



ISABELA VIEIRA FERNANDES

**A MULTIMODALIDADE E OS NÍVEIS DO CONHECIMENTO
QUÍMICO NA CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS EM
VÍDEO-AULAS PARA O ENSINO SUPERIOR COM O
CONTEÚDO DE FÍSICO-QUÍMICA DE INTERFACES**

LAVRAS-MG

2022

ISABELA VIEIRA FERNANDES

**A MULTIMODALIDADE E OS NÍVEIS DO CONHECIMENTO QUÍMICO NA
CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS EM VÍDEO-AULAS PARA O ENSINO
SUPERIOR COM O CONTEÚDO DE FÍSICO-QUÍMICA DE INTERFACES**

Monografia apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso de
Química, para a obtenção do título de Licenciado.

Profa. Dra. Renata Reis Pereira

Orientadora

LAVRAS-MG

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, por me conceder inteligência, paciência, competência e me guiar durante toda a minha trajetória dentro da Universidade Federal de Lavras. Graças a ele, fui abençoada com uma família maravilhosa e com amigos que me ampararam e me deram forças. Obrigada por colocar as pessoas certas em minha vida, por me mostrar os caminhos corretos e me colocar nos lugares certos, na hora certa, me auxiliando a conquistar tudo o que tenho hoje, e chegar até essa etapa da minha vida.

Sou completamente grata a minha família, que são meu porto seguro, os apoiadores dos meus sonhos e os meus maiores admiradores e torcedores, que conseguiram me aparar para que este momento se tornasse realidade. Agradeço aos meus pais, Angela e Henrique Flávio, por se emocionarem comigo em cada pequena conquista, por serem grandes exemplos de força, amor, união e sabedoria, onde pude me espelhar e encontrar um dos principais motivos dos meus esforços. Agradeço profundamente a minha irmã, Lívia, e aos meus diversos primos, mas especialmente ao Felipe, ao Pedro, ao Henrique, ao Thiago, ao Lucas, ao Kauan, A Julia, ao Miltom, a Amanda, a Bianca, a Ana Carolina e ao Alex, por me presentear com momentos incríveis durante esta caminhada, com muitas risadas, conversas, conselhos e acolhimento.

Também sou imensamente grata aos meus avós, Ana e Onofre, que hoje estão no céu guiando e iluminando cada passo de minha vida, meu coração transborda de amor ao ver a família enorme e maravilhosa que vocês construíram, guiaram e trouxeram diversos ensinamentos, obrigada por me mostrarem o que o amor e a família significa, e por me deixarem essa família unida e alegre como herança. Essa gratidão também vale para vocês, vô Milton e vó Margarida. Gratidão os meus tios e tias, a lista é muito grande e não cabe aqui, mas cada um de vocês sabe o espaço que possuem no meu coração, e como sou grata por cada momento que passamos juntos, cada risada, cada conselho e cada conversa, obrigada por sempre estarem ao meu lado!

Agradeço os amigos que Deus me presenteou durante esta jornada, que se tornaram família, e que me deram forças nos momentos difíceis, me trouxeram muita alegria e marcaram essa trajetória da forma mais feliz e única. Agradeço em especial ao Deyvison, a Laura, a Marcelle, o Leonardo, o Zandor, o Jefferson, a Andressa e o Vitor.

Agradeço imensamente a minha orientadora, Prof. Renata, primeiramente por estar presente durante a minha trajetória na UFLA, desde o meu segundo período me orientando no PIBID, até nos momentos difíceis que tive durante a pandemia. Agradeço por me conceder a

oportunidade de estudar algo novo, por me orientar nessa pesquisa e me auxiliar a encerrar esse curso me sentindo feliz e grata por toda a minha trajetória.

Agradeço aos professores do corpo docente do curso de Química, principalmente aqueles que marcaram de forma positiva a minha trajetória, como a Renata, a Rita, o Paulo, a Josefina, o Guilherme e o Márcio. Sou grata pela Universidade Federal de Lavras, que se tornou uma segunda casa, e aos programas e projetos que permitiram aprofundar meus conhecimentos, desenvolver novas habilidades e me deram uma segunda família, como o Centro Acadêmico de Química, o PIBID e a RP, muito obrigada!

RESUMO

Neste trabalho buscamos analisar as influências do uso dos diferentes modos semióticos (fala, imagem e texto) e dos níveis de representação do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), durante a construção dos conhecimentos desenvolvidos em vídeo-aulas para o ensino superior com o conteúdo de Físico-Química de Interfaces. As vídeo-aulas analisadas estavam disponíveis na plataforma do *YouTube*, desde o ano de 2020. Selecionamos vídeo-aulas que abordavam o conteúdo de Físico-Química de Interfaces pois essas, em comparação com as demais vídeo-aulas disponíveis na plataforma sobre outros conteúdos, utilizavam mais os modos semióticos imagem, fala e escrita, em conjunto e também possuíam um tempo total menor de duração. As quatro vídeo-aulas desse conteúdo foram, primeiramente, divididas em episódios, resultando em um total de 69 episódios. Em seguida foram selecionados para a análise 6 episódios, sendo que estes, abordavam os diferentes níveis do conhecimento químico, continham os três modos semióticos (fala, escrita e imagem) e a construção do conhecimento dependia desses diferentes modos. Os resultados obtidos após as análises dos episódios deixaram evidente a importância de se desenvolver aulas multimodais para o ensino superior e que utilizassem os diferentes níveis do conhecimento químico, visto que, quando o professor emprega a multimodalidade no desenvolvimento de suas ideias, auxilia os estudantes a acompanhar seu raciocínio e conseqüentemente construir os significados do que está sendo abordado. Nos episódios em que o professor utiliza mais um modo semiótico em detrimento de outro, ou usa apenas um modo semiótico, a construção do conhecimento fica mais complexa, demandando do estudante a criação, por conta própria, de representações que o auxiliem a acompanhar o raciocínio do professor. Entendemos que quando o estudante não recebe direcionamentos para a criação dessas representações, é possível que elas sejam desenvolvidas de maneira equivocada, dificultando a aprendizagem. Pensando especificamente que os conceitos trabalhados no conteúdo de Físico-Química de interfaces, como um todo, são de alta abstração, é necessário, portanto, o uso de representações para auxiliar os estudantes no desenvolvimento de suas representações mentais de maneira correta e conseqüentemente na construção de seu conhecimento, deixando as discussões da disciplina menos complexas. Dessa forma, entendemos que é necessário que o professor tenha conhecimento a respeito dos diversos modos semióticos para que possa usá-los em conjunto e dos diferentes níveis de conhecimento e representações para potencializar o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, consideramos ser de extrema importância que essas discussões estejam cada vez mais presentes no ensino superior, uma vez que, muitas das dificuldades apontadas por estudantes universitários podem ser superadas ao utilizar essas diferentes estratégias.

Palavras-chave: Multimodalidade. Níveis do conhecimento químico. Ensino Superior. Físico-Química. Vídeo-aulas.

ABSTRACT

In this work we seek to analyze the influences of the use of different semiotic modes (speech, image and text) and the levels of representation of chemical knowledge (macroscopic, submicroscopic and symbolic), during the construction of knowledge developed in video-classes for higher education with the content of Physical-Chemistry of Interfaces. The video lessons analyzed were available on the YouTube platform since the year 2020. We selected video lessons that addressed the content of Physics and Chemistry of Interfaces because these, compared to the other video lessons available on the platform about other content, they used the semiotic modes image, speech and writing more together and also had a shorter total duration. The four video lessons of this content were first divided into episodes, resulting in a total of 69 episodes. Then, 6 episodes were selected for analysis, being that they, addressed the different levels of chemical knowledge, contained the three semiotic modes (speech, writing and image) and the construction of knowledge depended on these different modes. The results obtained after the analysis of the episodes made evident the importance of developing multimodal classes for higher education that used different levels of chemical knowledge, since when the teacher uses multimodality in the development of his ideas, he helps students to follow their reasoning and consequently build the meanings of what is being addressed. In episodes in which the teacher uses more than one semiotic mode over another, or uses only one semiotic mode, the construction of knowledge becomes more complex, requiring the student to create, on his own, representations that help him to follow the reasoning. of the teacher. We understand that when the student does not receive directions for the creation of these representations, it is possible that they are developed in a wrong way, making learning difficult. Thinking specifically that the concepts worked in the Physical-Chemistry content of interfaces, as a whole, are of high abstraction, it is necessary, therefore, to use representations to help students in the development of their mental representations correctly and consequently in the construction knowledge, making the discipline discussions less complex. In this way, we understand that it is necessary for the teacher to have knowledge about the various semiotic modes so that he can use them together and the different levels of knowledge and representations to enhance the teaching and learning process. In addition, we consider it extremely important that these discussions are increasingly present in higher education, since many of the difficulties pointed out by university students can be overcome by using these different strategies.

Keywords: Multimodality. Levels of chemical knowledge. University education. Physicochemical. Video classes.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Três componentes básicos da nova química: macroquímica, submicroquímica e química representacional14
- Figura 2** - *Print* da vídeo-aula mostrando as imagens e textos apresentados no instante em que o professor terminou a primeira frase do episódio 2, do vídeo21
- Figura 3** - *Prints* do episódio 2 da vídeo-aula 1, mostrando as imagens e textos apresentados no final de cada instante do término da frase do professor23
- Figura 4** - Representação da organização do óleo e da lupa a nível submicroscópico.....25
- Figura 5** - *Prints* do episódio 4 da vídeo-aula 2, mostrando as imagens e textos apresentados no final de cada instante do término da frase do professor28
- Figura 6** - *Print* da tela do primeiro instante do episódio 5, da vídeo-aula 2, mostrando a imagem, contornada pela figura retangular (A), que foi apresentada antes do professor iniciar a sua fala29
- Figura 7** - *Print* da tela do instante em que aparece uma nova imagem, evidenciada pela figura retangular (A), no decorrer do episódio 5, da vídeo-aula 231
- Figura 8** - *Print* da tela do primeiro instante do episódio 6, da vídeo-aula 2, mostrando a imagem, contornada pela figura retangular (A), que foi apresentada antes do professor iniciar a sua fala33
- Figura 9** - *Print* da tela do instante do episódio 8, da vídeo-aula 2, em que a animação da transferência de uma gota de óleo para a fase aquosa termina. A imagem contornada pela figura retangular (A) evidencia essa gota de óleo38
- Figura 10** - *Print* da tela do instante do episódio 8, da vídeo-aula 2, em que aparece uma imagem e uma equação destacado pela figura retangular denominada de (A)39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivo geral	10
1.2 Objetivos específicos	10
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	11
2.1. Ensino de Química	11
2.2. Representações do conhecimento Químico	13
2.3. Multimodalidade	14
2.4. Vídeo-aulas	16
3. METODOLOGIA	18
3.1. A seleção das vídeo-aulas	18
3.2. A seleção dos episódios	19
3.3. A análise dos modos semióticos e dos níveis do conhecimento	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXO A- Termo de Consentimento	43

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de manter um isolamento social para conter os avanços da pandemia desencadeada pelo COVID-19 gerou diversas mudanças nas atividades sociais, incluindo na área da educação. Nesse contexto a alternativa para manter os estudantes conectados com as instituições de ensino e continuar trabalhando no processo de construção de seus conhecimentos foi a instauração do ensino remoto emergencial (VARELA *et al*, 2020).

Com isso os professores se viram na necessidade de buscar novos mecanismos para auxiliar seus estudantes no processo de aprendizagem, sendo que as tecnologias se tornaram um grande aliado deles. Nessa perspectiva, muitos educadores optaram por gravar vídeo-aulas para conseguir auxiliar seus estudantes no processo de construção de significados.

A utilização de vídeo-aulas para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem não é algo novo. Com os avanços tecnológicos e a criação de plataformas onde a exibição e publicação de vídeos é simples e aberta ao público, como o YouTube, muitos estudantes começaram a utilizar essa ferramenta como forma complementar de estudos. Principalmente por muitos dos vídeos publicados nessa plataforma utilizarem uma linguagem mais simples e por utilizar diferentes ferramentas que chamam a atenção do estudante e auxiliam na construção de diferentes ideias, como as imagens, a animação, os áudios e os textos (VALENÇA, 2021).

Muitas dessas vídeo-aulas utilizavam diferentes modos semióticos como artifícios para se comunicar, como a fala, a escrita, o uso de imagens, representações e modelos, algo que já fazia parte das aulas presenciais e tinha um importante papel na construção do conhecimento químico, mesmo quando utilizados de forma inconsciente e automática (KRESS, 2010, QUADROS, 2020). Isso fica evidente ao levarmos em consideração os diferentes níveis de representação do conhecimento químico que podem ser utilizados para abordar os conceitos dessa ciência, o nível macroscópico (os fenômenos, o que podemos observar), o nível submicroscópico (as “entidades” químicas como moléculas, íons, etc.) e o representacional (os símbolos, as equações, formulas químicas, etc.) (JOHNSTONE, 1993).

No entanto, mesmo muitos professores considerando todos esses aspectos importantes para o ensino de química, o momento pandêmico que vivenciamos trouxe mudanças repentinas nesse processo de ensino e aprendizagem, não existia mais o contato, as discussões e trocas de conhecimentos, o olho no olho, o quadro de giz ou a lousa branca para escrever e desenhar, não

sendo possível, portanto, apenas transpor o que se fazia nas salas de aulas presenciais para as aulas remotas. Nesse contexto, surgiu um espaço fértil para refletir sobre outras práticas, metodologias e estratégias de ensino que pudessem auxiliar cada vez mais os estudantes na construção de seus conhecimentos.

Mas essas discussões não são de agora, muito pelo contrário, são anos de debates sobre a importância de se repensar a prática docente, de como melhorar o ensino e favorecer cada vez mais a aprendizagem. Podemos evidenciar isso pelos diversos programas institucionais que buscam promover reflexões sobre o papel docente e a formação de professores, como o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) e a Residência Pedagógica (RP). Porém, quando olhamos para o ambiente universitário e para os professores do ensino superior, esses debates parecem acontecer com menor frequência. Mas precisamos que essas pautas se tornem mais presentes no cotidiano das universidades, pois esses professores possuem um papel importante, não só na construção de conhecimentos, mas também na formação profissional de muitos estudantes.

Nesse sentido, a pesquisa em questão se propôs a analisar como a interação dos diferentes modos semióticos (fala, imagem e escrita) e dos diferentes níveis de representação do conhecimento químico influenciam na construção da aprendizagem de conceitos químicos, em vídeo-aulas que abordam o conteúdo de Físico-Química de Interfaces, na disciplina de Físico-química II no ensino superior.

Acreditamos que essas reflexões podem ser importantes para melhorar alguns aspectos do ensino dessa disciplina de forma geral, visto que ela é considerada por muitos estudantes como uma disciplina de difícil compreensão (ALVES; DE OLIVEIRA; LEITÃO, 2020; ZUCOLOTTO; BELUCO, 2013).

1.1 Objetivo geral

Analisar as influências do uso dos diferentes modos semióticos (fala, imagem e texto) e dos níveis de representação do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), durante a construção dos conhecimentos desenvolvidos em vídeo-aulas para o ensino superior sobre o conteúdo de Físico-Química de Interfaces.

1.2 Objetivos específicos

- Verificar como os diferentes modos semióticos se articulam e influenciam na construção de significados relevantes para o conteúdo de Físico-Química de Interfaces.
- Verificar como a utilização dos diferentes níveis de representação do conhecimento químico podem influenciar na construção do conhecimento para o conteúdo físico-química de interface.
- Trazer contribuições para o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de físico-química II.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1. Ensino de Química

A Química tem como foco de investigação os materiais e substâncias, estudando mais precisamente as suas propriedades, sua constituição e buscando interpretar e descrever as transformações que sofrem na natureza ou que podem sofrer ao se encontrarem em condições apropriadas. Muitos dos fenômenos em questão são percebidos pelos sentidos, assim como muitas das propriedades dos materiais e substâncias, tais como solubilidade, temperatura de fusão e ebulição, e dureza (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Porém para os entendermos, é necessário conhecer a constituição do que os forma, do que está presente em praticamente tudo o que nos rodeia, as denominadas “entidades” químicas, como átomos, íons, moléculas, dentre outras que fazem parte do submicroscópico. Essas “entidades” possuem estruturas reais, mas que não podem ser vistas ou percebidas pelos sentidos, e nessa perspectiva a linguagem química vai sendo construída, com a finalidade de descrever e representar, através de modelos, fórmulas estruturais, equações, gráficos, figuras, dentre outras formas, o universo submicroscópico (QUADROS, 2020; ROQUE; SILVA, 2008). Com isso, para um estudante aprender a Química ele precisa compreender a linguagem característica que ela possui, para assim conseguir estudar o invisível correlacionando-o com o visível.

Diversos pesquisadores (FERNANDES 2014; JOHNSTONE, 1993; MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000; ROQUE; SILVA, 2008; GRESCZYSCZYN, 2017) apontam que uma das dificuldades presentes no ensino e aprendizagem de química é em relação a abstração dessa ciência, pois envolve o estudo de partículas de natureza submicroscópica, incluindo entidades que não são diretamente perceptíveis (átomos, moléculas, íons, elétrons,

etc.). Sendo assim, para conseguir entrar mentalmente nesse mundo submicroscópico, as explicações teóricas dessa ciência se baseiam em representações e símbolos. Com isso, para um estudante aprender química ele precisa compreender e atribuir significado a essas representações e símbolos (modelos, equações, gráficos, etc), e desenvolver a habilidade de criar seus modelos mentais (PELEGRINI, 1995.).

Esses modelos mentais podem ser compreendidos como representações internas do pensamento humano, formadas por um conjunto de símbolos, que os indivíduos elaboram para conseguir descrever ou explicar algo que acontece no mundo exterior, denominado por Moreira (1996) como representações mentais, que podem evoluir e se modificar na medida em que se adquire mais conhecimento (apud MELO *et al.*, 2016, p. 7).

Para construir essas representações, que são particulares de cada indivíduo, é necessário ter um primeiro contato com uma representação analógica, que se caracteriza por ser algo amplo e genérico (JOHNSON-LAIRD, 1983). No ensino de química, como já mencionado, se utiliza modelos que complementam os aspectos teóricos, esses modelos podem servir de representações analógicas para os estudantes conseguirem criar suas próprias representações mentais para compreender os fenômenos estudados (MELO *et al.*, 2016).

A criação e elaboração desses modelos, que complementam os aspectos teóricos, possuem uma importância no ensino de química principalmente nos conceitos que são pautados nos aspectos submicroscópicos como, por exemplo, os estudos envolvendo as interações intermoleculares. Entender como as espécies químicas interagem, em intensidades (fracas ou fortes) é algo de difícil compreensão pois demanda um nível muito alto e específico de abstração e depende da habilidade visual (FERNANDES; LOCATELLI, 2021). Sendo assim, no ensino desse conceito o uso de representações que auxiliem no desenvolvimento da capacidade de construção das representações mentais pelos estudantes e ajude na visualização das entidades e na criação de relações, causas e efeitos é extremamente importante (LOCATELLI; ARROIO, 2011 apud FERNANDES; LOCATELLI, 2021, p.5).

Outras dificuldades apontadas frequentemente na literatura, que podem ser citadas, são os cálculos matemáticos que são utilizados e discutidos em vários dos conteúdos de Química (ALVES; DE OLIVEIRA; LEITÃO, 2020; FERNANDES, 2014; SILVA, 2011; PAZ *et al.*, 2014 apud FERNANDES, 2014 p. 4; ZUCOLOTTO; BELUCO, 2013) e também a falta de contextualização dos conceitos discutidos nessa disciplina, fazendo com que os estudantes tenham dificuldade de perceber a importância dessa ciência e como ela está presente em nosso

cotidiano (CARVALHO *et al.*, 2011; FERNANDES 2014; MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000; POZO; CRESPO, 2006 apud DE SOUZA; LEITE; LEITE, 2015, p. 148; SILVA, 2014).

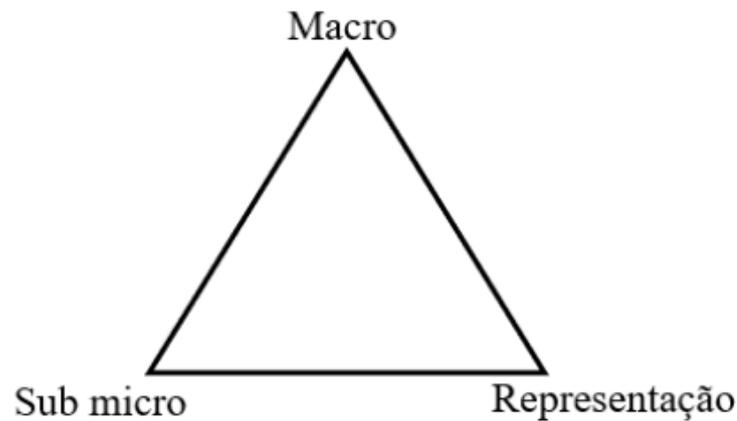
Pensando nessas dificuldades em que os estudantes possuem para compreender os conceitos que são discutidos na Química, diversos pesquisadores se propuseram a repensar esse ensino, e refletir sobre diferentes estratégias que podem ser utilizadas para auxiliar os estudantes a construir os diferentes conhecimentos que são discutidos nessa ciência.

2.2. Representações do conhecimento Químico

Buscando formas de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de Química, Johnstone (1982) propôs um modelo considerando que o conhecimento químico poderia ser representado em três níveis, sendo eles, um nível sensorial ou perceptivo (nível macroscópico), um nível molecular ou exploratório (nível submicroscópico), e um terceiro nível, o representacional (nível simbólico). Ao identificar algumas incoerências em seu trabalho realizou algumas modificações. Apresentando assim, que a nova química possuía três componentes básicos: a macroquímica do tangível, do comestível, do concreto, do visível e mensurável; a submicroquímica do atômico, do molecular e cinética; e a química representacional, sendo essa dos símbolos, das equações, das fórmulas químicas e da matemática (JOHNSTONE, 1993).

Esses três componentes podem ser pensados como: o macroscópico, envolvendo os fenômenos relevantes da química, como por exemplo a mudança de estado físico de uma substância ou a sua queima; o submicroscópico, que contempla as explicações dos fenômenos utilizando as entidades químicas, que não são diretamente perceptíveis, baseados em modelos abstratos, como por exemplo átomos e moléculas; e por fim, o simbólico, que abrange informações intimamente ligadas com a linguagem química, como por exemplo as fórmulas químicas, equações matemáticas, gráficos, o uso de símbolos e sinais na comunicação (QUADROS, 2020; MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000.). A Figura 1 apresenta esses níveis.

Figura 1 – Três componentes básicos da nova química: macroquímica, submicroquímica e química representacional.



Fonte: Do autor (2022), adaptado de Johnstone, 1993, p.703.

Johnstone (1993, 2000) acredita que esses três níveis não apresentam uma hierarquia de importância, nenhum é superior ao outro, eles se complementam. Para sustentar esse pensamento ele comenta que a química, no nível macro, pode ser vista como o que se faz em um laboratório, em uma cozinha, ou em várias situações experienciais que estamos acostumados no decorrer de nossas vidas. Mas, para compreender completamente a química, é necessário estudar a situação no nível submicro, pois assim é possível interpretar o comportamento das substâncias, em termos do invisível e molecular, sendo que essas interpretações e estudos são realizados utilizando registros em uma linguagem específica da química, com símbolos, e notações representacionais. Sendo assim, ele e diversos outros autores (JOHNSTONE, 1993; QUADROS; SILVA; MORTIMER, 2018; MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000; QUADROS, 2020) defendem a ideia de que para um estudante aprender Química ele precisa transitar entre esses três níveis.

Refletindo sobre esses níveis do conhecimento químico, podemos pensar sobre as formas pelas quais eles podem ser trabalhados e discutidos em sala de aula. Os professores podem transitar entre esses diferentes níveis no decorrer de sua fala, nos desenhos criados nas lousas e quadro de giz trazendo diferentes representações, podem utilizar diferentes imagens, animações, ou até mesmo, o modelo bola-vareta, um objeto muito utilizado no ensino de química.

2.3. Multimodalidade

A multimodalidade é uma área de pesquisa que busca refletir sobre a comunicação, que envolve etapas de construção de um significado, sua distribuição, recepção e interpretação, afirmando que todos esses processos são realizados utilizando diferentes modos semióticos, indo além de única e exclusivamente da fala e da escrita (KRESS, 2010).

Os modos semióticos podem ser compreendidos como os meios de se comunicar, sendo algo construído socialmente e esculpido culturalmente (KRESS, 2010). Dentre os diversos modos semióticos existentes, podemos citar a fala, a escrita, a imagem, os gestos, e a música. Diferentes comunidades podem apresentar diferentes modos, por exemplo, ao pensar no ensino de química, podemos considerar que os modelos 3D utilizados para montar moléculas, do tipo bola-vareta, é um modo específico dessa comunidade, pois um estudante de química ao olhar esse objeto sabe que sua finalidade é representar moléculas, enquanto uma pessoa que nunca estudou química, ou nunca conversou com alguém sobre a utilização desse objeto, pode pensar que ele é apenas um brinquedo, enfeite, ou um objeto qualquer, sem funções específicas (QUADROS, 2020).

Ao falar de modos semióticos podemos refletir sobre outros conceitos, sendo eles o conceito de recursos semióticos e o conceito de meios de comunicação. Nesse trabalho, o primeiro conceito é entendido como ações e artefatos que são utilizados para moldar um modo semiótico (MORTIMER; QUADROS, 2018). A fala utiliza os recursos semióticos como os de entonação, pausa e velocidade, já a escrita utiliza palavras, orações, pontuações, negritos, entre outros (KRESS, 2010). Já os meios de comunicação podem ser definidos como os meios materiais utilizados para realizar a comunicação, por exemplo, a escrita pode ser feita em um livro, caderno e quadro de giz (MORTIMER; QUADROS, 2018).

A análise sobre multimodalidade é um ramo de estudo sem uma metodologia muito delimitada. Nesse sentido, a análise de aulas multimodais envolve mais o pesquisador e suas reflexões sobre como os modos semióticos estão sendo trabalhados e quais os recursos estão sendo utilizados e como isso também pode influenciar no que está sendo construído nas discussões do professor. Para alguns modos semióticos específicos, como os gestos, existem categorias para os classificar (MORTIMER et al. 2014). Para se analisar aulas presenciais, os pesquisadores precisam gravar e acompanhar as aulas, que envolve tanto o professor como as discussões criadas com os estudantes, para depois realizar essa análise. Já nas vídeo-aulas, ao obter o material pronto, o pesquisador analisa como o professor utiliza os modos semióticos e os recursos no decorrer do desenvolvimento dos vídeos, não tendo as interações com estudantes.

2.4. Vídeo-aulas

O vídeo se enquadra em uma categoria de linguagem audiovisual, sendo considerado como uma produção cultural, uma codificação da realidade, na qual os símbolos utilizados são compartilhados pelos seus produtores e seu público alvo. Essa linguagem é capaz de atingir o público de diversas formas, inconsciente e conscientemente, chegando por vários caminhos simultaneamente, pelas diferentes imagens, símbolos e som, sendo capaz de desenvolver uma conexão sensorial e afetiva com o público (ARROIO; GIORDAN, 2006).

A vídeo-aula é um recurso audiovisual que possui como objetivo específico a aprendizagem, na qual são expostos ou construídos conceitos de forma orientada (ARROIO; GIORDAN, 2006; MORAN, 1995, apud PRICE; JEWITT, 2013, p. 2). Podendo ser uma ferramenta que auxilie os estudantes na construção de seu conhecimento, quando são utilizados diferentes modos semióticos como a fala, escrita, imagens, representações e animações, principalmente nos tópicos mais abstratos (PRICE; JEWITT, 2013). As vídeo-aulas como ferramenta para auxiliar os estudantes nos estudos não é algo novo, principalmente devido o desenvolvimento de plataformas como o YouTube, onde se tem fácil acesso e qualquer pessoa pode publicar um vídeo. Essa plataforma pode ser um facilitador, mas também pode ser algo que cause problemas no processo de ensino e aprendizagem, pois muitos canais que contém vídeo-aula trabalham os conteúdos de maneira superficial e, em alguns casos, desenvolvem conceitos errados, fazendo com que muitos estudantes construam o conhecimento de maneira errada (VALENÇA, 2021).

As pesquisas envolvendo análises de vídeo-aulas desenvolvidas para o ensino superior são escassas, mas esse panorama pode mudar após o momento pandêmico que vivemos, onde muitos professores decidiram desenvolver essas vídeo-aulas para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de seus estudantes. A plataforma mais utilizada atualmente é o YouTube, pela sua fácil manipulação e também fácil acesso por parte dos estudantes. Sendo assim, o YouTube agora é uma plataforma que contém várias dessas vídeo-aulas, mas que muitas foram desenvolvidas às pressas e sem uma reflexão sobre quais as estratégias poderiam ser utilizadas para auxiliar os estudantes ao acompanharem esse tipo de aula. Nesse sentido, reforça-se a

importância de se analisar aulas desse tipo, observar como elas influenciam no processo na aprendizagem dos estudantes e como elas podem ser melhoradas.

3. METODOLOGIA

3.1. A seleção das vídeo-aulas

As vídeo-aulas analisadas foram obtidas na plataforma do *YouTube*, em maio de 2022, no canal denominado “GULHERME MAX DIAS FERREIRA”, que foi criado no ano de 2020. Dentro do canal existem *playlists* que agrupam os vídeos pelo conteúdo e/ou disciplina, sendo que existem 4 *playlists* para a disciplina de Físico-Química II, conteúdos de teorias moleculares dos gases (contendo 6 vídeo-aulas), cinética química (contendo 7 vídeo-aulas), e Físico-Química de Interfaces (contendo 4 vídeo-aulas); uma para a disciplina de Química Geral Experimental (com 6 vídeo-aulas) e uma sobre projetos (contendo apenas um vídeo). Mesmo sendo um canal do *YouTube* aberto, o professor responsável pelas aulas gravadas assinou o Termo de Consentimento livre e esclarecido, autorizando utilizar a imagem, o som e as informações fornecidas em mídias digitais para a realização dessa pesquisa.

Para decidir qual conteúdo da Físico-Química II seria analisado, dois critérios foram levados em consideração, o primeiro em relação a variedade de modos semióticos presente nas vídeo-aulas da *playlist*, e o segundo em relação ao tempo total das vídeo-aulas. Sendo assim, após assistir todos os vídeos das diferentes *playlists*, decidiu-se analisar a *playlist* de Físico-Química de Interfaces, que contém 4 vídeo-aulas, pois essas utilizam os modos imagem, fala e escrita, em conjunto, em uma quantidade mais expressiva do que os demais, além disso, apresenta um tempo total menor do que das demais *playlists*.

As quatro vídeo-aulas do conteúdo de Físico-Química de Interfaces foram assistidas e separadas em episódios. Os episódios podem ser entendidos, segundo Mortimer *et al.* (2007), como “um conjunto coerente de ações e significados produzidos pelos participantes em interação, que tem início e fim claros e que pode ser facilmente discernido dos episódios precedente e subsequente” (p. 61) (apud MORTIMER *et al.*, 2014, p. 129). Os autores também comentam que para definir um episódio podemos levar em considerações algumas pistas contextuais, como mudanças de entonação de voz, de ênfase, realizar pausas e alterar o tópico ou tema (MORTIMER *et al.*, 2007 apud MORTIMER *et al.*, 2014, p. 129).

3.2. A seleção dos episódios

As quatro vídeo-aulas, juntas, apresentaram uma duração total de 1h50min57s, sendo constituídas de 69 episódios. Devido ao número elevado de episódios, considerando que as análises em questão são extensas e a pesquisa se trata de uma monografia foram selecionados apenas 6 episódios para a análise, sendo o episódio 2 da vídeo-aula 1 “Físico-Química de Interfaces 1- Conceitos iniciais” e os episódios 4, 5, 6, 7 e 8 da vídeo-aula 2 “Físico-Química de Interfaces 2- Tensão interfacial”. Esses episódios foram escolhidos pois apresentavam os diferentes níveis do conhecimento químico, continham os três modos semióticos (fala, escrita e imagem) e a construção do conhecimento dependia desses diferentes modos.

3.3. A análise dos modos semióticos e dos níveis do conhecimento

Os episódios foram assistidos na íntegra para analisar e descrever os diferentes modos, como eles se interligavam e também como os diferentes níveis do conhecimento químico estavam sendo utilizados na construção dos conceitos. No trabalho em questão optamos por não analisar os recursos semióticos, pois além de estender muito o trabalho, em alguns casos demandaria que outros profissionais acompanhassem a pesquisa e ajudasse na análise, além da utilização de diferentes aplicativos, como por exemplo, fonoaudióloga para analisar as variações de entonação. Ressaltamos que o professor analisado não tinha conhecimento sobre as pesquisas envolvendo a multimodalidade, portanto não conhecia sobre modos semióticos e as suas influências na construção do conhecimento. Em alguns momentos da descrição e análise foram utilizados *prints* de instantes das vídeo-aulas e transcrições da linguagem verbal do professor, apresentadas em itálico. Nessas transcrições foram utilizadas barras simples (/) para indicar as pausas curtas e as pontuações (ponto final e ponto de interrogação) foram inferidas pela entonação da fala do professor. Além disso, foram usados colchetes ([]) para acrescentar informações que auxiliassem na compreensão do que estava sendo apresentado nas vídeo-aulas e para fazer inferências (MORTIMER *et al.*, 2007 apud PEREIRA 2015, p. 32).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos episódios que seguem os critérios definidos para a realização das análises é o episódio 2 (0:23-2:32) da primeira vídeo-aula presente na *playlist* “Físico-Química II – UFLA - Físico-Química de Interfaces”, no *Youtube*, denominada “Físico-Química de Interfaces 1 – Conceitos iniciais”.

Nesse episódio o professor faz algumas reflexões iniciais que servirão de suporte para definir o que é a interface. Sendo possível observar a presença de três modos semióticos, a fala, a escrita e a imagem. Esses modos no decorrer de sua explicação se complementam, em alguns momentos o professor fala algo que não está escrito, mas que faz parte da construção do raciocínio juntamente com as imagens que vão sendo utilizadas no decorrer da aula. Além disso, a medida em que o professor fala, as imagens e escritas vão aparecendo na tela, auxiliando o estudante a acompanhar cada passo da construção daquelas ideias.

Essas observações ficam bem evidentes logo em um dos primeiros trechos desse episódio, conforme descreveremos a seguir. O professor fala: *“Como lidaremos com uma parte do sistema, especificamente a interface/ precisamos definir muito bem do que se trata essa região nos sistemas termodinâmicos/ para considerar esse conceito vamos imaginar um sistema formado por uma mistura de água e óleo/ um sistema heterogêneo formado por duas fases”*. Após essa frase algumas imagens e textos aparecem na tela, a figura 2 representa um *print* do vídeo tirado no instante do término dessa frase.

Figura 2- *Print* da vídeo-aula mostrando as imagens e textos apresentados no instante em que o professor terminou a primeira frase do episódio 2, do vídeo 1.



Fonte: Do autor (2022).

Como podemos observar na figura 2, ao terminar a frase apresentada anteriormente, aparece na tela uma imagem, que é uma foto, de alta resolução¹, de um sistema contendo água e óleo, com óleo em formato de gotículas. Ao mesmo tempo aparece o escrito “Mistura de água + óleo” em fontes retas e dentro de uma imagem retangular preta, denotando destaque. Imaginar esse sistema provavelmente seria algo fácil para boa parte dos estudantes, por se tratar de algo presente em nosso cotidiano, porém a foto de alta resolução apresenta uma outra perspectiva desse sistema, pois é possível observar as gotículas de óleo dispersas na água, como essas duas fases não se misturam, mesmo quando gotículas de óleo passam da divisória visual das fases e acabam se dispersando na fase contendo água. Ao escolher uma imagem específica o professor interfere na representação mental que o estudante começa a construir, fazendo com que ele busque imaginar um sistema água e óleo naquela perspectiva, e não em qualquer outra. Provavelmente essa foto foi escolhida pois a representação desse sistema, nessa perspectiva, pode influenciar na construção da definição de interface desejada pelo professor e como ela está

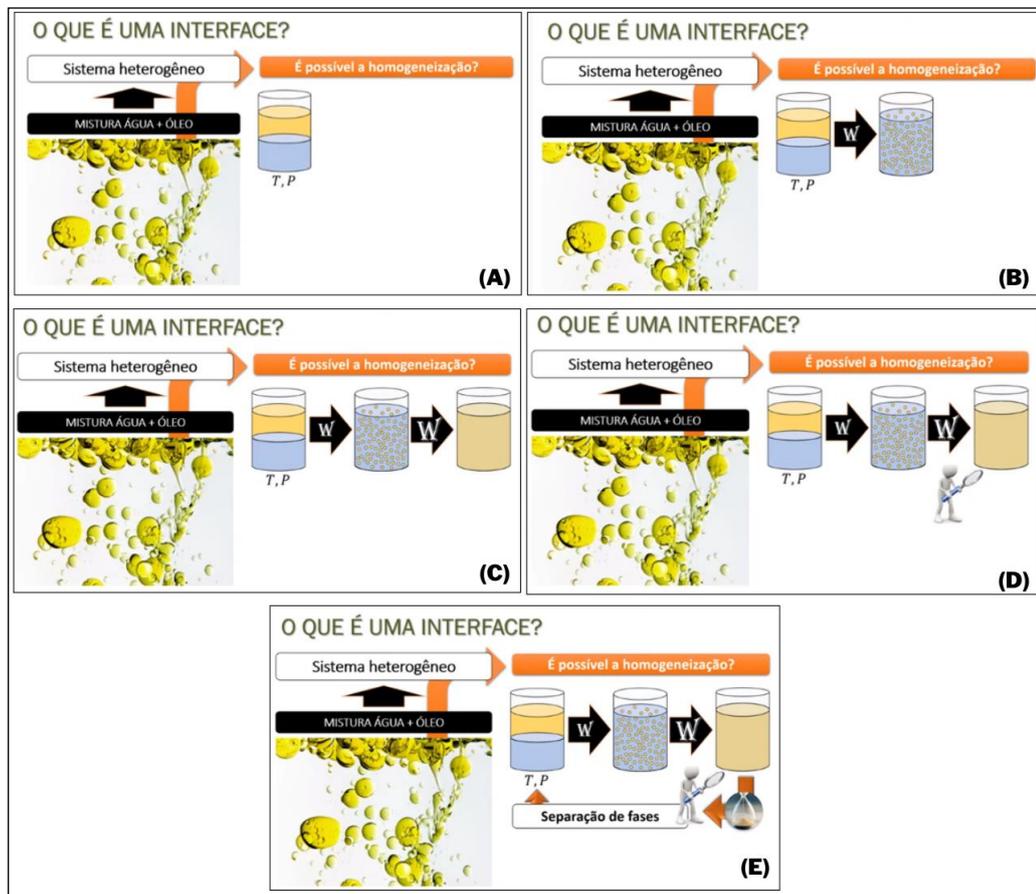
¹ Refere-se ao número de *pixels* (minúsculos quadradinhos com uma cor específica que em conjunto formam a imagem) que uma imagem possui. Quanto mais alta a resolução, mais detalhe a imagem possui e melhor a sua qualidade (SECRETARIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DA 4ª REGIÃO – TRT4, 2020).

presente na natureza, mas não necessariamente o professor refletiu diretamente sobre as influências das representações mentais no ensino de química.

Nesse mesmo episódio, em um outro momento, é possível observar que ocorre uma construção da ideia no decorrer do vídeo, utilizando as imagens, texto e a fala. O professor no final de cada frase apresenta imagens ou textos para acompanhar seu raciocínio, e esses instantes foram nomeados de A, B, C, D e E. A figura 3 apresenta os *prints* no final de cada instante.

O professor aponta “*vamos imaginar [aparece no vídeo um desenho de um sistema contendo água e óleo, figura 3 (A)] que sob determinadas condições de temperatura e pressão/ energia na forma de trabalho seja fornecida a mistura água óleo de tal forma a quebrar a fase macroscópica de óleo gerando pequenas gotículas desta fase espalhadas pela dimensão macroscópica [aparece o desenho do sistema água e óleo, contendo gotículas esféricas de óleo disperso na água, figura 3 (B)] da fase água. Nós podemos imaginar que ainda que essa agitação seja intensificada até alcançar um nível [aparece o desenho do sistema água e óleo, representando que macroscopicamente água e óleo se misturaram e formaram uma solução, figura 3 (C)] em que essas gotículas geradas sejam tão minúsculas/ e podemos ter a impressão de que o sistema se torna homogêneo do ponto de vista macroscópico [aparece um desenho de um boneco com uma lupa, figura 3 (D)]. Entretanto/ se olharmos de perto ou ampliarmos uma pequena região de um sistema em nível microscópico veremos que essas gotículas na verdade permanecem lá e as duas fases ainda podem ser identificadas e além disso em um intervalo de tempo relativamente curto [uma seta sai desse último desenho do sistema água e óleo, com uma foto de uma ampulheta, e aponta para o primeiro desenho, figura 3 (E)] as duas fases agora em dimensões diminutas se separaram novamente macroscopicamente voltando à condição inicial”.*

Figura 3- Prints do episódio 2 da vídeo-aula 1, mostrando as imagens e textos apresentados no final de cada instante do termino da frase do professor.



Fonte: Do autor (2022).

Nesse trecho fica evidente como a fala e os desenhos selecionados pelo professor fazem parte da construção do raciocínio que ele está desenvolvendo no decorrer da aula. Nesses desenhos é interessante notar as cores selecionadas pelo professor, a água apresenta uma tonalidade azul clara, que remete a água presente na primeira foto apresentada, e o óleo está com coloração amarela, assim como da foto inicial. Mais uma vez podemos considerar a importância da primeira foto de alta resolução na construção desse episódio, já que nesse segundo trecho existe uma referência a um sistema contendo gotículas de óleo disperso na fase contendo água.

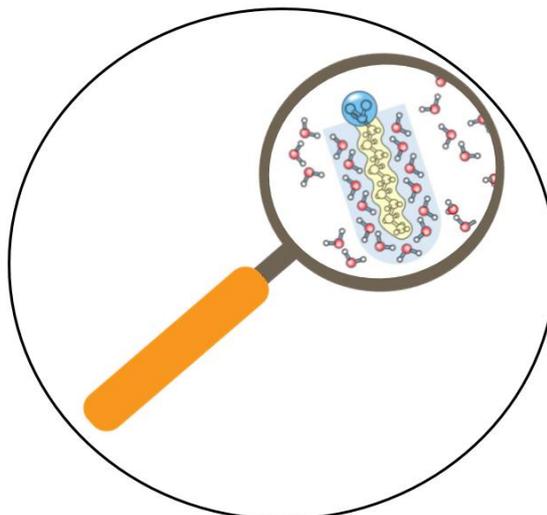
Quando o professor comenta que macroscopicamente o sistema parece ter se tornado homogêneo, o desenho do recipiente que aparece na figura 3 (C), busca representar isso. Ao pensarmos nesse sistema, talvez não seria possível imaginar a existência dessa homogeneização, por ser um sistema presente em nosso cotidiano, na qual, ao pensarmos na

mistura desses componentes, a imediata separação das fases, seja provavelmente o que mais lembramos. Sendo assim, o uso do desenho para representar essa situação pode auxiliar o estudante a imaginar esse sistema que ele, possivelmente, nunca observou.

A Química pode ser melhor compreendida quando estudada a partir das representações pois essas, em muitos casos, conseguem expressar melhor os conceitos, do que apenas utilizando a linguagem falada e escrita (KRESS; VAN LEEUEN, 2006, apud QUADROS, 2020, p. 18). Os próprios cientistas utilizam as diversas representações (textos, imagens, equações, etc.) para defender suas alegações e desenvolver seus argumentos (PERINI, 2002, apud SILVA *et al.*, 2021, p. 7). Sendo assim o ensino de química também deve ser predominantemente visual, os estudantes precisam ter contato com essas representações, saber compreendê-las, para assim obter sucesso em seus estudos (SILVA *et al.*, 2021).

A lupa, por exemplo, é uma imagem muito utilizada para identificar que um desenho está representado de maneira ampliada, podendo ser empregada de duas formas, ou a lupa do lado do desenho (indicado que é uma ampliação) ou o próprio desenho ampliado dentro da lupa (QUADROS, 2020). Nesse episódio o professor faz o uso da lupa, mas não utiliza nenhuma imagem logo em seguida demonstrando essa ampliação, a sua fala complementa essa ideia, quando ele diz “*se olharmos de perto ou ampliarmos uma pequena região de um sistema em nível microscópico veremos que essas gotículas na verdade permanecem lá*”, mas cabe ao estudante pensar e representar essa informação. Para auxiliar os estudantes na construção dessas representações, portanto, o professor poderia ter utilizado uma imagem, como o exemplo apresentado na figura 4.

Figura 4- Representação da organização do óleo e da lupa a nível submicroscópico.



Fonte: Do autor (2022).

Porém, vale ressaltar que muitos estudantes, por mais que consigam construir o conhecimento conceitual pelas explicações dos professores, possuem a habilidade de visualizar e compreender as representações, não conseguem transitar entre as diferentes representações, entre os diferentes níveis do conhecimento químico (JOHNSTONE, 2000). Já outra parcela considerável dos estudantes não possuem a habilidade de visualizar, de representar, e nem de compreender essas representações (SILVA, et al., 2021). Sendo assim o papel do professor nesse processo é de extrema importância, devendo utilizar essas representações para auxiliar seus estudantes no desenvolvimento de suas representações mentais, e também desenvolver aulas que transite entre os diferentes níveis do conhecimento químico utilizando para isso, diversos modos semióticos.

Nesse episódio podemos observar a importância da multimodalidade, pois no decorrer de suas explicações o professor transita entre os diferentes modos semióticos, fala, escrita e imagem, sendo que, esses modos se complementam. Ao utilizar as imagens o professor influencia nas representações que os estudantes estão criando e acaba auxiliando-os a visualizar e representar o sistema nas diferentes perspectivas que ele propõe as discussões. Desse modo, o professor auxilia o estudante a acompanhar as suas ideias e construir os conhecimentos que estão sendo discutidos no decorrer da aula.

Em relação aos níveis do conhecimento químico podemos perceber como as discussões desse episódio se baseiam mais no nível representacional e macroscópico; o professor faz apenas algumas reflexões que envolvem o nível submicroscópico, mas não traz representações sobre ele.

Continuando as análises, os próximos episódios selecionados pertencem a segunda vídeo-aula presente na *playlist* “Físico-Química II – UFLA - Físico-Química de Interfaces”, no *Youtube*, denominada “Físico-Química de Interfaces 2 – Tensão interfacial”.

Um dos principais fatores que levaram a escolha desses episódios em sequência, 4, 5, 6, 7, e 8, foram a utilização da representação, no nível sub micro, para as moléculas de água e óleo, presente no sistema que vinha sendo estudado desde a vídeo-aula 1. Esses episódios se complementam, apresentam discussões sobre a tensão interfacial, refletindo sobre o aumento da área interfacial, e em cada um deles um fator específico envolvendo as representações químicas é evidenciado.

Ao comparar essa sequência de episódios com o episódio 2, analisado anteriormente, percebe-se que, em sua maioria, os episódios desta sequência não apresentam aquela característica marcante de construção de raciocínio utilizando diferentes imagens e textos no decorrer da fala. Nesses, a fala está mais marcante e presente, sendo que no desenvolvimento das aulas, surgem na vídeo-aula algumas imagens ou textos de forma mais pontual, e a partir dessas aparições o professor discorre o seu raciocínio.

Começando as análises dessa sequência pelo episódio 4 (2:40-4:38), percebe-se que ele é marcado por muita representação matemática do conhecimento químico, apresentando ponderações sobre a definição de tensão interfacial. A figura 4 apresenta os *prints* dos instantes que aparecem imagens ou textos nesse episódio, sendo que apenas o que está destacado nos contornos, denominado de A, B, C, D, e E, representam o que apareceu no episódio, as demais imagens ou textos que não estão dentro do contorno apareceram em instantes anteriores a esse episódio.

Logo no começo do episódio, antes de iniciar a sua fala, aparece na tela da vídeo-aula uma representação matemática da tensão interfacial (figura 5 (A)), em seguida o professor começa o seu raciocínio dizendo: “*essa quantidade de energia na forma de trabalho necessária para promover a variação de área interfacial pode ser obtida a partir da própria definição de tensão interfacial. Vejam que/ sob condições de temperatura pressão e composição fixas/*

[aparece uma seta em amarelo, saindo da equação que havia sido apresentada anteriormente, ligando a novas relações matemáticas, figura 5 (B)] *a variação infinitesimal da energia livre de Gibbs que se dá pela variação infinitesimal da área interfacial do sistema/ é dada pelo produto de gama vezes dA. Que é nesse caso/ a própria quantidade* [aparece uma forma contornando as relações matemáticas apresentadas anteriormente e saindo dela uma seta em preto que conecta a outra forma retangular, e no seu interior apresenta um texto, figura 5 (B)] *infinitesimal de energia na forma de trabalho reversível necessária para promover aquele aumento na área interfacial do sistema.* [nesse momento aparece uma seta em amarelo, conectando as relações matemáticas que já estavam presentes na vídeo-aula, a novas formas matemáticas de representar essas equações, figura 5 (C)] *Se temos então uma/ variação de área no processo termodinâmico do qual/ sob condições de temperatura pressão e composição fixas/ o sistema tende a área variando de um valor A1 até um valor A2/ podemos integrar a relação de $dW = \gamma dA$ / entre os estados final e inicial correspondentes/[* aparece outra seta em amarelo, conectando as relações matemáticas anteriores com uma outra forma de representação, figura 5 (D)] *para encontrar que a quantidade de energia na forma de trabalho reversível necessária para promover uma variação de área delta A/ será dada por $\gamma \Delta A$.* [nesse momento aparece uma retângulo pontilhado delimitando um espaço na tela do vídeo, onde já estava presente o texto apresentado na figura 5 (E), e desse texto sai uma seta preta em direção a mais uma representação matemática] *Notem que/ no processo que estamos investigando/ em que a área interfacial do sistema aumenta de A1 para A2/ o trabalho envolvido na realização desse processo será positivo.*

Figura 5- *Prints* do episódio 4 da vídeo-aula 2, mostrando as imagens e textos apresentados no final de cada instante do termino da frase do professor.

<p>Tensão interfacial</p> <p>$\gamma = \left(\frac{\partial G}{\partial A}\right)_{T,P,n_i}$ (A)</p> <p><small>GUILHERME MAX DIAS FERREIRA – DQI - UFPA</small></p>	<p>Tensão interfacial</p> <p>$\gamma = \left(\frac{\partial G}{\partial A}\right)_{T,P,n_i}$ $\Rightarrow dw_A = dG = \gamma dA$ (B)</p> <p><small>GUILHERME MAX DIAS FERREIRA – DQI - UFPA</small></p>
<p>Tensão interfacial</p> <p>$\gamma = \left(\frac{\partial G}{\partial A}\right)_{T,P,n_i}$ $\Rightarrow dw_A = dG = \gamma dA$ (C)</p> <p>Trabalho reversível para aumentar a área da interface</p> <p><small>GUILHERME MAX DIAS FERREIRA – DQI - UFPA</small></p>	<p>Tensão interfacial</p> <p>$\gamma = \left(\frac{\partial G}{\partial A}\right)_{T,P,n_i}$ $\Rightarrow dw_A = dG = \gamma dA$ $\Rightarrow w_A = \int_{A_1}^{A_2} \gamma dA$ (D)</p> <p>Trabalho reversível para aumentar a área da interface</p> <p><small>GUILHERME MAX DIAS FERREIRA – DQI - UFPA</small></p>
<p>Tensão interfacial</p> <p>$\gamma = \left(\frac{\partial G}{\partial A}\right)_{T,P,n_i}$ $\Rightarrow dw_A = dG = \gamma dA$ $\Rightarrow w_A = \int_{A_1}^{A_2} \gamma dA$ $\Rightarrow w_A = \gamma \Delta A$ (E)</p> <p>Trabalho reversível para aumentar a área da interface</p> <p><small>GUILHERME MAX DIAS FERREIRA – DQI - UFPA</small></p>	<p>Tensão interfacial</p> <p>$\gamma = \left(\frac{\partial G}{\partial A}\right)_{T,P,n_i}$ $\Rightarrow dw_A = dG = \gamma dA$ $\Rightarrow w_A = \int_{A_1}^{A_2} \gamma dA$ $\Rightarrow w_A = \gamma \Delta A$ (F)</p> <p>$W_A > 0$</p> <p>Trabalho reversível para aumentar a área da interface</p> <p><small>GUILHERME MAX DIAS FERREIRA – DQI - UFPA</small></p>

Fonte: Do autor (2022).

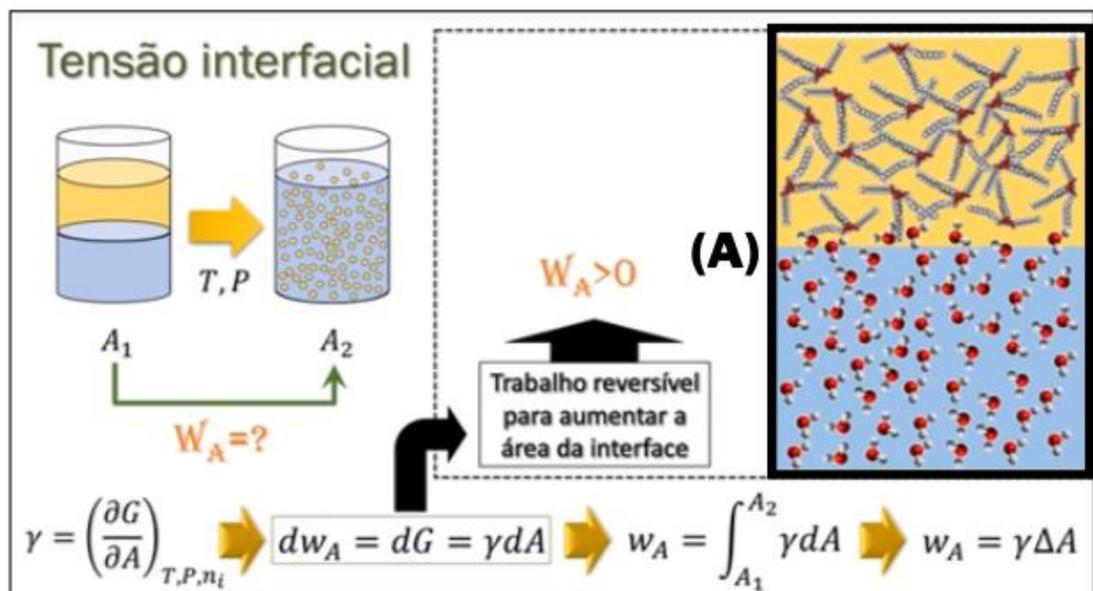
Como já pontuado, esse episódio apresenta discussões sobre as representações matemáticas de tensão interfacial, tratando, portanto, aspectos da química no nível representacional, simbólico (JOHNSTONE, 1993). Essas representações matemáticas, equações, são marcadas por símbolos, que possuem significados específicos na química, e o professor busca abordar esses significados, apresentando as interpretações da equação como um todo em suas falas, auxiliando assim, o estudante na construção dessas ideias, pois, para que um estudante consiga compreender as fórmulas e equações matemáticas ele precisa atribuir significado aos símbolos que são utilizados, precisa aprender a interpreta-los, reconhecer sua relevância e importância (SILVA *et al.*, 2021).

Nesse episódio o professor transita mais entre os modos semióticos texto e fala, pois, está trazendo discussões envolvendo equações sobre a tensão interfacial, ou seja, nesse episódio

o professor trabalha mais o nível do conhecimento químico representacional. Vale ressaltar que mesmo utilizando apenas dois modos o professor transita entre os dois o tempo todo, pois a sua fala complementa os textos com as equações que vão aparecendo na tela. E mais uma vez, o professor consegue auxiliar o estudante na construção das ideias ao fazer isso, pois ele vai cuidadosamente trabalhar as equações que vão sendo apresentadas na tela, trazendo suas interpretações químicas sobre os símbolos que estão aparecendo com a sua fala auxilia o estudante a construir os significados para essas novas equações.

Ao analisar o episódio 5 (4:38-6:18), podemos perceber como a fala é o modo semiótico mais utilizado. Esse episódio apresenta reflexões referente às interações intermoleculares entre os componentes das diferentes fases, as moléculas de água e de óleo. Logo no início das reflexões do professor, aparece uma imagem contendo uma representação do sistema água e óleo, apresentando modelos moleculares das moléculas de água e de óleo. A figura 6 apresenta um *print* da tela nesse instante, sendo que apenas a imagem evidenciada pela figura retangular denominada de (A) apareceu antes da fala, as outras imagens e textos já haviam sido exibidas no decorrer dos episódios anteriores a esse.

Figura 6- *Print* da tela do primeiro instante do episódio 5, da vídeo-aula 2, mostrando a imagem, contornada pela figura retangular (A), que foi apresentada antes do professor iniciar a sua fala.



Fonte: Do autor (2022).

Após o aparecimento dessa imagem o professor apresenta seu raciocínio: *“Para avaliar esse processo de forma um pouco mais visual vejam uma representação esquemática das fases aquosa e oleosa/ na qual as moléculas de cada uma das fases são representadas. Na fase inferior/ ou seja/ na fase aquosa/ moléculas de água interagem entre elas por meio de ligações de hidrogênio/ que são relativamente intensas. Enquanto que na fase oleosa/ fase superior/ moléculas de triacilglicerol/ principais constituintes do óleo/ interagem entre elas predominantemente por forças de Van der Waals/ que se estabelecem entre as cadeias carbônicas de ácidos graxos/ formando aquelas moléculas”*.

Mesmo esse sendo um trecho na qual não existem muitas imagens ou textos aparecendo no decorrer da fala do professor podemos perceber que ele utiliza palavras para guiar o olhar dos estudantes para partes específicas da imagem que foi apresentada, como quando ele fala *“na fase inferior”* se referindo a parte que está representado as moléculas de água, e *“na fase superior”* se referindo as moléculas de triacilglicerol. Podemos observar a importância da multimodalidade, a fala complementa a imagem, e a imagem complementa a fala do professor. Porém em alguns momentos a utilização de imagens que representassem o conhecimento químico não foram apresentadas, o professor comenta, mais de uma vez, sobre as interações moleculares que ocorrem nas diferentes fases, mas isso não é representado de nenhuma forma no decorrer desse episódio.

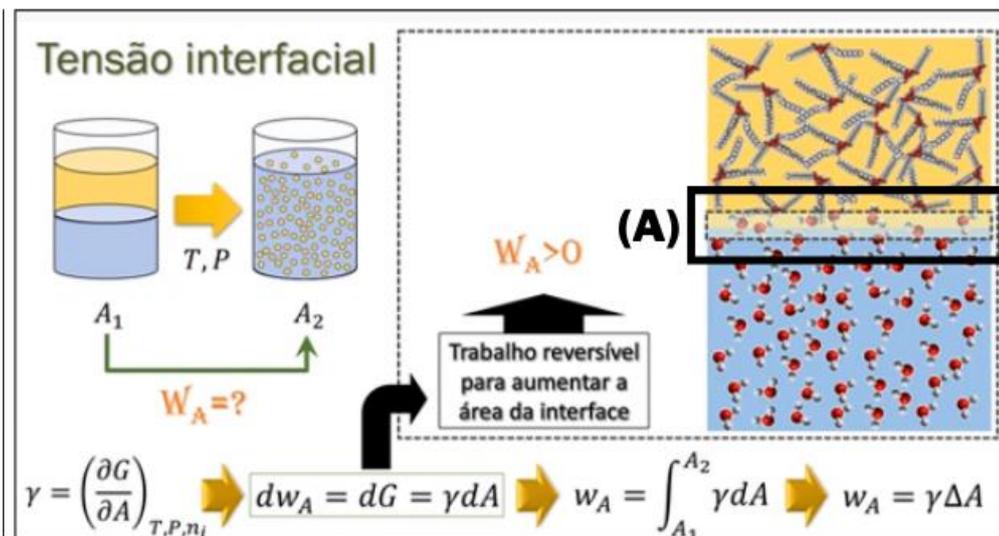
Compreender como ocorre as interações entre as moléculas é muito importante pois esse conceito ampara os estudos e entendimento de diversos outros fenômenos e conceitos da química, como a solubilidade, ponto de fusão e ebulição, entre outros (JUNQUEIRA; MAXIMIANO, 2020). Estudos mostram que os estudantes possuem diversas dificuldades para a compreensão das interações intermoleculares, como por exemplo: dificuldade em criar representações para a ação das interações intermoleculares; atribuir as mesmas características das ligações químicas para as interações intermoleculares, gerando confusão entre ambas; interações intermoleculares só ocorrem entre substâncias que se misturam de forma homogênea com as ligações químicas; dificuldade em compreender as diferentes intensidades das interações intermoleculares (FRANCISCO-JÚNIOR, 2008; JUNQUEIRA, 2017).

Sendo assim, fica evidente que ao levantar discussões envolvendo o conceito de interações intermoleculares o professor precisa utilizar uma abordagem mais detalhada, trazendo subsídios que auxiliam os estudantes na construção do conhecimento. Principalmente

pois, nesse episódio, já começa a ficar evidente que a compreensão de interações intermoleculares interfere na construção de conceitos importantes para o conteúdo de Físico-Química de Interfaces. Portanto o professor poderia ter apresentado uma representação para essa interação entre as moléculas de água e de óleo, propondo uma forma de evidenciar também que as interações que ocorrem entre as moléculas de água são mais fortes (utilizando tracejados mais expressos) em comparação aos que ocorrem entre moléculas de óleo (utilizando tracejados mais fracos) (FERNANDES; LOCATELLI, 2021).

Após esse trecho, ao dar continuidade em suas ideias, aparece uma pequena imagem na tela, que está exposto na figura 7, evidenciada pela figura retangular denominada de (A).

Figura 67 - Print da tela do instante em que aparece uma nova imagem, evidenciada pela figura retangular (A), no decorrer do episódio 5, da vídeo-aula 2.



Fonte: Do autor (2022).

Após aparecer essa pequena figura retangular pontilhada e com transparência, em cima da região interfacial, o professor continua a construir suas ideias: “Na região da interface/ entretanto/ no contato entre as fases que a natureza não consegue impedir/ moléculas de água se veem forçados a interagirem com as moléculas de triacilglicerol/ formando interações intermoleculares/ que do ponto de vista do balanço entálpico-entrópico do sistema são menos

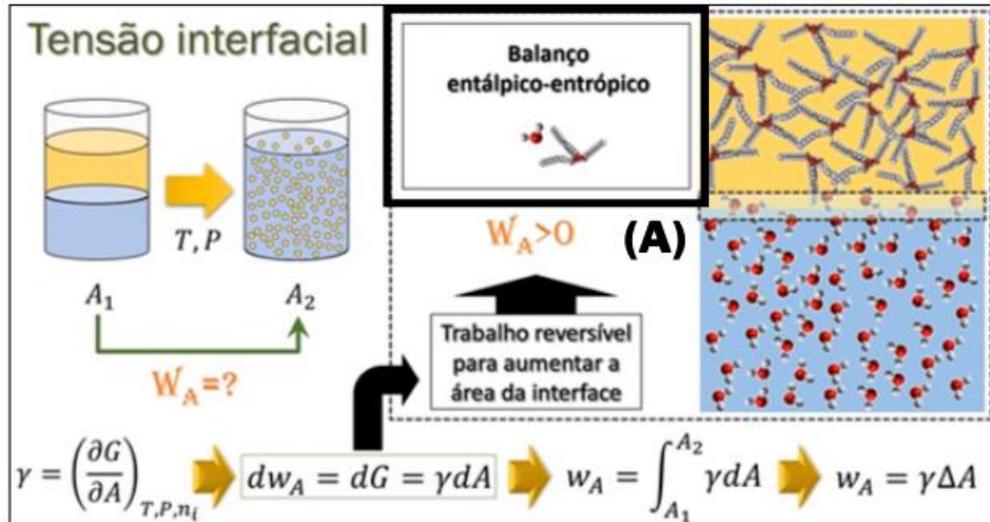
favoráveis do que aquelas interações intermoleculares que se estabelecem entre as moléculas de cada uma das fases/ nas fases que formam a interface.”

Podemos observar nesse trecho algumas características semelhantes ao do anterior, a imagem que aparece na tela, em cima da região interfacial que já estava presente na tela, é um retângulo, de coloração branca com transparência e com seu contorno pontilhado, e possui como função chamar a atenção do estudante para observar apenas essa área em especial, enquanto ele discorre suas ideias. Ou seja, mais uma vez a imagem complementa a fala do professor, fazendo com que o estudante seja guiado a observar algo específico, pretendendo focar suas reflexões e atenção apenas para isso, enquanto acompanha a fala do professor. Porém, como a intenção do professor era evidenciar a área interfacial em específico, ele poderia ter ampliado apenas essa região (onde está a figura retangular com transparência) e mais uma vez, ter buscado mecanismo de representar as interações intermoleculares que ocorrem entre elas, pois esse conceito permanece sendo importante para a construção de seu raciocínio.

Nesse episódio o professor traz várias reflexões envolvendo o nível submicroscópico, trazendo as representações das moléculas de água e de óleo que estão no sistema em que está sendo estudado. Porém durante a sua fala ele traz diversas ideias nas quais não utiliza representações para as suas ideias, como é o caso das discussões envolvendo as interações intermoleculares, sendo assim a fala é o modo semiótico mais utilizado, e o professor poderia ter utilizado mais imagens para auxiliar seus estudantes a acompanhar as suas ideias e também criar as representações mentais de maneira correta.

No episódio seguinte, de número 6 (6:18-8:13), se observa que apenas uma imagem e um texto novo aparece na tela, e se mantém durante todo o episódio. A figura 7 apresenta um *print* da tela no instante em que a animação com as imagens e o texto terminam, evidenciada pela figura retangular denominada de (A), antes do professor iniciar a sua fala.

Figura 8 - Print da tela do primeiro instante do episódio 6, da vídeo-aula 2, mostrando a imagem, contornada pela figura retangular (A), que foi apresentada antes do professor iniciar a sua fala.



Fonte: Do autor (2022).

O professor comenta: “Para avaliar a relação de balanço entálpico Entrópico/ que se estabelece o devido à formação das interações intermoleculares do tipo água-triacilglicerol/ podemos fazer uma pequena análise. Vejam que o processo de formação das interações entre as moléculas de água e as moléculas de triacilglicerol/ especialmente as interações com as cadeias carbônicas daquela molécula/ se dão pelas formações de interações do tipo dipolo-dipolo induzido/ que do ponto de vista de entalpia são menos favoráveis do que as interações do tipo ligação de hidrogênio que uma molécula de água estabelece com outra molécula de água. Dessa forma para que uma molécula de água interaja com a molécula de triacilglicerol/ ligações de hidrogênio precisarão ser rompidas na fase de água, para que aquela molécula consiga compor a região interfacial/ levando a um desfalecimento entálpico para a molécula de água que passa então de uma região/ a fase na qual ela tem uma entalpia molar parcial mais baixa, para uma outra região/ a interface, na qual ela tem uma entalpia molar parcial mais alta. A consequência disso é que/ as moléculas de água/ saem perdendo no processo de formação da interface/ do ponto de vista entálpico”.

Nesse episódio o professor levanta algumas reflexões sobre o balanço entálpico-entrópico que se estabelece o devido à formação das interações intermoleculares. No início

desse episódio, as moléculas de água e óleo que estavam na região interfacial, evidenciada pelo retângulo pontilhado com transparência, foram isoladas por animação, para o canto esquerdo, dentro da figura retangular. Ao fazer isso o professor conduz a atenção dos estudantes para observar apenas as moléculas de água e óleo. Elas foram expostas uma do lado da outra, como pode ser observado na figura 8 (A), apresentando o mesmo tamanho, cores e organização espacial das moléculas que estão expostas no sistema que foi exibido inicialmente no episódio 5. As animações podem possuir algumas funções pedagógicas, como por exemplo: demonstrar ações processuais; simular comportamento de sistemas; representar explicitamente movimentos ou fenômenos invisíveis; ilustrar estruturas, funções e relações processuais entre objetos e eventos e fixar conceitos importantes (PARK; GITTELMAN, 1992, apud MAGARÃO; GIANNELLA; STRUCHINER, 2013, p. 3). Sendo assim, podemos perceber como a utilização de animações podem trazer contribuições para o processo de ensino e aprendizagem.

O professor nesse episódio, retira as moléculas do sistema que está sendo estudado, ou seja, ele está dando ênfase para aquelas em especial, mas ele poderia ter ido além, poderia ter usado a animação ampliando as moléculas, pois ele está focando a sua fala apenas nelas, assim o estudante acompanharia mais precisamente esse raciocínio e poderia visualizar melhor, visto que, do jeito em que o professor fez no decorrer da vídeo-aula, as moléculas foram exibidas do mesmo tamanho em que estão dentro do sistema água e óleo, sendo bem pequenas.

Outro fator pode ser levado em consideração nesse momento, o fato de se tratar de vídeo-aulas que foram produzidas durante o ensino remoto emergencial, ou seja, muitos estudantes podem acessar essas aulas pelo celular, logo, ao ampliar essas partes da explicação, utilizando a tela toda, isso auxilia o estudante a visualizar melhor o que o professor está querendo discutir.

Acompanhando as representações moleculares da água e do óleo está a expressão “Balanço entálpico-entrópico” que representa o que o professor está analisando naquele momento. O professor fala de interações intermoleculares, e até mesmo utiliza a palavra “*Vejam*” para fazer com que o estudante pense nessas interações, mas elas não foram representadas no decorrer de sua fala, sendo assim, um estudante que já estudou as interações intermoleculares, já se deparou com representações desse conceito e consegue a compreender, poderá desenvolver sua representação mental para acompanhar o raciocínio do professor, pois já teve o contato com uma representação análoga (JOHNSON-LAIRD, 1983, apud MELO *et al.*, 2016, p. 39), porém esse estudante pode criar uma representação que não retrata o que o

próprio professor pensa ao discutir esse conceito, podendo ser uma representação equivocada para essa discussão em especial. Já um estudante que não possui essa bagagem conceitual, não compreendeu em outros momentos de sua formação como representar essas interações, poderá tanto representar de forma errônea, quanto nem conseguir representar, dificultando assim a sua aprendizagem.

As discussões de conceitos que abordam o nível submicroscópico são as que envolvem uma maior abstração e também são as que os estudantes possuem uma maior dificuldade de compreensão por se tratar de “entidades” química que não são possíveis de serem visualizadas, sendo assim, o professor para auxiliar seus estudantes a compreender esses conceitos e construir seus conhecimentos precisa utilizar diferentes representações (JOHNSTONE, 1993; QUADROS, 2020).

Nesse episódio o modo semiótico mais utilizado também foi fala; as imagens e textos não foram tão exploradas, mesmo sendo algo importante nas discussões desse episódio principalmente por trazerem reflexões envolvendo o nível submicroscópico, aquele no qual os estudantes apresentam mais dificuldades.

Dando sequência à essas discussões, no episódio 7 (8:13-11:00), nenhuma imagem ou texto novo aparece na tela, nesse episódio o professor apenas continua sua fala, desenvolvendo seu raciocínio sobre as consequências do ponto de vista entálpico-entrópico das interações intermoleculares na interface no sistema água-óleo. Sendo assim, nesse episódio, a imagem em que o professor utiliza de referência é a mesma do episódio anterior (figura 8 (A)), pois continua as reflexões sobre os aspectos entálpico-entrópico, mas a fala é o modo semiótico mais utilizado, como pode ser observado pela transcrição a seguir.

O professor comenta, no início do episódio “*Além disso/ [se referindo as discussões apresentadas no episódio anterior] ocorre também uma perda de entropia no processo de formação dessas interações intermoleculares/ entre as moléculas de água e as cadeias carbônicas do triacilglicerol. Porque quando interações/ hidrofóbicas/ com regiões de cadeias carbônicas se estabelecem/ entre as moléculas de água e moléculas com tais características/ as moléculas de água perdem em graus de liberdade rotacional devido a um efeito de formação de uma rede tridimensional/ mais rígida entre as moléculas do solvente/ nesse caso a água/ em torno da região de cauda do triacilglicerídeo. Esse processo ocorre de uma tentativa de as moléculas de água fortalecerem ligações de hidrogênio com moléculas vizinhas/ que estão formando a camada de solvatação da cauda do triacilglicerol/ para minimizar a perda*

energética que ocorre no rompimento de ligações de hidrogênio para que a interação/ entre a molécula de água e a calda hidrocarbônica aconteça. Como consequência há também uma perda de entropia configuracional para o processo de formação da interação água com a calda carbônica da molécula da fase oleosa/ levando a uma redução de entropia no processo de formação da região interfacial/ quando aquelas interações estabelecem. Vejam então que/ a um desfavorecimento entálpico-entrópico para transferir as moléculas de água da região da fase aquosa para as regiões de interfaces. Se então nós por exemplo/ realizarmos um aumento de área interfacial/ essas perdas de entalpia/ou esses aumentos de entalpia e estas perdas de entropia/ se acumularam para um número maior de moléculas.

Refletindo sobre esse episódio fica evidente como a não utilização das representações do conhecimento químico e da multimodalidade dificulta a construção da aprendizagem. O professor discorre sobre situações nas quais a representação mental por parte do estudante é solicitada constantemente, como por exemplo nos momentos em que ele fala sobre as interações intermoleculares formadas “*entre as moléculas de água e as cadeias carbônicas do triacilglicerol*”, ou quando ele comenta sobre um “*efeito de formação de uma rede tridimensional/ mais rígida entre as moléculas do solvente/ nesse caso a água/ em torno da região de cauda do triacilglicerídeo*”, ou ainda quando pontua sobre “*tentativa de as moléculas de água fortalecerem ligações de hidrogênio com moléculas vizinhas/ que estão formando a camada de solvatação da cauda do triacilglicerol*”.

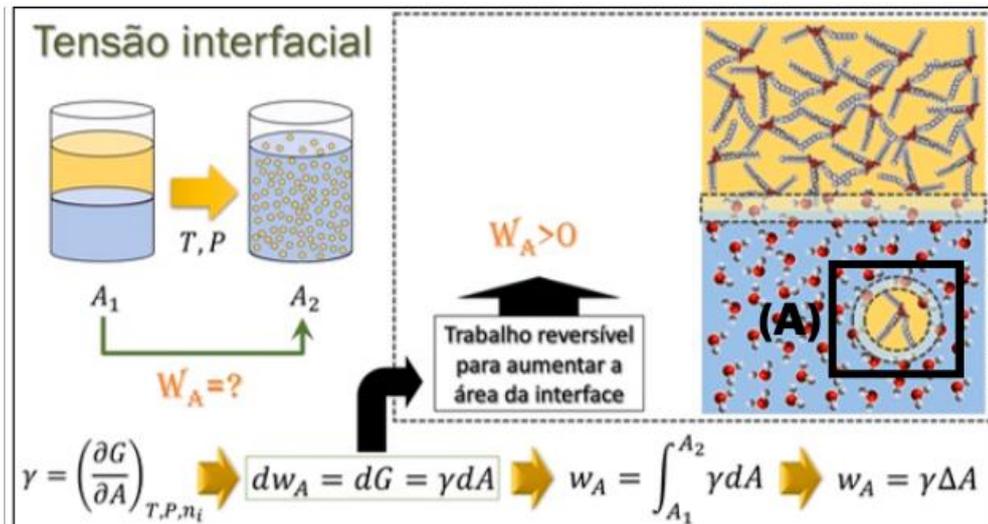
Nenhuma dessas situações foi representada por meio de imagens ou animações para auxiliar o estudante no desenvolvimento de sua aprendizagem, sendo que essas ideias são cruciais para construir os conhecimentos que estão sendo discutidos nesse episódio. Sendo assim, não utilizar essas representações pode fazer com que o estudante tenha dificuldade de compreender e imaginar essas situações que o professor tanto ressalta. Talvez muitos estudantes não consigam construir essas representações mentalmente, e outros podem até ter essa capacidade, mas existe a possibilidade de acabarem construindo de maneira errônea. Desse modo, se o professor tivesse utilizado mecanismos para representar essas situações seria muito mais fácil para o estudante acompanhar esse raciocínio e fazer a construção daquelas ideias, de maneira correta.

Nesse episódio, diferentes dos demais analisados, foi o único em que apenas a fala é utilizada, e nenhuma imagem ou texto novo aparece na tela durante a sua fala. Mais uma vez o nível submicroscópico, com as energias envolvidas no sistema, é o nível do conhecimento

químico mais trabalhado nesse episódio, mas o professor não utiliza imagens ou textos no decorrer de sua fala para os estudantes conseguirem acompanhar as suas ideias e construir mentalmente os conhecimentos que estão sendo trabalhados nessa aula.

O último episódio dessa sequência, o episódio 8 (11:00-12:38), o professor discute sobre as consequências geradas após uma gota de óleo ser transferida para a fase aquosa. Essa transferência é feita por meio de uma animação, onde uma molécula de triacilglicerol, dentro de um círculo amarelo, representando essa gota, sai da parte superior, que representa a fase oleosa e entra na parte inferior, que representa a fase aquosa. Nesse momento as moléculas de água são reorganizadas para “abrir espaço” para a molécula de óleo, e essa movimentação também é representada, utilizando animação nas moléculas de água. A figura 8 apresenta um print da tela após o termino dessas animações, mostrando a gota de óleo na fase aquosa, evidenciado pelo retângulo preto (A). Antes dessa animação ocorrer o professor comenta *“vejam esquematicamente agora o que acontece quando uma gota de óleo é transferida da fase oleosa para a fase aquosa”*, onde é possível observar, mais uma vez, como o professor tenta guiar a atenção do estudante para algo que vai acontecer no vídeo.

Figura 9 - *Print* da tela do instante do episódio 8, da vídeo-aula 2, em que a animação da transferência de uma gota de óleo para a fase aquosa termina. A imagem contornada pela figura retangular (A) evidencia essa gota de óleo.

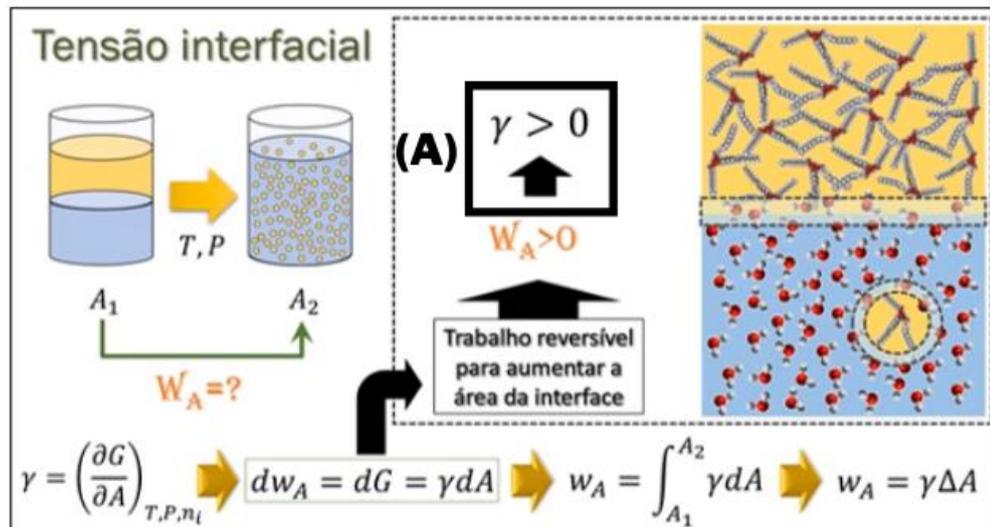


Fonte: Do autor (2022).

O professor continua suas reflexões, e o interessante é que nesse momento a sua fala, de certo modo, busca evidenciar o que foi mostrado por meio da animação, como é possível observar no seguinte trecho “*agora moléculas de água que estavam presentes no seio da fase aquosa precisarão se reorganizar para interagirem com as moléculas de triacilglicerol na interface daquela gota que foi transferida*”. Alguns estudantes talvez não conseguiriam representar mentalmente essa animação e reorganização das moléculas, mas após isso ser mostrado na animação no decorrer da vídeo-aula, depois ressaltado pela fala do professor, provavelmente o que se passa na cabeça do estudante é a animação que foi apresentada anteriormente, dando amparo para acompanhar as ideias que o professor está construindo. Desse modo, a animação utilizada nesse episódio pode apresentar a função pedagógica de simular o comportamento de um sistema, trazendo contribuições para o processo de ensino e aprendizagem (PARK; GITTELMAN, 1992, apud MAGARÃO; GIANNELLA; STRUCHINER, 2013, p. 4). As interações intermoleculares entre a água e o óleo, mais uma vez, é importante para a compreensão das ideias apresentadas nessa discussão, logo se a representação dessa interação tivesse sido exibida nos episódios anteriores, provavelmente os estudantes conseguiriam entender melhor as reflexões apresentadas nesse episódio e, talvez, conseguiriam representar melhor mentalmente essas ideias.

Quase no final desse episódio, uma imagem de uma seta e um símbolo aparecem antes do professor terminar suas reflexões, como podemos visualizar na figura 10, destacado pela figura retangular denominada de (A).

Figura 10 - *Print* da tela do instante do episódio 8, da vídeo-aula 2, em que aparece uma imagem e uma equação destacado pela figura retangular denominada de (A).



Fonte: Do autor (2022).

O símbolo “ γ ” representa a propriedade tensão interfacial, que foi apresentada e iniciada suas discussões no episódio 4, analisado anteriormente, e o símbolo matemático “ $>$ ” utilizado representa que um é “maior que” o outro. O professor, após aparecer esses símbolos e o valor numérico 0 ($\gamma > 0$), comenta “a propriedade tensão interfacial é sempre um número positivo”, colocando em palavras o que aquela relação de desigualdade entre a propriedade tensão interfacial e o valor numérico zero representam. Pesquisas mostram que uma das principais dificuldades que os estudantes apresentam na aprendizagem de Físico-Química é em relação a interpretação e utilização de símbolos e equações (ALVES; DE OLIVEIRA; LEITÃO, 2020; ZUCOLOTTO; BELUCO, 2013). Sendo assim, essa interpretação apresentada pela fala do professor pode auxiliar os estudantes.

Esse episódio traz uma animação, que utiliza imagens, para fazer com que os estudantes acompanhem as ideias do professor. Porém, o professor aborda as interações intermoleculares e não apresenta nenhuma representação dessas interações, e como não apresentou em nenhum

dos episódios analisados, os estudantes já podem estar criando dificuldades para compreender esse conceito e desenvolver suas representações mentais. Nas suas discussões, mais uma vez, o nível do conhecimento químico submicroscópico é o mais presente.

Essa sequência de episódios, 4, 5, 6, 7 e 8, discute sobre a tensão interfacial e transita entre as diferentes formas de representar e compreender esse conhecimento. No episódio 4 o professor aborda principalmente o nível representacional, simbólico, trazendo as equações e apresentando suas interpretações. Nos episódios seguintes o professor busca construir todo um raciocínio utilizando algumas representações no nível submicroscópico, e essas discussões são realizadas considerando um sistema que os estudantes estão, de certa, forma habituados (água + óleo), representando o nível macroscópico. Essa construção de raciocínio conduzida pelo professor, transitando entre os diferentes níveis do conhecimento, pode auxiliar o estudante a compreender melhor os conceitos que estão sendo desenvolvidos pois assim, cada parte do conhecimento químico consegue ser trabalhado e discutido, fazendo com que diferentes aspectos dessa ciência possam ser interpretados (JOHNSTONE, 2000). A multimodalidade também desempenha um papel importante visto que, cada modo semiótico possui uma potencialidade específica, dessa forma cada a interação entre eles pode auxiliar no processo da construção do conhecimento.

Após a análise dos 6 episódios selecionados podemos perceber como o professor transita entre os diferentes níveis do conhecimento químico, mas suas discussões se pontuam principalmente no nível submicroscópico. Mesmo esse nível sendo o mais discutido pelo professor, em muitos momentos, ele não traz representações que auxiliem o estudante a acompanhar as suas ideias e criar as representações mentais necessárias para compreender o que está sendo estudado.

O modo semiótico mais utilizado no decorrer dos episódios analisados foi a fala. Por mais que, dois episódios em especial, o 2 da primeira vídeo-aula e o 4 da segunda vídeo-aula, utilizaram bastante os três modos semióticos em conjunto, nos demais, a fala foi o modo mais predominante, seguida das imagens e, por fim, os textos. Acreditamos que essa predominância dos modos esteja relacionada com a proposta de vídeo-aulas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as análises dos episódios selecionados podemos perceber como a utilização dos diferentes modos semióticos influenciam na construção do conhecimento dos conceitos que envolvem o conteúdo de Físico-Química de interfaces. A multimodalidade auxilia na construção do conhecimento pois cada modo semiótico que foi empregado no decorrer dos episódios pôde favorecer o entendimento de uma parte do conhecimento que estava sendo discutido, e ao ser utilizada em conjunto, é possível construir um sentido para o todo, deixando o entendimento dos conceitos químicos que envolve a físico-química de interfaces menos complexo.

Nos episódios em que o professor utiliza a multimodalidade no desenvolvimento de suas ideias fica mais fácil acompanhar seu raciocínio e conseqüentemente construir os significados do que está sendo abordado. Porém nos episódios em que o professor utiliza mais um modo semiótico em detrimento de outro, ou usa apenas um modo semiótico, essa construção fica mais difícil, pois a todo o momento o estudante precisa criar representações mentais por conta própria, buscando complementar o que o professor está discutindo, para assim conseguir acompanhar o seu raciocínio. No entanto, essas representações criadas pelos estudantes, sem direcionamento, podem não contemplar o que o professor pensava ao planejar suas discussões, favorecendo a construção de ideias erradas e que podem atrapalhar a construção de conceitos futuros.

Além disso, pelo conteúdo de Físico-Química de Interfaces abordar aspectos que para serem compreendidos precisam ser pensando no nível submicroscópico, o qual os estudantes em geral possuem maior dificuldade de compreensão, a utilização dos diferentes modos semióticos em conjunto e das diferentes representações do conhecimento químico se tornam quase que indispensáveis para auxiliar o estudante no processo de aprendizagem.

Desse modo, atrelado à utilização da multimodalidade está a importância de empregar as diferentes representações do conhecimento químico para auxiliar os estudantes na construção dos conhecimentos conceituais dessa ciência, desenvolvendo, assim, as habilidades de visualizar, interpretar e compreender essas diferentes representações. Sendo assim, o estudante poderá aprender a linguagem característica dessa ciência, conseguindo relacionar o que pode ser visto em seu cotidiano com os conceitos que são discutidos em sala de aula, abordando principalmente aspectos submicroscópicos.

Muitos professores decidem desenvolver vídeo-aulas para auxiliar os estudantes no processo de aprendizagem, porém, não possuem conhecimento sobre as diferentes formas de se utilizar a multimodalidade a favor disso. Sendo assim, fica evidente como é importante refletir mais sobre a forma de desenvolver essas vídeo-aulas, buscando planeja-las pensando em como o estudante vai acompanhar a construção das ideias, utilizando diferentes modos semióticos que podem cada vez mais auxiliar os estudantes e articulando o uso de imagens, textos, animações, em conjunto com a fala. Além disso, pensando no ensino de química, os professores precisam transitar entre os diferentes níveis do conhecimento, e apresentar representações que complementem e até representem as ideias que vão sendo desenvolvidas na aula. Ao desenvolver vídeo-aulas levando em consideração esses aspectos, o professor poderá auxiliar cada vez mais seus estudantes a compreender e acompanhar as suas discussões e também construir os conhecimentos mais próximos do entendimento científico.

As quatro vídeo-aulas abordando o conteúdo de Físico-Química de Interfaces foram divididas em 69 episódios, e apenas 6 desses foram analisados, sendo assim, para um entendimento mais completo de como a multimodalidade é empregada nas discussões desse conteúdo seria melhor fossem analisadas uma quantidade maior de episódios ou até mesmo sua totalidade. Com isso, seria possível discutir e refletir sobre o uso da multimodalidade de forma mais extensa, trazendo debates sobre como a construção do conhecimento desse conteúdo influencia na disciplina de Físico-Química II e quais são as conexões estabelecidas pelo professor com as representações criadas ao longo do curso

Outro fator relevante seria trazer discussões sobre a utilização da multimodalidade para as salas de aula, levando em consideração a opinião dos estudantes. Refletir dentro das salas de aulas e com os estudantes sobre a utilização da multimodalidade na construção de conceitos, se ela influencia e pode favorecer, ou não, a aprendizagem, do ponto de vista dos estudantes que estão cursando essa disciplina. Além disso, seria interessante ampliar as discussões para outras disciplinas que são apontadas por muitos estudantes como de difícil compreensão, que muitas vezes são aquelas com alto índice de reprovação. Sendo assim, seria possível favorecer o debate e buscar melhorias no o processo de ensino e aprendizagem dentro do ambiente universitário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Amanda Maria Barros; DE OLIVEIRA, Aurelice Barbosa; LEITÃO, Marcus Raphael Souza. **Percepção dos alunos a respeito da disciplina de Físico-Química 2**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 7, p. 45803-45815, 2020.

Arroio, A., e Giordan, M. (2006). **O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino**. Química Nova na Escola, 24(1), 8-11.

FERNANDES, Bruno Gumieri; LOCATELLI, Solange Wagner. **Acesso e Transição nos Níveis Representacionais durante a Construção de Modelos Explicativos acerca de Interações Intermoleculares**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. e20017-29, 2021.

FERNANDES, DM da S.; SALDANHA, GCB. **Dificuldades de Aprendizagem no Nível Superior: estudo de caso com graduandos de licenciatura em química**. 2014.

GRESCZYSCZYN, Marcella Cristyanne Comar et al. **A perspectiva semiótica de Pierce para o Ensino e Aprendizagem de Química**. Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Educação de Ciências, Florianópolis, Santa Catarina, 2017.

GUILHERME MAX DIAS FERREIRA, **Físico-Química de Interfaces 2- Tensão interfacial**. YouTube, 2020. Disponível em: link do vídeo. Acesso em: data que o vídeo foi acessado.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

JOHNSTONE, A. H. **Macro and microchemistry**. The School Science Review, v. 64, n. 227, p. 377- 379, 1982.

JOHNSTONE, A. H. **Teaching of Chemistry - Logical or Psychological?** Chemistry Education: Research and Practice in Europe, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000

JOHNSTONE, A. H. **The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand**. Journal of Chemical Education, Washington, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

JOHNSTONE, A. H. **You Can't Get There from Here**. Journal of Chemical Education, v. 87, n. 1, 2010, p. 22-29.

JÚNIOR, FRANCISCO. WE. **Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins**. Química Nova na Escola, n. 29, p. 20-23, 2008.

JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. **Interações intermoleculares e o fenômeno da solubilidade: explicações de graduandos em química**. Química Nova, v.43, n. 1, p.106-117, mar. 2020.

JUNQUEIRA, Marianna Meirelles. **Um estudo sobre o tema interações intermoleculares no contexto da disciplina de química geral: a necessidade da superação de uma abordagem classificatória para uma abordagem molecular**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

KRESS, G. e VAN LEEUWEN, T. **Reading Images: the grammar of visual design**. 2. Ed. London & New York: Routledge, 2006

KRESS, G. **Multimodality: A social semiotic approach to contemporary communication**. New York: Routledge, 2010.

MAGARÃO, Jorge Felipe Leal; GIANNELLA, Taís; STRUCHINER, Miriam. **Uso de animações sobre saúde no ensino das ciências naturais: Levantamento e análise de recursos disponíveis no portal do professor (MEC)**. Águas de Lindóia: ENPEC, 2013.

MELO, Marlene Rios et al. **Identificando modelos mentais de equilíbrio químico: uma alternativa para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem**. Revista Fórum Identidades, 2016.

MORÁN, José Manuel. **O vídeo na sala de aula**. Comunicação & Educação, n. 2, p. 27-35, 1995.

MOREIRA, M. A. **Modelos Mentais**. Investigação no Ensino de Ciências, v.1 n.3, p.193- 232, 1996.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. **A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos**. Química Nova, v. 23, p. 273-283, 2000.

MORTIMER, Eduardo Fleury et al. **Interações entre modos semióticos e a construção de significados em aulas de ensino superior**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 16, p. 121-146, 2014.

MORTIMER, Eduardo Fleury; QUADROS, Ana Luiza de. **Multimodalidade no ensino superior**. Rio Grande do Sul: Unijuí, 2018.

MORTIMER, E. F., MASSICAME, T.; BUTY, C.; TIBERGHEN, A. **Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências**. In: NARDI, R. A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007. p. 53-94.

F MORTIMER, Eduardo et al. **Interações entre modos semióticos e a construção de significados em aulas de ensino superior**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 16, p. 121-146, 2014.

PARK, O.; GITTELMAN, S. S. (1992). **Selective use of animation and feedback in computer-based instruction**. Educational Technology Research and Development, v. 40, n. 4, p. 27-38, 1992.

PAZ, G.L.; PACHECO, H. F.; COSTA NETO, C. O.; CARVALHO, S. C. P. S. **Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região Sudeste de Teresina**.

PELEGRINI, R. T. **A mediação semiótica no desenvolvimento do conhecimento químico**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação na área de psicologia)- Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1995.

PERINI, L. T. **Visual representations and scientific knowledge**. 2002. PhD Dissertation (Doctor in Philosophy) – University of California, San Diego, 2002.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRICE, S.; JEWITT, C. **A multimodal approach to examining “embodiment” in tangible learning environments.** Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction - TEI '13, 2013, p. 43–50.

QUADROS, A. L.; SILVA, A. S. F.; MORTIMER, E. F. **Relações pedagógicas em aulas de ciências da educação superior.** Química Nova, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 227-235, 2018.

QUADROS, Ana Luiza de. **Representações multimodais no ensino de ciências: compartilhando experiências.** Curitiba: CRV, 2020. 148 p. (Perspectivas em Ensino de Ciências).

PEREIRA, Renata Reis. **O uso de gestos recorrentes e a multimodalidade em aulas de Química Orgânica do Ensino Superior.** 2015. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil).

ROQUE, Nídia Franca; SILVA, José Luis PB. **A linguagem química e o ensino da química orgânica.** Química nova, v. 31, p. 921-923, 2008.

SECRETARIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DA 4ª REGIÃO – TRT4. **Resolução.** Disponível em: <https://www.trt4.jus.br/portais/media/111422/resolucao.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2022.

SILVA J. F S.S. José Fabiano Serafim da Silva. **Concentração de Soluções: A dificuldade de interpretação das grandezas massa e volume.** In Conferência Interamericana de Educação Matemática. 13. 2011. CIAEM. 2011.

SILVA, Fernando César et al. **Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química.** Ciência & Educação (Bauru), v. 27, 2021.

TALANQUER, V. **Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry ‘triplet’.** International Journal of Science Education, Philadelphia, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

VARELA, Alana Kelly Souza et al. **A Percepção Dos Educandos Sobre O Ensino De Química Na Pandemia: Elencando As Principais Dificuldades No Processo De Ensino-Aprendizagem.** VII Congresso Nacional de Educação, 2020.

VALENÇA, Beatriz Arruda et al. **Uma análise de vídeos para o ensino de Química.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 20, n. 2, p. 245-266, 2021.

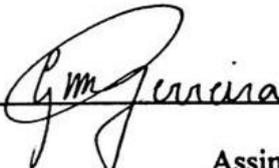
ZUCOLOTTI, Andréia M.; BELUCO, Alexandre. **A Experimentação Na Construção De Conceitos Em Físico-Química.** Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP–10 a 14 de Novembro de 2013.

ANEXO A- Termo de Consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Pelo presente instrumento, eu, abaixo identificado, autorizo voluntariamente a discente do curso de Química Licenciatura Plena, Isabela Vieira Fernandes, a utilizar a imagem e som da minha voz, bem como as informações por mim fornecidas, em mídias digitais, produzidas para a plataforma do *YouTube* como parte das aulas da disciplina de Físico-Química II, da Universidade Federal de Lavras, com a única finalidade de utilização em análise de dados de pesquisa, realizada sob rigoroso padrão ético e de respeito aos sujeitos, ficando minha identidade preservada e que, se assim o desejar, terei acesso livre e direito ao material produzido. A pesquisa a qual faz referência este termo situa-se em sua monografia que busca analisar a multimodalidade e a construção de significados em vídeo-aulas de Físico-química II.



Assinatura

Lavras/Mg 23 de agosto de 2022