

Representações Multimodais em aulas remotas de Ciências do sétimo ano do Ensino Fundamental

Multimodal Representations in Remote Elementary School Classes

Ana Livia B. Araujo e Ana Luiza de Quadros

Resumo: Ensinar conhecimentos químicos para estudantes do Ensino Fundamental tem se mostrado desafiador. Geralmente esses estudantes têm dificuldade em lidar com as representações e associá-las aos conceitos para entender os fenômenos da natureza. Planejamos e desenvolvemos uma sequência de aulas com o tema “Cosméticos” com estudantes do sétimo ano durante o ensino remoto emergencial, na qual as representações multimodais foram exploradas para tratar de estados físicos. Este trabalho teve como objetivo analisar a efetividade do uso das representações multimodais como ferramenta epistêmica em aulas remotas de Ciências. A produção de dados se deu por meio de formulários eletrônicos associados a vídeos e pela gravação da aula síncrona. Observamos um grande envolvimento dos participantes com as atividades e também o desenvolvimento de habilidades representacionais que, acreditamos, auxiliarão os estudantes a pensar o mundo material a partir das representações submicroscópicas.

Palavras-chave: representações multimodais, ensino de ciências, ensino remoto emergencial.

Abstract: Teaching chemistry to elementary school students is challenging since concepts and representations are directly related and inseparable to understand the phenomena of nature. During the emergency remote teaching, we planned and developed, with seventh grade students, a lesson sequence themed “cosmetics” in which multimodal representations were explored. This work aimed to analyze the role of multimodal representations as an epistemic tool in remote classes. The data production was done by means of electronic forms that oriented through videos and recording of synchronous class. We observed a great involvement of the participants with the activities and the development of representational skills that, we believe, will help them to think about the material world from submicroscopic representations.

Keywords: multimodal representations, science teaching, emergency remote teaching.

1

Ana Livia Baptista Araujo (analiviabap@yahoo.com.br), licenciada em Química e mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Coordena o canal do YouTube “Você só dá aula?” destinado a alunos de licenciatura e professores/educadores, para discutir sobre a área da educação e compartilhar experiências. Belo Horizonte, MG – BR. **Ana Luiza de Quadros** (aquadros@qui.ufmg.br), licenciada em Química e mestre em Educação nas ciências pela UNIJUÍ, doutora em Educação pela UFMG. Professora de Ensino de Química no Departamento de Química/ICEx/UFMG e no Programa de Pós-graduação em Educação: conhecimento e inclusão social da Faculdade de Educação/UFMG. Lagoa Santa, MG – BR.
Recebido em 26/12/2022, aceito em 20/06/2023

A seção “Cadernos de Pesquisa” é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química.



Ensinar Ciências nas escolas e, mais especificamente, ensinar conhecimentos químicos a estudantes do Ensino Fundamental tem se mostrado desafiador. Nossa experiência tem revelado que alguns estudantes enfrentam dificuldades em aprender Química, em especial quando utilizada a linguagem própria dessa Ciência, situação agravada nos casos que envolvem fórmulas moleculares e equações químicas. Esse tipo de representação geralmente tem sido considerado pelos estudantes como um obstáculo à aprendizagem ou um fator que aumenta sua complexidade.

Ao tratar da linguagem química, Roque e Silva (2008) retomam as dificuldades de interpretação e de descrição de fenômenos que envolvem a transformação da matéria, e argumentam que a criação dessa linguagem específica da Química foi uma necessidade. A Química é uma Ciência que lida com “entidades” submicroscópicas, tais como átomos, moléculas, íons, elétrons, entre outras (Mortimer *et al.* 2000), e, por isso mesmo, é abstrata. Portanto, para relacionar os fenômenos macroscópicos com esse mundo submicroscópico, a linguagem química é essencial. Segundo Roque e Silva (2008, p. 921), essa linguagem descreve, por meio de “modelos representados por fórmulas estruturais, equações, gráficos e figuras, as coisas do mundo” da maneira como os químicos as compreendem. Embora seja esperado que nós, professores de Química, tenhamos consciência dessa contribuição, os estudantes nem sempre percebem as representações dessa Ciência como necessárias para entender os fenômenos presentes no dia a dia.

Adami (2016) argumenta que toda linguagem é por natureza multimodal, ou seja, usa de vários modos semióticos que incluem a fala e a escrita, e também as fórmulas, os desenhos, os gráficos, as equações e, enfim, um conjunto de diferentes representações que visam à construção de significados. Com isso, as representações se mostram essenciais para a Ciência e para todos que desejam entendê-la melhor. Ensinar Ciências significa torná-la mais compreensível para as pessoas (Lynch, 2006) e, embora as representações não sejam uma reprodução da natureza, uma vez que carregam consigo limitações, elas são essenciais para o entendimento daquilo que não podemos ver. Elas são usadas tanto para um mundo com escala extremamente pequena, no caso da Química, quanto para um mundo com escala extremamente grande, como é o caso da Astronomia.

Ensinar Ciências, portanto, inclui a lida com essas representações em sala de aula. Neste trabalho escolhemos o tema “Cosméticos” para propor e desenvolver uma sequência de aulas na qual fossem exploradas representações a partir de diversos modos semióticos (representações multimodais). Levando em conta que no período em que se deu esta investigação – Ensino Remoto Emergencial, decorrente da pandemia causada pelo Sars-covid – tanto estudantes quanto instituições de ensino provavelmente não estavam suficientemente preparados para as aulas remotas ou virtuais, a questão que norteou esta investigação foi: “As representações multimodais se mostram efetivas como ferramenta epistêmica em aulas remotas de Ciências do

sétimo ano do Ensino Fundamental?”. Partimos da hipótese de que as representações multimodais poderiam funcionar como uma ferramenta epistêmica, desenvolvendo competências representacionais e proporcionando uma aprendizagem mais ampla. Usamos o termo “ferramenta epistêmica” baseadas em Kelly e Cunningham (2019), que tratam essas ferramentas como sendo aquilo que o professor usa para auxiliar o estudante a ampliar seus conhecimentos, uma vez que ele tem a oportunidade de criar, de compartilhar e de avaliar tanto a produção (no caso a representação) sua quanto a de seus pares. Esta pesquisa se justifica uma vez que em aulas remotas, nas quais há uma tendência de diminuição das interações verbais entre os participantes, a representação multimodal com ferramenta epistêmica ainda não havia sido investigado.

Referencial Teórico

Temos observado na literatura um crescimento de estudos envolvendo as representações e o seu papel no ensino de Ciências. Nessas publicações, o termo “múltiplas representações” tem sido usado quando diferentes modos semióticos são empregados para construir diferentes representações, com um foco mais centrado na prática docente (Prain e Waldrip, 2006; Tang *et al.*, 2014; Treagust *et al.*, 2003) e na proposição de representações específicas (*slowmotion* e outras) como uma estratégia de ensino (Coleman *et al.*, 2012; Hoban e Nielsen, 2012). Quando o termo múltiplas representações é usado na literatura especializada com foco nos estudantes, o processo de construção dessas representações não é explorado. Nesse contexto, os estudantes podem se valer de diversas representações prontas para resolução de algum problema (Coleman *et al.*, 2012; Öz e Memis, 2018; Memis e Öz, 2017) ou construir suas próprias representações (Hand e Choi, 2010; Zhang, 2016), que serão avaliadas pelo professor. Nesse último grupo de estudos a representação geralmente é o produto final.

Porém, quando esse foco se dirige para o estudante e para o processo de representar, o termo usado na literatura é “representações multimodais”. Para diferenciar esses termos, Tytler *et al.* (2013) afirmam que:

Múltiplas representações referem-se à capacidade do discurso da Ciência de representar os mesmos conceitos e processos em diferentes modos, incluindo formas verbais, gráficas e numéricas. “Multimodais” refere-se à prática no discurso da Ciência de coordenar diferentes modos para representar afirmações e evidências complexas, onde modos textuais, matemáticos e visuais são integrados para explicar e justificar descobertas. (Tytler *et al.*, 2013, p. 15)

Independentemente da denominação adotada, a maioria dos textos científicos e até mesmo dos materiais didáticos reproduzem as representações canônicas, que são modelos que

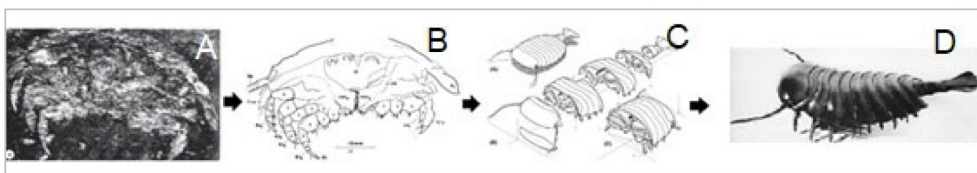


Figura 1. Representação canônica para o artrópode *Sidneya inexpectans*. Fonte: Gooding, 2010 (adaptada).

podemos considerar como produtos de pesquisa e de análises, criados pela Ciência para facilitar a compreensão acerca de um determinado assunto, a exemplo da estrutura do DNA, dos modelos atômicos, da imagem de um dinossauro etc. Sobre o uso dessas representações em aulas de Ciências, Krajcik e Merritt (2012) afirmam que:

Frequentemente, em sala de aula, os alunos recebem o modelo científico canônico que os cientistas desenvolveram ao longo dos anos, e pouco tempo é gasto mostrando a eles as evidências do modelo ou permitindo que construam modelos que expliquem os fenômenos. (Krajcik e Merritt, 2012, p. 7)

As representações canônicas são apresentadas para os estudantes sem que eles tenham acesso a como a representação foi produzida, ou seja, o estudante não reflete sobre o processo que levou àquela representação e, muitas vezes, não tem ciência do trabalho desenvolvido para chegar até aquele produto, e menos ainda a uma possível “provisoriedade” daquele resultado a que ele está tendo acesso. Krajcik e Merritt (2012) argumentam que entrar em contato apenas com o modelo canônico pode levar o estudante a não reconhecer o valor daquele modelo para explicar um fenômeno.

Gooding (2010) exemplifica esse processo de construção de uma representação canônica com o modelo de um artrópode, mostrado na Figura 1.

Nesse exemplo o que se tinha como informação concreta era a foto de um fóssil (Figura 1A). A partir dessa foto foram feitos desenhos do que seriam as partes desse animal (Figura 1B) e, em seguida, montadas estruturas a partir desses desenhos (Figura 1C), chegando a um modelo do artrópode *Sidneya inexpectans* (Figura 1D), que nunca foi realmente visto. De acordo com Gooding (2010), as representações são híbridas, ou seja, elas carregam consigo diferentes modos visuais, simbólicos, verbais ou numéricos. Conforme ilustrado na Figura 1, até que os cientistas chegassem à representação “final” desse artrópode foi necessário considerar dados de impressões fósseis, diagramas e mapas de contorno.

Mesmo o trabalho de Gooding (2010) sendo voltado para a prática científica, é possível expandirmos esse raciocínio para o ensino de Ciências que, conforme já mencionado, tem enfatizado as diversas representações canônicas. Na medida em que apresentamos apenas as representações canônicas para os estudantes, desconsideramos todo esse processo de produção de conhecimento e aspectos importantes do trabalho dos cientistas,

o que, muitas vezes, pode reforçar a concepção de que a Ciência traz consigo um conjunto de conhecimentos “verdadeiros” e “acabados”. Em função disso há um afastamento entre a cultura escolar e a cultura científica, o que abre margem para reforçar concepções equivocadas envolvendo a Ciência (Pena, 2021). Pensando nisso, ressaltamos a importância de envolver os estudantes em práticas semelhantes às práticas científicas por meio das representações multimodais, cuja abordagem é baseada na proposição, na justificação, na negociação e na reelaboração de representações, de modo a contemplar aspectos da Natureza da Ciência. Entretanto essa não é uma tarefa simples.

Tytler *et al.* (2013) se apropriaram do termo representações multimodais para denominar uma forma de desenvolver habilidades representacionais nos estudantes e valorizar mais o protagonismo deles. Nessa abordagem o estudante propõe uma representação para um conceito ou fenômeno e comunica a sua proposta aos pares, em um processo negociado. Isso leva a reelaborações dessa representação até que ela se aproxime do modelo canônico. Nesse processo muitas representações não usuais ou informais (Botelho, 2022) podem ser utilizadas. Para explicar melhor como a construção de representações apoia a aprendizagem mais ampla (conceitual, epistêmica e epistemológica) Prain e Tytler (2013) elaboraram um diagrama envolvendo estas três dimensões: semiótica, epistêmica e epistemológica. Esse diagrama, com adaptações nossas, é apresentado na Figura 2, a seguir.

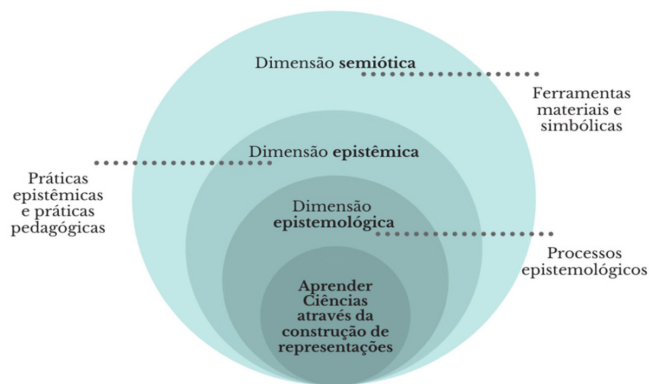


Figura 2. Dimensões que contribuem para a aprendizagem científica durante a construção de uma representação. Fonte: Prain e Tytler, 2013 (adaptada).

Em síntese, a dimensão semiótica engloba as outras dimensões e envolve o uso de ferramentas culturais para a construção de significados. Essas ferramentas podem ser materiais – instrumentos e artefatos – ou simbólicas, tais como ferramentas

gestuais, visuais, matemáticas, linguísticas etc. Os autores defendem que a construção de uma representação por um estudante depende do propósito, do contexto e dos recursos físicos disponíveis. Se um estudante quiser explicar um fenômeno a partir de um desenho, ele enfrentará limitações e terá de se preocupar com o espaço físico disponível (uma folha de papel, por exemplo). Se essa mesma explicação for por meio da fala, ele encontrará outras limitações e poderá recorrer a ferramentas simbólicas, como os gestos, para auxiliá-lo.

Já na dimensão epistêmica encontramos as práticas epistêmicas, as quais estão relacionadas à produção, à comunicação, à avaliação e à legitimação do conhecimento científico. Explicar, argumentar e representar são exemplos de práticas epistêmicas. Nessa dimensão também as práticas pedagógicas, presentes na sala de aula e orientadas pelo professor. Elas podem propiciar um ambiente favorável para a participação dos estudantes. Para que as práticas epistêmicas estejam presentes na sala de aula é necessário envolver o estudante não apenas nos conceitos em debate, mas no debate em si, sendo essencial que o professor articule as aulas de modo a promover essa interação (Sasseron e Duschl, 2016).

A investigação aqui relatada se baseia nos estudos com as representações multimodais envolvendo os estudantes na comunicação, justificação e negociação de representações e significados. Nessa abordagem é esperado que os estudantes sejam estimulados na agência epistêmica, que emerge em situações em que existem “negociações mais dinâmicas, de forma que cada vez mais os estudantes se envolvam na orientação da construção do conhecimento” (Ko e Krist, 2019, p. 3). Além disso, essa abordagem permite que os estudantes aprendam conceitos científicos por meio de desafios, ao serem chamados a propor representações, explicar, argumentar e justificar as suas propostas. De acordo com Prain e Tytler (2013) “é necessário que a aprendizagem nas aulas de ciências se concentre nos processos pelos quais o conhecimento comunitário é construído, bem como nos meios pelos quais esse conhecimento é defendido e estabelecido” (p. 74). Assim sendo, além de respeitar as concepções prévias dos estudantes e os processos cognitivos, criando vantagens em termos de aprendizagem (Tytler *et al.*, 2013), as representações multimodais estão relacionadas à dimensão epistêmica, tendo um papel fundamental na compreensão de aspectos da Natureza da Ciência e no desenvolvimento de competências e habilidades que contribuem para a alfabetização científica (Gillies e Baffour, 2017; Tytler *et al.*, 2013; Zompero e Laburú, 2010).

Isso nos leva à dimensão epistemológica que, de acordo com Prain e Tytler (2013), envolve um conjunto de processos cognitivos durante a construção de representações. Esses processos podem ocorrer em nível individual ou em grupo e estão relacionados a um conhecimento mais amplo da Ciência ou de sua natureza. Esses pesquisadores defendem que é necessário que os estudantes aprendam a desenvolver ou selecionar as representações mais apropriadas para um contexto específico, pois,

quando os estudantes se concentram nos propósitos, na adequação, nas reivindicações e na aplicação das representações a contextos particulares, eles estão se engajando em aspectos cruciais da aprendizagem ou do conhecimento em ciências, nos quais o trabalho representacional funciona como uma ferramenta para conhecer e fazer reivindicações. (Prain e Tytler, 2013, p. 76)

Segundo Prain e Tytler (2013), nas representações multimodais as dimensões conceitual, epistêmica e epistemológicas estão interligadas, na medida em que envolvem o estudante na construção de representações e em um amplo processo de negociação/reelaboração, cujo objetivo é aprender Ciências. Com base nisso, consideramos importante inserir as representações multimodais em aulas de Ciências, com o intuito de promover uma aprendizagem científica mais autêntica (Duschl e Grandy, 2008; Koren *et al.*, 2005; Prain *et al.*, 2009). Argumentamos que os professores da Educação Básica têm um importante papel no desenvolvimento de habilidades representacionais que possibilitem ao estudante relacionar o mundo submicroscópico da Química com os fenômenos observáveis, pois “nem sempre os estudantes entendem o papel da representação que é assumida pelo professor” (Treagust *et al.*, 2003, p. 1367).

Segundo Araújo (2008), é esperado que a aprendizagem científica envolva práticas discursivas em que ocorram a construção e a negociação de valores. Acreditamos que a abordagem baseada na proposição, na justificação, na negociação e na reelaboração de representações insere os estudantes em atividades discursivas e desenvolve habilidades representacionais necessárias a estudos posteriores. Não obstante, vários estudos alertam para o fato de que a maioria dos estudantes apresenta dificuldade em construir representações de forma a comunicar seus entendimentos sobre um conceito ou fenômeno (Silva, 2015). Além disso, de acordo com Sandoval e Millwood, “os estudantes não veem seu trabalho nas aulas de ciências como necessariamente relacionado ao que os cientistas fazem” (Sandoval e Millwood, 2010, p. 85). Dessa forma, é uma necessidade compreender melhor a efetividade das representações no ensino e seu potencial como ferramenta epistêmica, ou seja, como uma estratégia para promover uma aproximação autêntica entre a cultura escolar e a cultura científica.

Metodologia

Este trabalho relata uma pesquisa que possui um viés subjetivo, ou seja, que investigou fenômenos e processos relacionados a pessoas e aos contextos em que elas se encontravam, podendo ser enquadrada como qualitativa (Bogdan e Biklen, 1994). Os dados obtidos por meio de um conjunto de aulas foram analisados visando compreender o papel das representações e também as experiências vivenciadas pelos estudantes. Para

tal, o projeto foi aprovado pelo COEP, tendo o seguinte nº de registro: 28848819.8.0000.5149.

a) Contexto e participantes

A pesquisa foi conduzida em uma escola pública, localizada em uma Universidade Federal. Essa escola oferta atualmente o Ensino Fundamental organizado em ciclos formativos. Por ser uma instituição que preza pela investigação e pela produção do conhecimento no ensino há uma grande aceitação, tanto dos professores quanto dos estudantes, do uso de abordagens diferenciadas das normalmente utilizadas no ensino tradicional. Além disso, em geral os estudantes não demonstram estranhamento com a presença de câmeras durante as aulas.

Em função da pandemia causada pelo coronavírus, esta investigação aconteceu no período de Ensino Remoto Emergencial (ERE) e, portanto, as aulas que foram objeto de análise aconteceram em um ambiente virtual. A escola disponibilizou dez horas-aula – sete assíncronas e três síncronas – cada uma com 90 minutos de duração. Na plataforma *Moodle* – utilizada pela escola – foi criado um tópico na aba da disciplina de Ciências, com o tema “Química dos Cosméticos”, contendo as atividades relativas a essas aulas.

Os dados foram produzidos em uma turma de 7º ano, que contava com 50 estudantes ativos, cujas idades variavam entre 11 e 13 anos. Esses estudantes ingressaram na escola por meio de sorteio de vagas, o que resultou em uma diversidade em termos de nível social e intelectual. Por se tratar de ERE, a escola adotou a política de empréstimo de *notebook*, quando isso era solicitado pelo estudante. Porém durante as aulas alguns afirmaram estar usando o computador/*notebook* dos pais e que só faziam as atividades quando supervisionados em casa. Para esta investigação foram usadas informações dos 27 estudantes que entregaram o termo de assentimento livre e esclarecido

(TALE) e o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), ambos assinados (o primeiro pelos estudantes e o segundo pelos pais ou responsáveis).

b) A sequência de aulas

O tema “Química dos Cosméticos” foi escolhido por acreditarmos que teria potencial para despertar a curiosidade dos estudantes e para motivar um maior envolvimento durante as aulas, além de ser favorável para a introdução dos conceitos que iriam ser explorados. Öz e Memiş (2018) ressaltam o fato de atividades que se utilizam de representações serem propícias para que estudantes estabeleçam uma conexão entre a linguagem científica e o cotidiano. Segundo eles, isso promove a construção do conhecimento científico escolar.

Para este trabalho foram consideradas as aulas 2, 3, 4 e 6, que tinham como intenção desenvolver habilidades de representação nos estudantes, considerando as possíveis limitações impostas pelo ERE. A Aula 5, intermediária às aulas consideradas, foi usada para um *feedback* das atividades feitas e como oportunidade para os estudantes fazerem atividades que porventura tivessem deixado de fazer no prazo.

Ao longo das aulas usamos a plataforma *Moodle*, por ser o ambiente virtual de aprendizagem utilizado pela escola. Também fizemos uso do *site Edpuzzle*, que permite a inserção de questões em vídeos, cuja continuidade fica condicionada à resposta ao que foi questionado. O *Google formulários* foi usado para que os estudantes fizessem as atividades que eram disponibilizadas a eles e, nas aulas síncronas, a plataforma *Google Meet* foi utilizada para as videoconferências e *chats*. Para todas essas atividades o *link* foi disponibilizado na plataforma *Moodle*.

As aulas que foram objeto de atenção neste trabalho estão listadas no Quadro 1.

Quadro 1. Aulas analisadas envolvendo representações de partícula nos três estados físicos

Aula	Formato	Conteúdo trabalhado	Atividades para o estudante	Tecnologia de apoio
2	assíncrona	Estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso)	Responder às perguntas que aparecem na videoaula e construir representações das partículas de água nos estados sólido, líquido e gasoso.	<i>Edpuzzle</i> e <i>Google formulários</i>
3	assíncrona	Estados físicos da matéria (gás e vapor)	Responder ao formulário com questões respectivas ao texto disponibilizado nessa aula.	<i>Google formulários</i>
4	assíncrona	Experimento com <i>Spray</i> desodorante: modelo cinético-molecular	Identificar os estados físicos estão presentes nos três sistemas propostos (S1, S2 e S3).	<i>Edpuzzle</i>
6	síncrona	Modelo cinético-molecular: construção, negociação e reelaboração de representações	Discutir gás e vapor. Construir representações das partículas do <i>spray</i> desodorante nos três sistemas tratados na Aula 4 (S1, S2 e S3). Justificar, analisar/negociar o significado de uma amostra de representações.	<i>Google formulários</i> <i>Google Meet</i>

Fonte: autores

c) A produção e análise dos dados

A produção de dados foi um desafio no contexto do ensino remoto, principalmente em função da grande quantidade de aulas assíncronas. Nessas aulas, cuja interação não foi em tempo real, todas as respostas dos estudantes foram registradas e fizeram parte dos dados analisados. Já na aula síncrona, realizamos a gravação em vídeo e áudio, e transcrevemos os trechos de maior interesse. Nessa transcrição, optamos pelo uso da norma culta da língua portuguesa, removendo vícios de oralidade, gírias e interrupções desnecessárias, sem mudar o sentido do que foi dito pelo estudante. Além disso, foi utilizado um diário de bordo, no qual foram relatados pontos que poderiam ser importantes para a análise, com a finalidade de garantir a lembrança de aspectos relevantes dessa aula.

Para análise dos dados, baseamo-nos principalmente no referencial de Tytler *et al.* (2013), uma vez que tínhamos como objetivo investigar o papel das representações multimodais nas aulas remotas e o envolvimento dos estudantes com a Ciência durante as atividades propostas. Assim, consideramos na análise as etapas de cada uma das atividades, o que envolveu a construção, negociação/refinamento e reelaboração das representações feitas pelos estudantes.

6

Para auxiliar na análise das representações construídas, utilizamos a plataforma *Miro*, cuja finalidade é ser uma lousa interativa digital. Nela criamos um único quadro e inserimos todas as representações enviadas pelos estudantes ao longo da sequência didática, usando legendas para cada aglomerado (*cluster*) de imagens com características semelhantes, conforme Figura 3.

Ao organizarmos as representações por aula, também foi possível agrupá-las de acordo com critérios de semelhança, o que tornou mais fácil a criação de categorias de análise. Como já foi dito, o uso de representações é considerado uma prática epistêmica. Nos estudos que envolvem as representações multimodais, no entanto, elas se enquadram na produção, na comunicação e na avaliação do conhecimento científico. Assim sendo, voltamos nossa análise para o desenvolvimento de habilidades

representacionais nos estudantes, dirigindo nossa atenção para as interações discursivas – entre eles e com a professora – e para os artefatos produzidos ao longo das aulas analisadas.

Também utilizamos o *site Notion*, de forma adaptada, com o intuito de organizar os dados dos formulários, com as respostas escritas pelos estudantes. Dessa forma foi possível estabelecer relações entre esses registros escritos, criando categorias que auxiliaram na análise e na compreensão dos resultados (Galliazzzi e Moraes, 2016). É válido destacar que a criação dessas categorias não foi estabelecida a partir de um estudo específico, uma vez que elas emergiram na análise dos dados.

Como limitação ocasionada pelo ERE durante a análise dos dados está o fato de que nem sempre foi possível identificar o estudante na aula síncrona, por conta da sobreposição de áudios nos momentos em que dois ou mais estudantes abriram seus microfones ao mesmo tempo. Em outros momentos eles não abriram a câmera ao falar, o que também dificultou a identificação posterior, nos momentos em que a professora não se dirigia ao estudante pelo nome.

Resultados e Discussão

Dividimos a análise em quatro partes: na primeira priorizamos o entendimento dos estudantes em relação aos estados físicos da matéria; na segunda analisamos as representações desses estados físicos; na terceira optamos por destacar a discussão ocorrida na Aula 6 relativa aos termos gás e vapor; e na quarta destacamos as representações relativas aos estados físicos presentes no que chamamos de três sistemas de um desodorante, com ênfase para a representação de dois estados físicos no mesmo espaço.

a) Entendimento de estados físicos

Na Aula 2 na plataforma *Edpuzzle* foi exibido um vídeo que mostrava um experimento simples. Nele havia uma amostra de gel de cabelo em uma colher, à qual foi adicionado um pouco de sal de cozinha (Figura 4). Como resultado, os estudantes



Figura 3. Organização das representações das aulas 2 e 6 na plataforma *Miro*. Fonte: dados da pesquisa



Figura 4. Imagens do experimento com gel de cabelo. Fonte: autores

observaram que o gel adquiriu um aspecto líquido. O gel é um tipo de coloide formado por um dispersante sólido e uma fase dispersa que é líquida (Kotz e Treichel Jr., 2005). Nesse tipo de coloide as partículas formam uma complexa malha tridimensional que mantém o dispersante em uma estrutura semirrígida, o que confere ao gel algumas propriedades macroscópicas parecidas com as dos sólidos, como a elasticidade e a manutenção do formato. No entanto ele não pode ser considerado sólido por não possuir retículo cristalino. A mudança observada pelos estudantes (de gelatinoso para líquido) deveu-se à dissociação dos íons Na^+ e Cl^- decorrente da presença de água (fase dispersa) na composição do gel. Esse experimento serviu tanto para mostrar que o gel é um dispersante coloidal (disperso como líquido e dispersante como sólido) quanto para retomar o conhecimento relativo aos estados físicos.

Após assistirem ao vídeo foi solicitado aos estudantes que explicassem o fenômeno apresentado e respondessem a duas questões relacionadas ao tema. A primeira questão pedia que eles listassem materiais e/ou substâncias e seus respectivos estados físicos (sólido, líquido ou gasoso). A segunda pergunta solicitava que fossem identificados os possíveis estados físicos da água presentes nas nuvens, sendo estas as opções de resposta: “sólido”, “líquido”, “gás”, “gás, líquido e sólido”, “líquido e sólido”, “líquido e gás” e “sólido e gás”. Ao citarem, na primeira questão, materiais/substâncias presentes no dia a dia em cada um dos estados físicos (sólido, líquido e gasoso) observamos dificuldades em mencionar exemplos no estado gasoso. Para o estado gasoso eles citaram tanto coisas visíveis (processo de evaporação, nuvens) quanto coisas não visíveis (ar, gás hélio, gás de cozinha, cheiros em geral). Percebemos nessas respostas que a “fumacinha” liberada pela água quente, pelo café e por outros líquidos aquecidos foi chamada de vapor e, assim, classificada como gás. Na questão objetiva referente à nuvem, observamos que 65% dos estudantes escolheram a opção “estado gasoso”, novamente associando o gás a algo visível. Com isso, identificamos a necessidade de retomar essa discussão, o que optamos por fazê-lo na Aula 3 e na aula síncrona (Aula 6).

b) Representação dos estados físicos

A segunda etapa dessa aula consistiu na atividade de construção de representações para as partículas da água nos três estados físicos por meio de desenhos. Para análise dessas representações consideramos o formato das partículas e o

entendimento da quantidade de partículas – uso do *zoom* – presentes no desenho dos 23 participantes dessa atividade.

Em termos de formato os desenhos foram tanto em nível submicroscópico quanto macroscópico, o que chamamos de categorias gerais, e em diferentes formatos, o que chamamos de subcategorias, conforme pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2. Classificação das representações para os estados físicos feitas pelos estudantes.

Categorias	Subcategoria	Quantidade de Estudantes
Submicroscópica	Pontinhos	7 – E5, E25, E26, E29, E31, E46, E50
	Círculos não preenchidos	4 – E1, E18, E32, E38
	Círculos preenchidos	3 – E16, E20, E27
Macroscópica	Não considera as partículas	6 – E13, E15, E21, E22, E41, E43
	Considera as partículas	3 – E14, E36, E48

Fonte: autores

Durante a videoaula a professora explicou que para essa atividade os estudantes deveriam considerar partícula como sendo a menor parte da matéria. Nesse sentido, era esperado uma representação submicroscópica, como aconteceu nos desenhos de 14 dos 23 participantes. Outros nove fizeram uma representação que chamamos de macroscópica. Selecionamos os desenhos de dois estudantes, sendo um da cada categoria, para exemplificar.

Na Figura 5 o estudante usou o *zoom* para representar as partículas, o que indica um entendimento dessas partículas em nível submicroscópico, em termos de quantidade/tamanho. Na Figura 6, no entanto, o desenho mostra o gelo e a água líquida e uma nuvem como representação do estado gasoso. Novamente a água no estado gasoso foi associada a algo visível. No que se refere ao formato das partículas, os desenhos (Figura 7) mostraram as partículas como “pontinhos”, “bolinhas preenchidas” e “bolinhas não preenchidas”.

Considerando que na Figura 5 as partículas aparecem como círculos não preenchidos e que na Figura 7 a representação considerou pontinhos (A) e círculos preenchidos (B), observamos

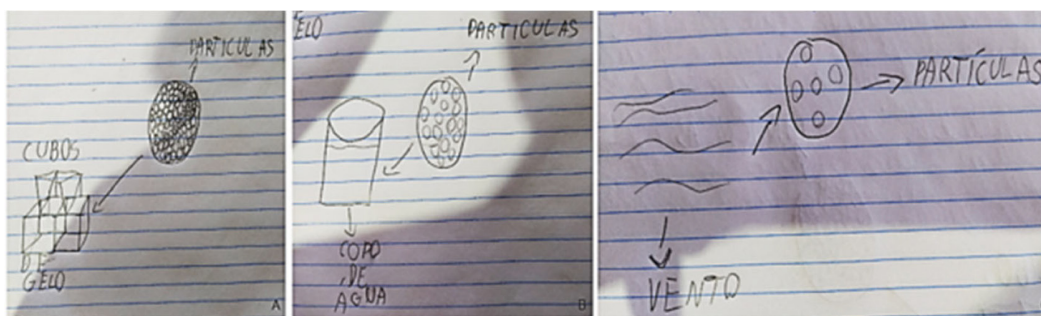


Figura 5. Representação dos estados físicos feita pelo estudante E38. Fonte: dados da pesquisa

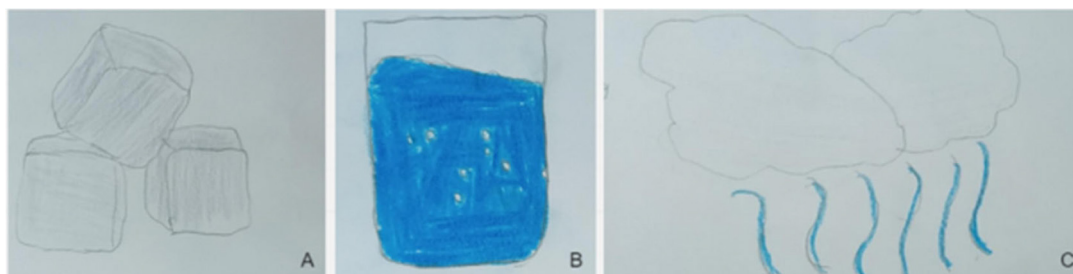


Figura 6. Representação dos estados físicos feita pelo estudante E16. Fonte: dados da pesquisa

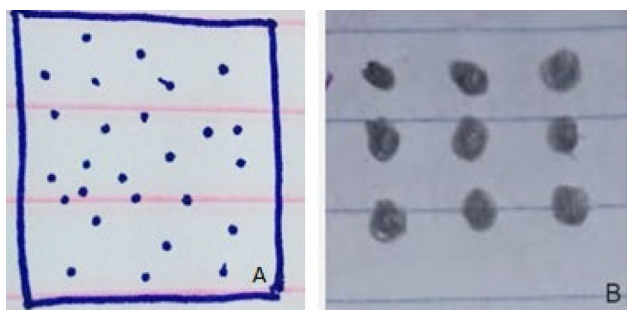


Figura 7. Duas representações feitas para o estado líquido, por E50 e E16, respectivamente. Fonte: dados da pesquisa

não haver clareza em torno do que seria a menor parte da matéria. No caso de círculos, o que pode ter sido considerado é que há “alguma coisa” dentro da partícula desenhada. Segundo Pena e Quadros (2020), desenhar a partícula dessa maneira pode ser um indício de concepções alternativas, pois fica subentendido que há espaço dentro dela. Por isso, essas representações foram retomadas em aula posterior, para que esse formato da partícula fosse discutido.

Em relação à quantidade de partículas desenhadas consideramos que, caso o estudante tenha levado em conta o *zoom*, ele mostrou ter conhecimento de que se trata de uma grande quantidade de partículas. Porém, ao desenhar essas partículas dentro do objeto, essa quantidade de partículas e até mesmo seu tamanho talvez não estivessem suficientemente claros para o discente. Entre os 16 estudantes que fizeram a representação submicroscópica, nove delimitaram o *zoom* e outros seis não o fizeram de forma clara. A professora disponibilizou aos estudantes um vídeo no qual foram mostradas algumas representações feitas pelos estudantes, sem que a autoria fosse identificada, problematizando o não uso do *zoom* e a relação

desse *zoom* com a quantidade de partículas e, também, o uso de “pontinhos” ou “bolinhas”. Esse vídeo foi disponibilizado após a Aula 2 e deveria ser assistido antes da Aula 3.

c) Problematizando o estado gasoso

A Aula 3 tratou do conhecimento dos estudantes em relação ao estado físico gasoso e mais especificamente do uso dos termos gás e vapor. Como já dissemos, ao identificar substâncias ou materiais no estado gasoso os estudantes citaram tanto coisas visíveis (nuvens, processo de evaporação ou “fumacinha”) quanto coisas não visíveis (ar, gás hélio, gás de cozinha, cheiros em geral). Do formulário disponível nessa aula constavam três questões que tinham como objetivo retomar essa discussão. Uma delas solicitava que eles apontassem situações nas quais eles percebiam o vapor. Dos 29 participantes, 26 responderam que o vapor era uma mistura de água líquida e de água no estado gasoso, ao citarem as nuvens, a “fumacinha” percebida na água quente ou durante o banho ou ao abrir o *freezer*, o processo de evaporação, entre outros exemplos semelhantes. Apenas três afirmaram que se tratava de gás. Selecionamos três fragmentos de respostas que atribuíram o vapor a uma mistura:

Quando eu olho no céu e vejo as nuvens ou quando faço café e a água está fervendo, aí é vapor. (E20)
Quando eu vou tomar banho na água quente eu vejo um vapor branco. (E24)
Eu percebo a presença de vapor no meu dia a dia em um balão cheio de ar. (E27)

Nos dois primeiros fragmentos, E20 e E24 descreveram o vapor como algo visível, enquanto no último o vapor foi descrito como um gás presente no interior de um balão. O fato de apenas

três estudantes terem descrito exemplos mais próximos do gás é um indício de que os demais poderiam não ter clareza em relação a esse estado físico. A segunda pergunta dessa atividade era mais direta e solicitava que os estudantes descrevessem o estado físico do “vapor”. Nesse caso, somente dois estudantes (E26 e E38) responderam que o vapor não está no estado físico gasoso. Trata-se de uma contradição em relação às respostas anteriores, em que eles descreveram o vapor como pequenas gotículas de água e, portanto, pode ser um indicativo de que de que os demais estudantes buscaram por essas respostas em livros ou na *internet*, uma vez que a atividade tinha sido assíncrona. Nesse caso o que nos parece é que eles apresentaram domínio do conteúdo, sem se apropriar desse conhecimento (Vigotski, 2009).

Por fim, a terceira pergunta dessa atividade solicitava a eles que dissessem se vapor e gás são o mesmo estado físico, e que apresentassem justificativas caso a resposta fosse negativa. Para essa questão, cinco estudantes afirmaram que se tratava do mesmo estado físico. Um deles afirmou não saber e os demais (22 estudantes) afirmaram haver diferença, com justificativas variadas tais como o vapor só existe em temperatura diferente da ambiente, o gás é invisível e o vapor pode ser visto.

No início da Aula 6, que foi síncrona, a professora retomou a discussão relativa à atividade do vapor e gás, problematizando as respostas dos estudantes às questões constantes do formulário. Nesse momento a professora usou a neblina como exemplo do que estava sendo chamado de “fumacinha”:

Professora: O que vocês sabem da neblina? Já viram, né? Quando tem muita neblina, o que vocês percebem de diferente nos materiais, tipo o carro, quando passa por ela.

Fulano: Fica todo molhado.

Fulano 2: É. Tem muita umidade.

Professora: Fulano 2 falou em umidade. O que causa essa umidade?

Fulano: A neblina.

Professora: Sim. Mas do que é formada a neblina?

Outro: De água. De vapor, eu acho.

[...]

Professora: Mas o gás a gente não enxerga. Por que enxergamos a neblina?

Outro: Parece que tem umas gotinhas bem pequenas de água.

Um: Então, a neblina é líquida?

Professora: O que vocês acham?

Silêncio

Professora: Se fosse só água líquida, ela não iria cair?

Uma: Sim

Professora: Então, essas pequenas gotículas são mantidas no ar por alguma coisa. E eu acho que é pelo vapor, ou seja, pela água no estado gasoso.

Fulano: Então, na neblina tem vapor e água líquida? Dois estados físicos?

Professora: Parece que sim. E o mesmo acontece na fumacinha do chuveiro, do café e em muitos outros exemplos que vocês citaram nessa atividade.

A professora então retomou os estados físicos sólido, líquido e vapor e ressaltou o fato da neblina ser formada por água em dois estados físicos. Com a discussão relativa à atividade realizada na Aula 3, os estudantes deram indícios de terem se apropriado do conhecimento de que vapor e gás têm o mesmo estado físico, embora não tenha sido discutido o motivo do uso desses dois termos.

d) O Spray do desodorante: representando os estados físicos

Na Aula 4 os estudantes assistiram a um vídeo na plataforma *Edpuzzle*. Nele a professora apresentou um frasco de desodorante, agitando-o. Os estudantes deveriam informar qual o estado físico do desodorante presente no interior do frasco, o qual foi chamado de Sistema 1 (S1). Em seguida, a professora pressionou o êmbolo do desodorante, fazendo sair um jato de *spray*. Os estudantes foram questionados em relação ao que a professora chamou de S3, ou seja, um espaço delimitado no ar no qual o *spray* não era mais visível, embora ainda fosse possível sentir o seu cheiro. Por fim, foi explorado um local no espaço em que o *spray* era visível, chamado de S2, que poderia ser o mais complexo para os estudantes. Os estudantes não tiveram dificuldade em identificar os estados físicos em S1 e S3, e como esperado, muitos identificaram apenas o gás no S2, o que levou a professora a retomar esses estados físicos no início da Aula 6.

Na Aula 6, após a discussão dos estados físicos, principalmente no S2, os estudantes foram convidados a representar as partículas nos três sistemas. Na Figura 8 está uma imagem da atividade que os estudantes receberam, na qual os três sistemas estavam devidamente delimitados.

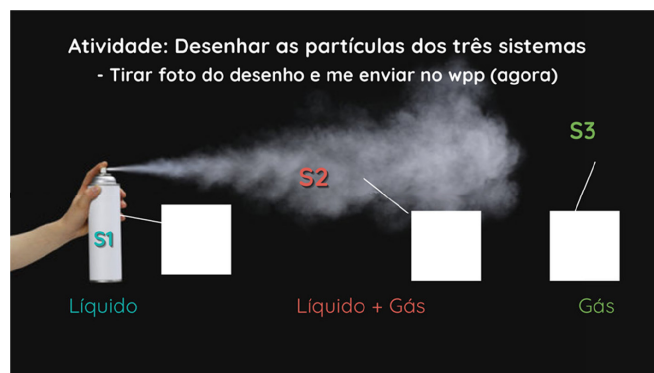


Figura 8. Atividade de construção de representações proposta na Aula 6. Fonte: Autores

O intuito dessa atividade foi promover um ambiente em que as representações fossem “explicitamente discutidas pelo

professor e pelos estudantes” (Quadros, 2020). Os estudantes fizeram os três desenhos durante a aula e a professora pediu a eles que os fotografassem e enviassem a ela via *WhatsApp*. A professora, então, selecionou algumas dessas representações para compartilhar com todos durante a videoconferência, com o intuito de que elas fossem comunicadas, negociadas e reelaboradas.

Conforme era esperado ao se propor a atividade, alguns estudantes relataram dificuldade em representar as partículas presentes no S2:

E50: Professora, mas como eu vou desenhar as partículas do líquido e do gás junto?

E31: Como que eu vou desenhar o S2?

Professora: Eu que pergunto para vocês, o que tem no S2?

E31: Líquido e gás.

Professora: Isso. Como estão as partículas do líquido e como estão as partículas do gás?

E31: Eu vou fazer então mais separado, mas nem tanto separado, igual no gás.

Professora: Tenta fazer que a gente vai discutir.

Nem todos os estudantes enviaram as representações propostas, uma vez que a aula *on-line* trazia limitações para essa interação. Isso ocorreu principalmente porque a maioria estava assistindo à aula pelo *notebook* e não possuía celular para tirar a foto e enviar instantaneamente no *WhatsApp*. Nesse caso, alguns dos estudantes enviaram os desenhos posteriormente e outros solicitaram autorização para abrir a câmera e mostrar seus desenhos. Entre as representações enviadas, a professora selecionou sete para compartilhar com a turma, das quais escolhemos a primeira e a última que foram exploradas pela professora.

A primeira representação compartilhada pela professora foi a do estudante E26, a qual diferenciava os três sistemas, conforme Figura 9.

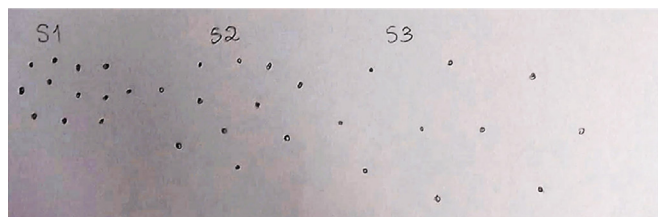


Figura 9. Representação dos sistemas do desodorante construída pelo estudante E26. Fonte: dados da pesquisa

Assim que a imagem foi compartilhada com a turma, a professora solicitou que o estudante E26 explicasse aos colegas o que ele havia desenhado. Selecionamos um fragmento desse diálogo inicial:

Professora: E26, a gente vai começar com o seu desenho. Explica pra gente o que você fez.

E26: Primeiro eu fiz o líquido. As partículas dele são mais... não, primeiro é o líquido?

Professora: Pode ser.

E26: Na verdade eu acho que eu fiz meio errado, porque eu fiz muito junto. Finge que está mais separado, então. O segundo é um pouco separado, mas nem tanto, porque no gasoso é muito separado. Nesse do meio eu tentei juntar os dois e ficou assim. E o gasoso, ele é muito separado, então fica assim com muito espaço entre as partículas.

Professora: E aí, pessoal, o que vocês acham desse desenho? Vamos analisar, no S1 está representado só o líquido, até que a distância ficou legal. No S3 que só tem o gás, eles estão bem mais afastados. E o S2, gente? O que vocês acharam? O que vocês acham que o desenho está mostrando?

E27: Líquido.

Professora: Parece que tem só líquido?

E27: Sim.

Professora: O que vocês mudariam nesse desenho?

E26: Eu afastaria mais um pouco o S2 e deixaria o S3 como está.

Professora: Só afastar o S2 vai ajudar?

E38: Ou não, né?, porque a gente pode confundir com o S3, se ficar muito separado.

Professora: Exatamente, como que a gente pode fazer então para representar o S2? O S2 é mais difícil mesmo, vamos analisar outro desenho. Mas antes disso me digam: qual ou quais estados físicos estão presentes em S2?

Pela explicação fornecida por E26 é possível perceber que ao representar o S2 ele considerou a presença de dois estados físicos como um “intermediário” entre a representação do líquido e a representação do gás. Tytler *et al.* (2013) ressaltam a importância da comunicação e da negociação pública das representações (Tytler *et al.*, 2013) para que se possa identificar as ideias dos estudantes. Durante a explicação do seu desenho E26 demonstrou ter dúvida em relação à distância entre as partículas, o que talvez seja um indício de que ele pode ter aumentado a consciência em relação à própria representação. Além disso, a participação dos colegas foi importante na medida em que identificavam problemas, como aconteceu com E27, por exemplo, ao indicar que no S2 parecia ter apenas líquido, o que não era condizente com a proposta da atividade de representar líquido e gás. Quando E26 tentou encontrar uma solução para a representação de S2, novamente um colega contribuiu (E38), mostrando limitações para essa nova alternativa.

As demais representações apresentadas pela professora também mostravam problemas de distanciamento de partículas, em alguns casos mais próximo de um sólido em S1 e de líquido em S2. Uma vez que não foi apresentada uma solução consensual

após esses problemas serem discutidos, a professora trouxe a representação de E7, conforme Figura 10.

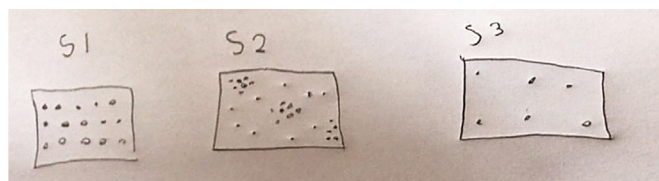


Figura 10. Representação dos sistemas do desodorante construída pelo estudante E7. Fonte: dados da pesquisa

Selecionamos o diálogo que se seguiu à visualização dessa imagem:

Professora: Eu vou colocar uma última imagem aqui, do E7, que é muito parecida com o desenho de E27. Você pode explicar o que você fez, E7?

E7: No S1 eu coloquei elas [partículas] um pouco juntas, pra ficar líquido. No S3 eu coloquei mais afastadas, para ficar gás. No S2 eu misturei.

E36: Esse aí ficou legal, porque parece que as partículas mais juntas ficaram no meio e as do gás ficaram em volta.

E27: É isso que eu tentei fazer também.

Professora: Certo. Explica para todo mundo o que você pensou, ao fazer essa mistura.

E7: Eu pensei em colocar um montinho de... junto. E em volta dele separado.

Professora: E esse junto significa o quê?

E7: Significa o líquido. E o separadinho significa o gasoso.

Professora: O que vocês acham, gente, da representação do E7?

E38: Muito *top*.

E36: Parece que eles estão em grupos.

Professora: Vocês mudariam alguma coisa nesse desenho?

E36: Não, acho que eu deixaria assim.

Professora: Mais alguém?

E26: Eu deixaria um pouco mais afastado no S1. Porque no 1 eu lembrei de sólido.

E48: Eu também.

Professora: Olha que interessante a representação do E7 e do E27. Eles fizeram o líquido um pouquinho separado, o gás mais separado ainda... e o S2, que tem líquido e gás, eles fizeram partes com o líquido, como se fosse uma gotícula de água e o gás em volta. Me parece que ficou bem parecido com o que acontece no *spray*. Esse *spray* é como se fosse uma neblina, né? As gotículas de água ficam suspensas porque há muito vapor segurando elas. Concordam?

Estudantes (vários): Sim.

Nesse caso, o estudante revelou que seu raciocínio para a construção do S2 foi “misturar” os dois estados físicos, porém de maneira diferente da que observamos na representação apresentada na Figura 9, na qual a presença de dois estados físicos foi caracterizada como um estado físico intermediário. Nas representações de E7 e E27 foi considerada uma organização espacial das partículas que retrata a presença de dois estados físicos no S2. Notamos também que houve um consenso em relação a essa representação simultânea dos dois estados físicos. Todos os estudantes foram convidados, então, a refazer suas representações, inserindo o que haviam aprendido nessa aula.

Na reelaboração, sete dos 21 estudantes mantiveram a representação um “estado físico intermediário” para o S2, semelhante à elaborada por E26 (Figura 9). Os outros 14 seguiram o exemplo de E7, mostrando os dois estados físicos em S2. Acreditamos que isso poderia ter sido melhor explorado, de modo a destinar um momento da aula para que cada estudante pudesse refletir sobre sua própria representação, promovendo, em seguida, as interações discursivas com a turma. Porém não tínhamos o tempo necessário para tal.

As interações discursivas foram fundamentais no processo de negociação de significados para os desenhos elaborados pelos estudantes, configurando-se como uma prática epistêmica construída no coletivo da sala de aula que “empoderou” os estudantes, na medida em que permitiu a eles propor representações e justificar suas opções. Ko e Krist (2009) descrevem esse “empoderamento” coletivo, no qual os membros de um grupo progredem juntos em relação a um objeto de conhecimento comum, de agência epistêmica. Ela é “visível nas negociações conjuntas dos participantes em interações que são consequentes à construção colaborativa de um objeto de conhecimento compartilhado” (Ko e Krist, 2019, p. 4). Considerando isso, podemos afirmar que o estabelecimento de um ambiente em que os estudantes puderam comunicar/justificar as representações e participar de um processo de negociação, com a orientação da professora, possibilitou a emergência da agência epistêmica dos estudantes, levando em conta que o consenso a que chegaram em relação à representação mais adequada para os três sistemas tratados dá indícios de uma construção de conhecimento. Foi a discussão ocorrida na Aula 6 acerca das representações construídas pelos colegas que dinamizou as interações verbais entre os sujeitos no ambiente virtual. Isso é uma forte evidência de que mesmo em aulas remotas podemos estimular os estudantes a atuar com agência epistêmica a partir do uso das representações multimodais.

Prain e Tytler (2013) argumentam que os recursos semióticos, as práticas epistêmicas e os processos epistemológicos são recursos culturais externos, nos quais os estudantes se baseiam para representar ou desenvolver seus próprios entendimentos. Os estudantes são envolvidos na atividade representacional como “interrogadores ativos de suas próprias representações” (Prain e Tytler, 2013, p. 81), e o desenvolvimento intelectual envolve a percepção de oportunidades para novas conexões,

novas sínteses imaginativas e, em alguns casos, para encontrar soluções imprevisíveis. Dessa forma, a exemplo de E26, muitos estudantes, ao apresentarem justificativas para a representação que propuseram, foram capazes de identificar as limitações dela.

Considerações Finais

Esta investigação foi proposta com o objetivo de analisar a efetividade do uso das representações multimodais como ferramenta epistêmica em aulas remotas do Ensino Fundamental e o de promover o envolvimento dos estudantes com a Ciência. Para isso foi necessário um olhar mais atento para as interações discursivas que ocorrem na sala de aula, visto que, em trabalhos de cunho epistemológico, tem sido considerado necessário analisar como os sujeitos constroem o conhecimento e como o negociam por meio dessas interações (Castanheira e Wyatt-Smith, 2001).

Baseadas nos dados analisados, argumentamos que o uso de representações multimodais, no qual há a proposição, a justificação, a negociação e a reelaboração de representações, possibilitou uma participação ativa e legítima dos estudantes, considerando e debatendo o ponto de vista de cada um deles na arena pública da sala de aula, o que certamente contribuiu para que se envolvessem mais com o conteúdo da aula. A valorização das representações por parte dos estudantes é uma discussão razoavelmente recente no ensino de Ciências. Logo, desenvolver a competência representacional não é uma atividade que se esgota com uma pequena sequência de aulas, como foi o tempo/espço usado nesta investigação. Por isso, é indicado que o desenvolvimento dessa competência seja iniciado ainda no Ensino Fundamental e aconteça continuamente ao longo de toda a Educação Básica, resultando em competências representacionais para qualquer nível de ensino subsequente. Pesquisas mostram que até mesmo os estudantes de graduação, que possuem uma maior maturidade em termos de conteúdo, apresentam dificuldade no uso das representações como uma forma de organizar o próprio pensamento e também no entendimento do papel dessas representações como uma ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem (Quadros, 2020). Argumentamos pela necessidade de entendermos mais amplamente o papel das representações e, com isso, de as valorizarmos mais em sala de aula, desde os anos iniciais.

O fato de os estudantes retomarem as representações construídas, compartilhando seus critérios e refletindo com os colegas de modo a chegarem a um consenso é, como já dissemos, um forte indício de que eles atuaram com agência epistêmica. Isso nos mostra que as representações multimodais se mostram como uma ferramenta epistêmica poderosa também no ensino remoto. Apesar de o ambiente virtual – principalmente as aulas assíncronas – nem sempre ser favorável às interações discursivas, observamos que é possível envolver os estudantes em práticas epistêmicas por meio da proposição, da justificação e da negociação de representações.

Considerando que há uma forte discussão em torno do ensino híbrido, com atividades que se intercalam entre presenciais e remotas, argumentamos que se faz necessário aprofundar os estudos que relacionam as práticas epistêmicas e as representações multimodais, visando uma melhor compreensão dessa ferramenta na sala de aula. Os resultados encontrados em nossa pesquisa também trazem implicações para a formação de professores, pois o papel dos docentes na mediação entre as ideias dos estudantes e o ponto de vista da Ciência é fundamental, e a inserção das representações multimodais nas aulas de Ciências mostrou-se um caminho promissor.

Referências

- ADAMI, E. Multimodality. In: GARCÍA, O.; FLORES, N.; SPOTTI, M. (org.). *The Oxford Handbook of Language and Society*. New York: Oxford: Oxford University Press, 2016. p. 451-472.
- ARAÚJO, A. O. *O uso do tempo e das práticas epistêmicas*. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOTELHO, M. L. S. T. *Representações Multimodais em aulas de Ciências/Química da Educação Básica: o papel das representações informais*. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2022.
- CASTANHEIRA, M. L. e WYATT-SMITH, C. What Counts as Literacy: An Interactional ethnographic perspective. In: CUMMINGS, J. e WYATT-SMITH, C. (org.). *Literacy and the Curriculum: Success in Senior Secondary Schooling*. Melbourne: The Australian Council for Educational Research Ltd, 2001. p. 43.
- COLEMAN, J. M.; BRADLEY, L. G. e DONOVAN, C. A. Visual Representations in Second Graders' Information Book Compositions. *Reading Teacher*, v. 66, n. 1, p. 31-45, 2012.
- DUSCHL, R. A. e GRANDY, R. E. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Framing the Debates. In: DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. E. (ed.), *Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation*, Sense Publishers, 2008. p. 1-37.
- GALIAZZI, M. C. e MORAES, R. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 12, n. 1, p. 117-128, 2016.
- GILLIES, R. e BAFFOUR, B. The Effects of Teacher-Introduced Multimodal Representations and Discourse on Students' Task Engagement and Scientific Language During Cooperative, Inquiry-Based Science. *Instructional Science*, v. 45, n. 4, p. 493-513, 2017.
- GOODING, D. C. Visualizing Scientific Inference. *Topics in Cognitive Science*, v. 2, n. 1, p. 15-35, 2010.
- HAND, B. e CHOI, A. Examining the impact of student use of multiple modal representations in constructing arguments in organic chemistry laboratory classes. *Research in Science Education*, v. 40, n. 1, p. 29-44, 2010.

- HOBAN, G. e NIELSEN, W. Using “Slowmation” to Enable Preservice Primary Teachers to Create Multimodal Representations of Science Concepts. *Research in Science Education*, v. 42, n. 6, p. 1101-1119, 2012.
- KELLY, G. J.; CUNNINGHAM, C. M. Epistemic tools in engineering design for K-12 education. *Science Education*, v. 103, n. 4, p. 1080-1111, 2019.
- KO, M. L. M. e KRIST, C. Opening up CURRICULA to Redistribute Epistemic Agency: A Framework for Supporting Science Teaching. *Science Education*, v. 103, n. 4, p. 1-32, 2019.
- KOREN, Y.; KLAVER, R. e GORODETSKY, M. Students’ Multi-Modal Re-Presentations of Scientific Knowledge and Creativity. *The Journal of Creative Behavior*, v. 39, n. 3, p. 191-212, 2005.
- KOTZ, J. C. e TREICHEL Jr., P. M. *Química Geral e Reações Químicas*, 5ª ed. (trad. Flávio Maron Vichi). São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- KRAJCIK, J. e MERRITT, J. Engaging Students in Scientific Practices: What Does Constructing and Revising Models Look Like in the Science Classroom? Understanding a Framework for K-12 Science Education. *The Science Teacher*, v. 79, n. 3, p. 10-13, 2012.
- LYNCH, M. The production of scientific images: vision and re-vision in the history, philosophy, and sociology of science. In: PAUWELS, L. (ed.) *Visual Cultures of Science: Rethinking Representational Practices in Knowledge Building and Science Communication*. Lebanon: Dartmouth College Press, 2006, p. 26-40.
- MEMIS, E. K. e ÖZ, M. The Impact of Using Representation Modes within Writing to Learn Activities on the Scientific Process Skills of the Fifth Grade Students. *Journal of Education and Training Studies*, v. 5, n. 2, p. 31-42, 2017.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. e ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- ÖZ, M. e MEMIS, E. K. Effect of Multi Modal Representations on the Critical Thinking Skills of the Fifth Grade Students. *International Journal of Progressive Education*, v. 14, n. 2, p. 209-227, 2018.
- PENA, D. M. B. *Construindo entendimentos de ciência na formação de professores por meio de estudos de caso e representações multimodais*. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2021.
- PENA, D. M. B. e QUADROS, A. L. Professores em Formação: uma experiência com as representações multimodais. In: QUADROS, A. L. (org.). *Representações Multimodais no Ensino de Ciências: compartilhando experiências*. Curitiba: CRV, 2020.
- PRAIN, V. e TYTLER, R. Learning Through the Affordances of Representation Construction. In: TYTLER, R.; PRAIN, V.; HUBBER, P. e WALDRIP, B. (ed.). *Constructing Representations to Learn in Science*. Netherlands: Sense Publishers, 2013. p. 66-82.
- PRAIN, V. e WALDRIP, B. An exploratory study of teachers’ and students’ use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.
- PRAIN, V.; TYTLER, R. e PETERSON, S. Multiple Representation in Learning About Evaporation. *International Journal of Science Education*, v. 31, n. 6, p. 787-808, 2009.
- QUADROS, A. L. *Representações Multimodais no Ensino de Ciências: compartilhando experiências*. Curitiba: CRV, 2020.
- ROQUE, N. F. e SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. *Química Nova*, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.
- SANDOVAL, W. A. e MILLWOOD, K. A. The Quality of Students’ Use of Evidence in Written Scientific Explanations. *Cognition and Instruction*, v. 23, n. 1, p. 23-55, 2010.
- SASSERON, L. H. e DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.
- SILVA, M. B. *A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia*. 2015. 263 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- TANG, K. S.; DELGADO, C. e MOJE, E. B. An Integrative Framework for the Analysis of Multiple and Multimodal Representations for Meaning-making in Science Education. *Science Education*, v. 98, n. 2, p. 305-326, 2014.
- TREAGUST, D. F.; CHITTLEBOROUGH, G. e MAMIALA, T. L. The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations. *International Journal of Science Education*, v. 25, n. 11, p. 1353-1368, 2003.
- TYTLER, R.; PRAIN, V.; HUBBER, P. e WALDRIP, B. (Ed.) *Constructing Representations to Learn in Science*. The Netherlands: Sense Publishers, 2013.
- VIGOTSKI, L. S. *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. (trad. Paulo Bezerra) 2ª ed., São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.
- ZHANG, Y. Multimodal Teacher Input and Science Learning in a Middle School Sheltered Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 53, n. 1, p. 7-30, 2016.
- ZOMPERO, A. F. e LABURÚ, C. E. As relações entre aprendizagem significativa e representações multimodais. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 31-40, 2010.