contém a fórmula do íon cloreto com o sinal de menos (-) na linha do texto (Cl-), enquanto deveria estar sobrescrito (Cl⁻).

Na videoaula 3, um dos *slides* apresentados contém a fórmula molecular do gás hidrogênio com o número 2 na linha do texto (H2), quando deveria estar subscrito (H₂).

Ainda na videoaula 3, outro *slide* não considerou a análise dimensional nas anotações do cálculo matemático. A análise dimensional consiste em multiplicar ou dividir as unidades entre si, junto com os valores numéricos correspondentes. Dessa forma, as unidades equivalentes são canceladas e

Segundo Lima *et al.* (2011), memorizar uma definição correta não garante a compreensão das muitas relações nela envolvidas. Portanto, a memorização desses macetes não conduz o aluno à aprendizagem, uma vez que não garante a compreensão desses conceitos.

é possível verificar os resultados e buscar possíveis erros. Assim, a análise dimensional ajuda a garantir que os resultados dos cálculos estejam nas unidades adequadas (Brown *et al.*, 2016).

Na videoaula 1, um dos *slides* apresentados contém equações químicas sem os símbolos que indicam o estado físico das espécies envolvidas. Além disso, esse *slide* contém os símbolos que indicam as cargas dos íons com o sinal antecedendo ao número (Figura 6). Os símbolos que apresentam o sinal depois do número, por convenção, indicam a carga dos íons, enquanto os símbolos que apresentam o sinal antes do número indicam, por convenção, o número de oxidação (Almeida *et al.*, 2018).



Figura 6: Inadequações nas equações químicas na videoaula 1.

Na videoaula 8, três *slides* contêm equações químicas com duas setas inteiras que apontam em sentidos opostos para representar o equilíbrio dinâmico das reações reversíveis. Entretanto, o equilíbrio dinâmico deve ser representado nas equações por duas meias-setas apontadas em sentidos opostos (Brown *et al.*, 2016).

Identificamos inadequações durante as explicações nas videoaulas 4, 5, 6 e 7. Na videoaula 7, o professor apresentou o conceito de mol afirmando que “a quantidade de átomos, moléculas e partículas são indicadas utilizando o termo mol, que é equivalente à dúzia.” Ao utilizar o termo “equivalente” o professor estabeleceu uma relação de igualdade entre os conceitos de “mol” e “dúzia”, o que pode levar os estudantes a uma concepção alternativa desse conceito. Uma maneira de resolver essa inadequação seria buscar estabelecer uma relação de similaridade entre os conceitos, substituindo o termo “equivalente” por outro, como “similar”, “parecido”.

Na videoaula 6, o professor utilizou a regra do octeto para justificar a ocorrência das ligações químicas. De acordo com Brown *et al.* (2016) a regra do octeto pode ser útil para a introdução dos conceitos básicos de ligação química,

entretanto possui limitações. Segundo Mortimer *et al.* (1994), uma explicação melhor para a estabilidade nas ligações químicas seria por meio do abaixamento da energia potencial do sistema.

Nas videoaulas 5 e 6, o professor utilizou o modelo fundamentado no “mar de elétrons” que explica apenas a mobilidade dos elétrons, desconsiderando suas interações e o potencial eletrostático devido aos núcleos atômicos (Carvalho e Justi, 2005).

Na videoaula 4, o professor definiu os conceitos de sólidos covalentes e substâncias moleculares, respectivamente, como “substâncias formadas pela ligação covalente entre os átomos” e “substâncias formadas por moléculas”. Essas definições não abordaram o que de fato tornam esses conceitos diferentes. Nos sólidos moleculares, átomos ou moléculas neutras são unidas por forças intermoleculares, conferindo a esses sólidos as características de serem macios e terem pontos de fusão relativamente baixos. Já os sólidos covalentes consistem em átomos unidos em grandes redes por meio de ligações covalentes, o que os tornam mais duros e com ponto de fusão mais elevados do que os sólidos moleculares (Brown *et al.*, 2016).

Na videoaula 4, o professor ainda apresentou termos incorretos durante a explicação. Em um momento, o professor falou “dois elementos químicos: o hidrogênio e o cloro”, para se referir à molécula de água, e “geometria geométrica”, para se referir à geometria molecular. Nos dois casos, os erros foram corrigidos em seguida pelo professor. Assim como Almeida *et al.* (2018), consideramos que esses deslizos na fala não deveriam estar presentes na videoaula, pois poderiam ser percebidos e retirados durante a sua edição.

Na videoaula 5, o professor apresentou a notação do íon hidrônio como íon (H^+), tanto na explicação como na representação no *slide*. A notação apresentada durante a

explicação e no *slide* é inadequada, pois na ionização do ácido clorídrico em água, os íons H^+ (aq) interagem com os pares de elétrons não ligantes de átomos de oxigênio das moléculas de água formando o íon hidrônio [H_3O^+ (aq)]. A notação H^+ (aq) pode ser usada por simplicidade ou conveniência, entretanto a notação H_3O^+ (aq) representa melhor a realidade (Brown *et al.*, 2016).

Considerações Finais

Podemos concluir que as videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas no ano de 2021 apresentam vários segmentos que se aproximam e alguns que se distanciam dos princípios da TCAM. Apresentam pouca utilização de instrumentos e estratégias pedagógicas, restringindo-se à exposição de conteúdos, sendo que alguns dos conteúdos químicos apresentaram inadequações em conceitos e representações. No entanto, essas inadequações foram pontuais e não comprometem por inteiro o conteúdo das videoaulas. A partir dos resultados das análises, levantamos pontos positivos e pontos que podem ser melhorados nas videoaulas. Sendo assim, este trabalho pode contribuir na formação inicial e continuada de professores, visto que pode auxiliar na seleção e na produção de videoaulas, considerando os princípios da TCAM, os instrumentos e as estratégias pedagógicas e os conteúdos de Química.

Podemos concluir que as videoaulas de Química do programa “Se Liga na Educação” exibidas no ano de 2021 apresentam vários segmentos que se aproximam e alguns que se distanciam dos princípios da TCAM. Apresentam pouca utilização de instrumentos e estratégias pedagógicas, restringindo-se à exposição de conteúdos, sendo que alguns dos conteúdos químicos apresentam inadequações em conceitos e representações.

Taynara de Souza (taynarasouza07@gmail.com), licenciada e mestra em Química pela Universidade Federal de Alfenas. Alfenas, MG – BR. **Mario R. Barro** (mrbarro@gmail.com), bacharel e licenciado em Química pela Universidade Federal de São Carlos, mestre em Ciências pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, doutor em Ciências pelo Departamento de Química da UFSCar e professor adjunto do Instituto de Química da Universidade Federal de Alfenas. Alfenas, MG – BR.

Referências

ALMEIDA, L. T. G.; AYALA, J. D. e QUADROS, A. L. As videoaulas em foco: que contribuições podem oferecer para a aprendizagem de ligações químicas de estudantes da educação básica? *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 4, p. 287-296, 2018.

BARRÉRE, E. Videoaulas: aspectos técnicos, pedagógicos, aplicações e bricolagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 3; JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 3, 2014, Dourados. *Anais [...]*. Dourados, 2014.

BRASIL. Decreto nº 5.296/2004. Regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de

dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a implementação da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 2 dez. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm, acesso em out. 2021.

BROWN, T. L.; LeMAY Jr., H. E.; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C. J.; WOODWARD, P. M. e STOLTZFUS, M. W. *Química: a ciência central*. Trad. E. Lopes; T. Jonas e S. M. Yamamoto. 13ª ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CAMARGO, L. D. V. L.; GAROFALO, S. e COURASOBRINHO, J. Migrações da aula presencial para a videoaula: uma análise da alteração de mídiu. *Quaestio*, v. 13, n. 2, p. 79-91, 2011.

CARVALHO, N. B. e JUSTI, R. S. Papel da analogia do “mar de elétrons” na compreensão do modelo de ligação metálica. *Enseñanza de las Ciencias*, n. extra, p. 1-4, 2005.

COELHO, J. I. F. e OLIVEIRA, B. R. O programa de educação remota em Minas Gerais: uma análise dos efeitos da implementação do regime de estudos não presenciais. *Revista de Ciências Humanas*, v. 20, n. 2, p. 54-72, 2020.

CUSTÓDIO, M. M. *Análise das concepções e das dificuldades dos professores da educação básica sobre o ensino de Química durante o ensino emergencial remoto*. 2021. Monografia (Graduação em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, MG, 2021.

FERNANDES, L. S. e CAMPOS, A. F. Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 3, p. 458-482, 2017.

FIDELIS, J. P. S. e GIBIN, G. B. Contextualização como estratégia didática em vídeo-aulas de química. *Revista Virtual de Química*, v. 8, n. 3, p. 716-723, 2016.

FLICK, U. *Introdução à Pesquisa Qualitativa*. Trad. J. E. Costa. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.

GIORDAN, M. e GÓIS, J. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. *Linhas Críticas*, v. 11, n. 21, p. 285-301, 2005.

GOMES, L. F. Vídeos didáticos: uma proposta de critérios para análise. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 89, n. 223, p. 477-492, 2008.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, O. e CARO, C. M. Formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. *Ciência & Educação*, v. 17, p. 855-871, 2011.

MAYER, R. E. *Multimedia learning*. 2ª ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MELILLO, K. M. C. F. A. L. e KAWASAKI, T. F. Kit de primeiros socorros: um guia para professores que, repentinamente, passam a atuar na EaD. *Boletim de Educação Matemática*, v. 27, n. 46, p. 467-480, 2013.

MINAS GERAIS. SEE/MG. Estude em Casa. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://estudeemcasa.educacao.mg.gov.br>, acesso em out. 2021.

MINAS GERAIS. SEE/MG. Secretaria de Estado de Educação lança regime de estudo não presencial para alunos da rede pública estadual de Minas. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://www2.educacao.mg.gov.br/component/gmg/story/10854-secretaria-de-estado-de-educacao-lanca-regime-de-estudo-nao->

presencial-para-alunos-da-rede-publica-estadual-de-minas, acesso em out. 2021.

MORTIMER, E. F.; MOL, G. e DUARTE, L. P. Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência. *Química Nova*, v. 17, n. 2, p. 243-252, 1994.

OLIVEIRA, B. R.; OLIVEIRA, A. C. P.; SANTOS JORGE, G. M. e COELHO, J. I. F. Implementação da educação remota em tempos de pandemia: análise da experiência do Estado de Minas Gerais. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 16, n. 1, p. 84-106, 2021.

OLIVEIRA, B. R.; OLIVEIRA, A. C. P. e COELHO, J. I. F. Avaliação da implementação do Programa de Educação Remota em Minas Gerais em tempos de pandemia: o que dizem os usuários? *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas*, v. 30, n. 86, p. 1-25, 2022.

PEREIRA, G. C. e MAGALINI, L. M. Videoaulas em primeira pessoa: suas características e sua contribuição para a EaD. *EaD em Foco*, v. 7, n. 2, p. 124-133, 2017.

PHET. *Interactive simulations*. Disponível em: http://phet.colorado.edu/pt_BR/, acesso em nov. 2022.

RAVILOLO, A. e GARRITZ, A. Analogias no ensino do equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, v. 27, p. 13-25, 2008.

REZENDE, I. B. e FURLANI, J. M. S. Análise do primeiro módulo dos recursos didáticos de química para escolas estaduais de Minas Gerais durante a pandemia de Covid-19. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 41, 2022, Pelotas. *Anais [...]*. Pelotas, 2022.

RODRIGUES, L. R.; BOSSLER, A. P. e CALDEIRA, P. Z. 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.

SANTANA, J. I.; SOUZA, T. G. S. e NEVES, R. F. Análise de videoaulas sobre síntese proteica através da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM). *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, 2022.

SANTOS, L. R. e MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de química: principais abordagens, problemas e desafios. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SOUZA, T.; BORGES, F. A. e BARRO, M. R. Características das Videoaulas mais Populares dos Canais de Química do YouTube Edu. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 4, p. 867-877, 2020.

Abstract: Analysis of Chemistry video lessons from “Se Liga na Educação” program exhibited in 2021 during the Covid-19 pandemic. During the Covid-19 pandemic, the state of Minas Gerais provided video lessons by means of the “Se Liga na Educação” program. This work aims to analyze Chemistry video lessons exhibited in 2021, which were grouped into 8 categories according to their characteristics. A video lesson representative of each category was selected to be analyzed based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), the pedagogical aspects and the chemical content. In general, the video lessons present several segments that approach the principles of CTML and some segments that do not comply with the principles of coherence, redundancy, segmentation, and pre-training. In addition, they are restricted to the exposure of contents, and some chemical contents present inadequacies.

Keywords: Chemistry video lessons, high school, Covid-19 pandemic.