

A relevância de vídeos de experimentos em atividades de modelagem sobre a estrutura e transformação da matéria

The relevance of experiment videos in modelling activities about the structure and transformation of matter

Mauritz Gregorio de Vries¹, Agnaldo Arroio²

^{1,2} Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

¹mauritz06@hotmail.com

Resumo

Foi desenvolvida uma atividade de modelagem sobre a estrutura e transformação da matéria com três turmas de 1º ano do ensino médio de uma escola particular da cidade de São Paulo no ano de 2016 (n=84). Buscou-se analisar a relevância da visualização de vídeos de experimentos, realizados previamente, para a atividade de elaboração e representação de modelos, das respectivas transformações, em nível simbólico e submicro. Realizou-se o total de 7 entrevistas semiestruturadas com 11 estudantes. Concluiu-se que tal ferramenta foi um importante mediador para a realização da modelagem, possibilitando auxiliar o aluno de variadas formas. Sistematizamos que as funções desempenhadas pela mesma foram: auxiliar a recordar a aula experimental, possibilitar a observação de fenômenos não notados em situação experimental, repor atividade para estudantes que faltaram e potencializar a transição entre os níveis de representação macro, submicro e simbólico durante a modelagem.

Palavras chave: modelagem, estrutura e transformação da matéria, mediadores.

Abstract

A modelling activity about matter structure and transformation was developed to three junior high school classes (n=84) in a private school located in São Paulo, Brazil in 2016. An amount of 7 semi-structured interviews were carried out with 11 students. We analysed the visualization relevance of the videos, whose contents were experiments conducted one week before the modelling activity, for elaboration and representation of models on symbolic and submicroscopic level. It was concluded that such tool was an important mediator factor in modelling accomplishment, supporting students in many different ways. We systematize that the functions performed were: assistance to remember the experimental class, enable phenomenon observation not noticed in experimental situation, replenish activity for missing class students and potentiate macro, submicro and symbolic levels transition.

Key words: modelling, structure and transformation of matter, mediators

Introdução

A continuidade/descontinuidade da matéria trata-se de uma estrutura conceitual básica no ensino de química, o entendimento da temática é central para a construção de explicações sobre a estrutura da matéria e suas transformações físicas e químicas, entretanto, diversas são as dificuldades que alunos de diferentes idades enfrentam ao trabalhar com esse conceito (POZO *et al*, 1991). A química é uma ciência que a todo o momento busca justificar os fenômenos macroscópicos com aquilo que está acontecendo no campo do imperceptível. Esse nível de conhecimento é um construto teórico resultado da moderna unificação do conhecimento químico teórico e experimental (HOFFMAN & LASZLO, 1991). Esse processo demanda o emprego de diferentes tipos de linguagem de modo dinâmico e evolutivo. Gilbert & Treagust (2009) apresentam uma revisão bibliográfica sobre o assunto no livro “Multiple Representations in Chemical Education” a qual consideramos oportuna e necessária de ser apresentada para podermos delimitar a terminologia e as dimensões do conhecimento em química que utilizaremos nesse trabalho, apesar de considerar que nossa compreensão sobre a questão é fruto da contribuição de diversos outros trabalhos da área.

O conhecimento químico é formado por três tipos (ou níveis, termo que usaremos majoritariamente) de representação, debatidos a seguir.

1º: Fenomenológico: Refere-se ao conhecimento que acessamos diretamente com os nossos sentidos e medimos com instrumentos diversos. Algumas propriedades que somos capazes de acessar nesse nível são: massa, volume, temperatura, cor, concentração, entre outros. Um aspecto muito importante a se considerar é que trabalhamos, seja em ambiente de produção científica ou de ensino, com fenômenos “exemplares”, ou seja, ou realizamos experimentos bastante controlados em condições desejadas ou olhamos a fenômenos naturais a partir de um recorte pré-estabelecido. Esses aspectos tornam mais claro o porquê do fenomenológico ser considerado um nível de representação e não como aspectos da realidade comum a todos os indivíduos.

2º: Modelos: Trata-se de um modo de conceber explicações aos fenômenos em um nível imperceptível aos nossos sentidos. Neste são criadas entidades, tais como átomos, moléculas, elétrons, prótons, nêutrons, íons, radicais, entre outros, que são usados para predizer ou explicar o tipo fenomenológico. Apesar de imperceptíveis aos nossos sentidos, sobretudo o visual, costumamos representá-los justamente por esse aspecto das mais variadas maneiras. Trata-se de um conhecimento teórico, construído a partir de interpretações influenciadas por aspectos diversos, sendo importante destacar que os experimentais sejam apenas um destes.

3º: Simbólico: Este trata dos símbolos que utilizamos para representar elementos, cargas elétricas, estados físicos de substâncias, coeficientes estequiométricos, ou seja, tem um uso muito presente nas equações químicas, mas também de maneira mais isolada quando para simbolizar uma substância ou elemento em outro contexto. É importante lembrar que seu uso, como nas condições apresentadas anteriormente, refere-se tanto ao tipo fenomenológico (por exemplo, em equações químicas que identificamos os nomes das substâncias que reagem ou mesmo apenas se solubilizam ou mudam de estado físico) como ao tipo de modelos (por exemplo, em equações de ionização ou equações químicas utilizando as fórmulas químicas das substâncias). Sua construção se dá a partir da negociação de convenções em plano social.

As terminologias sugeridas por Gilbert & Treagust (2009) a cada um desses três “tipos de representação”, e adotada neste trabalho, são respectivamente: macro, submicro e simbólico, defendendo ainda a relação entre esses de maneira triádica (relação triplete), como tradicionalmente encontrada na literatura. Apresentamos um possível esquema dessa relação na figura 1.

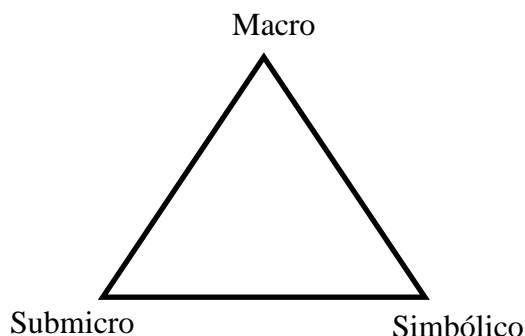


Figura 1 - Relação tripleto entre os níveis de representação sugeridos por Gilbert & Treagust (2009) – figura nossa

Considerando os níveis de representação implicados no conhecimento químico, passamos, então, a construir atividades para se trabalhar o conceito de estrutura e transformação da matéria. A pesquisa no ensino de ciências tem dado ênfase sobre a importância de uma visão sobre o conhecimento científico como socialmente construído, validado e expressado a diferentes instâncias, em outras palavras, um conhecimento simbólico por natureza e socialmente negociado. Logo, a aprendizagem de ciências envolve iniciar os aprendizes em formas científicas de se pensar. Tal processo é encarado como um longo e não linear processo de enculturação, ampliando o papel do professor de organizador de processos pelos quais os alunos geram significados sobre o mundo natural, para um mediador que auxilia os estudantes a entender como as asserções do conhecimento são geradas e validadas (DRIVER *et al*, 1999). O desafio centra-se, portanto, em encontrar maneiras de alcançar esse processo de enculturação na rotina da sala de aula comum.

Uma proposta que a nosso ver atende essa perspectiva de ensino é defendida por Justi (2006), a qual se baseia na elaboração e expressão de modelos. A pesquisadora extrai alguns elementos, que organizados, foram utilizados para compor um esquema geral (ver figura 2) do processo de se abordar um objeto de estudo e realizar a construção e expressão de um modelo sobre o mesmo. Em síntese, o esquema baseia-se na ideia de que a construção de modelos parte sempre do estudo de um objeto específico e, a partir do mesmo, realizamos observações iniciais (diretas ou indiretas; qualitativas ou quantitativas). Simultaneamente à organização dessas experiências ocorre a seleção dos aspectos da realidade que se disporá para descrever o objeto. A partir disso, dispondo de criatividade e raciocínio crítico o indivíduo elabora um modelo mental inicial. Em seguida, é necessário decidir qual representação é a mais adequada para materializar o modelo mental. Torna-se necessário comprovar o modelo proposto mediante “comprovações ou teste mentais” ou “comprovações ou teste experimentais”. O modelo, dependendo do “resultado” pode ser refutado ou modificado. Caso o modelo alcance os objetivos do indivíduo, este assumirá, então, a tarefa de socializar a explicação sobre o modelo a outros indivíduos. Esse modelo expresso poderá ser avaliado e ter seus significados negociados com seus pares ou membro mais experientes, no caso da sala de aula principalmente o professor.

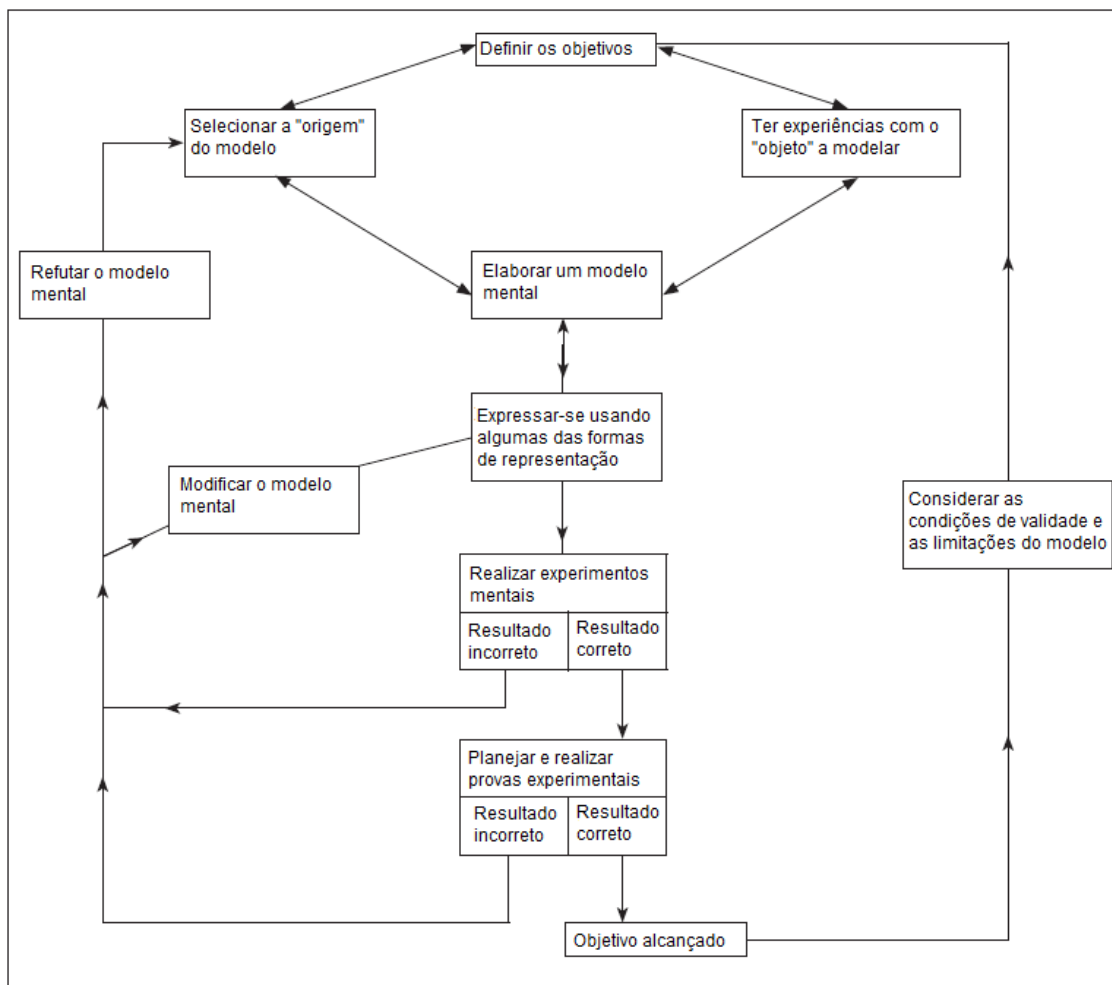


Figura 2 - Esquema do processo de construção e representação de modelos – modelagem (JUSTI & GILBERT, 2002b apud JUSTI, 2006) – tradução nossa.

A pesquisadora defende que a atuação do professor em atividades de ensino baseadas na modelagem deva ser a de:

- Favorecer a discussão dos códigos de representação utilizados pelo grupo na representação dos modelos;
- Favorecer a negociação de significados entre os alunos, direcionando olhares e fortalecendo raciocínios mais coerentes;
- Favorecer situações em que os estudantes testem seus modelos;

Foi planejada uma atividade, para o presente trabalho, inspirada em Justi (2006), que será apresentada posteriormente. Cabe adiantar que a etapa que se refere a esse trabalho trata-se da transição entre a “elaboração do modelo mental” e a sua “expressão usando algumas das formas de representação”, sendo que o objetivo central é o de responder qual foi a relevância no uso dos vídeos, dos experimentos apresentados aos estudantes, nas atividades de modelagem para a realização da mesma.

Referencial teórico

Os indivíduos tem acesso ao mundo de maneira indireta, mediada por ferramentas

psicológicas. Alguns exemplos são: “a linguagem, vários sistemas para contar, técnicas mnemônicas, sistemas de símbolos algébricos, trabalhos de arte, escritos, esquemas, diagramas, mapas e desenhos mecânicos, todo tipo de signos convencionais, etc.” (VYGOTSKY, 1981 citado por WERTSCH, 1985). As ferramentas psicológicas transformam de maneira qualitativa nosso pensamento, de tal modo que muitas teorias do desenvolvimento cognitivo defendem que as formas de mediação progressivamente mais complexas permitem aos indivíduos realizar operações mais complexas e de maneira cada vez mais independente do contexto situacional (WERTSCH, 1985). Estas são construtos da evolução sociocultural, e a perspectiva vigotskiana indica que antes de nos apropriarmos de uma ferramenta como função no desenvolvimento psicológico, estes instrumentos aparecem aos indivíduos em situações de comunicação. Assim, é mediante seu uso em situações sociais que é possível a sua apropriação (internalização) gradual (ibid.).

O conhecimento, portanto, estabelece-se em práticas sociais com objetivos definidos e os processos sociais são concebidos como aqueles mediados semioticamente, ou seja, indiretos e através do uso de diversificados signos. Esse pressuposto é de suma importância ao referencial socioconstrutivista, porém muitas perguntas continuam em aberto sobre como se dá de fato a transição do pensamento interpsicológico (situações sociais) ao intrapsicológico (conhecimento individual). Um dos fenômenos mais concretos definidos por Vygotsky, e considerado um conceito conector (MOLL *et al.*, 1996), que contribui tanto à psicologia e em especial à educação, é a zona de desenvolvimento proximal (ZDP). A ZDP foi definida como “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.” (VYGOTSKY, 1991). Assim, trata-se de uma zona mais sensível em que se pode realizar a construção do conhecimento, justamente quando se realiza a transição desde o funcionamento interpsicológico ao funcionamento intrapsicológico. Portanto, é muito importante entender como se estabelece a relação do indivíduo com o outro que o guia, ou seja, entender que tipos de ajudas são empregadas (WERTSCH, 1985).

Consideramos que os modelos científicos sejam ferramentas psicológicas potentes também para o ensino escolar. Levando em consideração as contribuições de nosso referencial teórico, nosso pressuposto norteador é o de que seja necessário, portanto, engajar os estudantes em processos sociais de comunicação baseadas na construção e expressão de modelos, pois a construção conceitual origina-se primeiramente em plano social. Entretanto, o processo de se comunicar a partir do uso de uma ferramenta psicológica, sendo esta os modelos científicos, é possível a partir do uso de outros mediadores, de modo geral aqueles mais acessíveis aos indivíduos em determinada fase de seu desenvolvimento. Consideramos que diversos mediadores foram necessários para se possibilitar a modelagem, como a interação entre pares, socialização em grupos de diferentes tamanhos, os vídeos dos experimentos, orientações gerais e específicas e as intervenções diretas do professor. Nesse trabalho, entretanto, buscamos focalizar as contribuições dos vídeos de experimentos gravados e disponibilizados durante a atividade.

METODOLOGIA

Essa pesquisa está estruturada no referencial de pesquisa qualitativa. Consolidado na comunidade científica, este pode ser compreendido como um meio para explorar e entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano (CRESWELL, 2010). Para Flick (2009) é cada vez mais difícil encontrar uma definição para a pesquisa qualitativa, entretanto, defende de modo convergente que este tipo de pesquisa visa

abordar como as pessoas constroem o mundo à sua volta, em ambiente natural e não em contextos especializados como em um laboratório.

Percurso metodológico

As atividades de modelagem foram realizadas em três aulas com duração cada de 65 minutos, em uma escola particular da cidade de São Paulo, com o total de 84 alunos do 1º ano do ensino médio com idade média de 15 anos, no segundo trimestre de 2016. Nestas os alunos dispunham-se sempre em duplas, havendo ainda espaços de socialização mais amplos, com toda a turma, mediados diretamente pelo professor. Pediu-se para que estes representassem, em nível de partículas, diversos sistemas apresentados abaixo. Anteriormente às atividades específicas de modelagem foram realizados cinco transformações em laboratório, em duas aulas diferentes, sendo estas: 1) sublimação e ressublimação do iodo, 2) reação de precipitação entre o nitrato de chumbo e iodeto de potássio, 3) decomposição do dicromato de amônio, 4) desidratação e reidratação do sulfato de cobre hidratado e 5) reação entre nitrato de prata e cobre metálico (uso de estereoscópio para visualização da prata), seguido de outras três aulas teóricas envolvendo o estudo das teorias de partículas e modelo atômico de Dalton.

- Aula de modelagem 1:

Representação em nível de partículas das seguintes situações

Atividade 1: Representação em nível submicro de um recipiente com água

Atividade 2: Representação em nível submicro de um recipiente com metanol

Atividade 3: Representação em nível submicro do metanol evaporando

Atividade 4: Representação em nível submicro da dissolução de cloreto de sódio

Foram disponibilizadas folhas em branco e lápis de cores variadas.

- Aula de modelagem 2:

Atividade 5: Representação em nível submicro da transformação 1

Atividade 6: Representação em nível submicro da transformação 2

- Aula de modelagem 3:

Atividade 7: Representação em nível submicro da transformação 3

Atividade 8: Representação em nível submicro da transformação 4

Atividade 9: Representação em nível submicro da transformação 5

Foram disponibilizadas folhas em branco, lápis de cores variadas e um vídeo dos experimentos (produzido pelo pesquisador) através de tablete ou computador para as aulas de modelagem 2 e 3.

Apresentamos abaixo uma imagem com recortes do vídeo referente à transformação 5 e, em seguida, de uma atividade de modelagem referente à mesma.

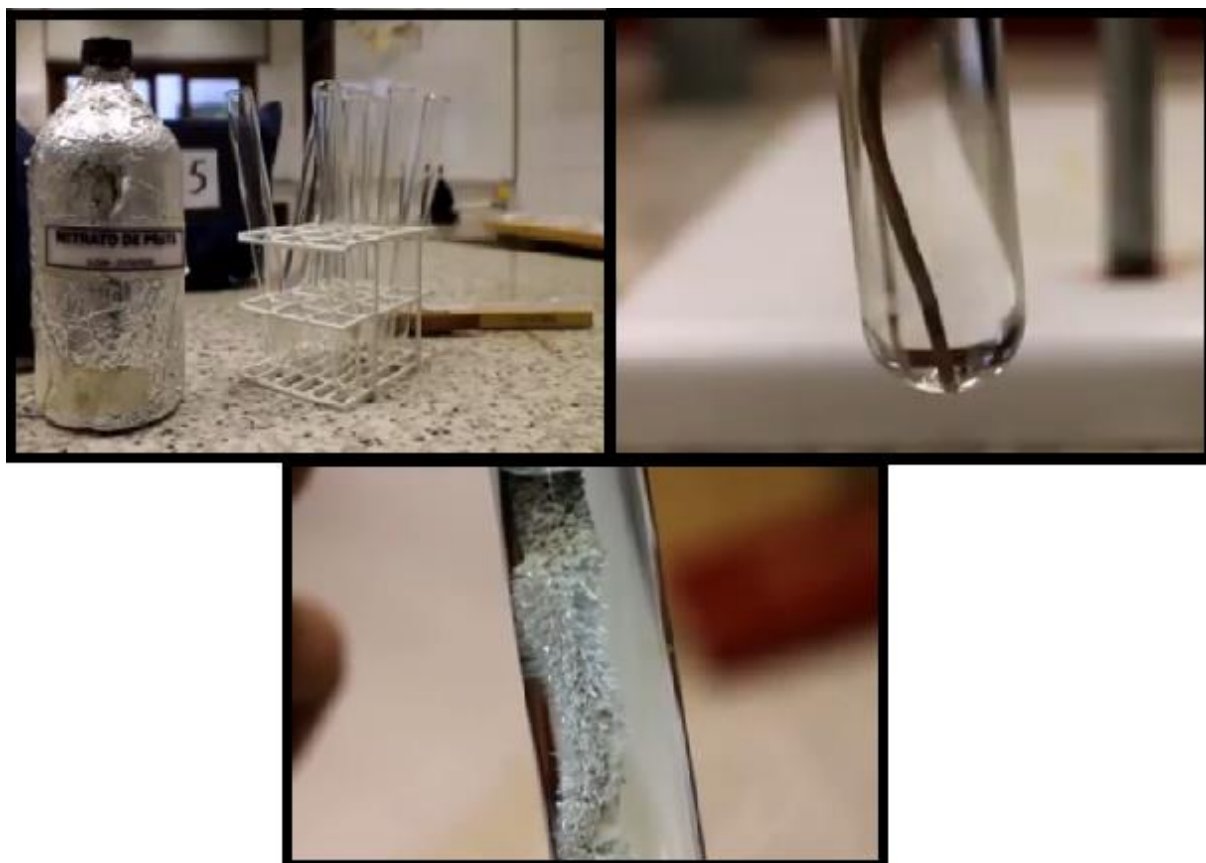


Figura 3 - Cenas do vídeo da transformação 5.

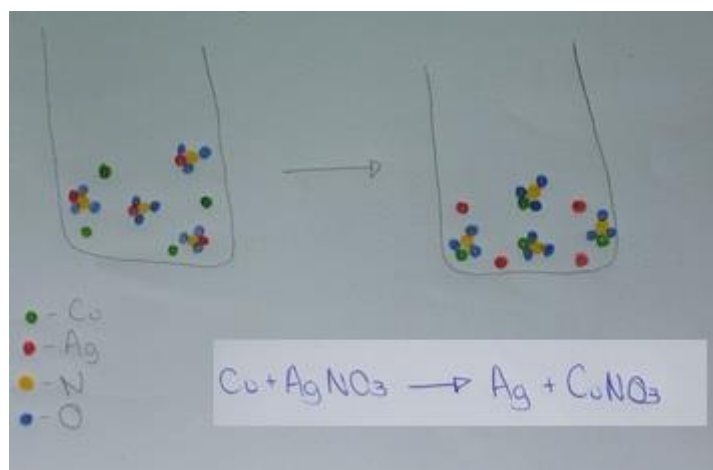


Figura 4 - Exemplo de modelagem da equação em nível submicro e simbólico

Coleta de dados

Foram realizadas sete entrevistas semiestruturadas com o total de onze alunos. Estas foram gravadas e transcritas. Neste trabalho apresentamos um recorte referente à função desempenhada pelos vídeos disponibilizados nas aulas de modelagem 2 e 3. Para a análise dos dados será realizada análise de conteúdo (BARDIN, 1997).

Resultados

Apresentamos abaixo alguns trechos das entrevistas realizadas, mantendo a primeira pergunta, direcionada à relevância do vídeo na atividade, somente na entrevista 1.

Entrevista 1

P: [...] Eu filmei os vídeos, disponibilizei para vocês, e vocês iam representando vendo o vídeo. O quanto que vocês acham que foi importante ter o vídeo? Ou se não foi, ou se foi, por qual aspecto.

A2: Acho que o vídeo te ajuda se você não estiver lembrando exatamente qual é a reação, o que acontece, o vídeo te ajuda a lembrar melhor, mas eu acho que é isso que ele falou, se você já está mais familiarizado com a coisa, o vídeo não é tão necessário, mas se você ainda está com dúvida não está entendendo direito o vídeo pode ajudar sim.

A1: Acho que o importante do vídeo é que quando você está vendo uma reação ao vivo assim que você vê... Assim, tem coisas que você percebe, tem coisas que você não percebe e fica uma experiência meio singular assim, cada um tira uma coisa diferente do que percebeu, às vezes são muitas coisas parecidas mas quando você vê o vídeo e você pode ver mais de uma vez você consegue fotografar o processo muitas vezes e isso acaba facilitando quando você está, por exemplo, fazendo as equações... Ah está no estado aquoso, no sólido, gasoso... Quando você vê o que está acontecendo ali, muitas vezes você acaba percebendo coisas que você não percebeu na primeira vez e isso ajuda na hora, fica fácil de visualizar.

Entrevista 2

A1: Eu achei que foi bom para visualizar de novo, para relembrar e ajudou também para ver de perto assim, porque às vezes no laboratório pode ficar distante demais na hora de ver ou às vezes não conseguir prestar atenção, mas achei que o vídeo ajudou bastante, porque podia dar zoom assim, eu achei que ajudou bastante.

A2: É prático ver no vídeo do que ver no laboratório, ver os estados físicos também ajuda.

Entrevista 3

A1: O vídeo, pra mim, ele ajudou a você a entender que, por exemplo: no negócio do iodeto de potássio e nitrato de chumbo, que a junção das duas de substâncias formavam uma mistura que mudava a cor, mudava tudo. Então eu acho que nesse ponto ajudou bastante.

A2: No meu caso eu acho que o vídeo não ajudou muito. Tanto que a Internet aquele dia estava bem ruim, a gente nem conseguiu acessar os vídeos direito. No caso do iodo eu assisti o vídeo, só que eu assisti só o comecinho, assim, mais para ver como estava a evaporação e tudo mais, mas como a gente já tinha feito experimento antes, a gente já tinha visto como era, a gente meio que já sabia o que iria acontecer. Então, acho que o vídeo serviu de base mais para relembrar o processo, mas não me ajudou muito.

P: [...] será que o vídeo ajuda a gente a relacionar mais o que a gente está escrevendo no papel com o que está acontecendo na realidade?

A2: Acho que sim, porque a gente consegue enxergar que de fato... Por exemplo, o que eu estava falando, que quando você vê a reação, você vê que mudou. [...] E aí, a equação, eu acho que mostra porque que fica amarelo. Essa quebra da molécula, ou essa mistura, essa junção, acho que está explicado na equação, que mostra como que ficou no final. E aí você

consegue entender que isso daqui vai ficar dessa cor, então acho que o vídeo serve mais para ilustrar, pra contextualizar o que está acontecendo pra você entender o que de fato acontece.

Entrevista 4

A: Assim, eu não usei muito o vídeo, eu achei legal os ângulos que você filmou, só que eu usei mais pela equação mesmo, porque você não consegue ver muito pelo vídeo como é que as moléculas vão se comportar da forma como a equação mostra.

P: Ok, então a questão é que o vídeo parece não ter ajudado muito a fazer a representação.

A: Não.

P: Mas e o contrário, você acha que com a representação você consegue atribuir mais sentido ao vídeo? Talvez você não tenha feito isso, mas pensando agora.

A: Sim, a equação ajuda a entender melhor o vídeo. O vídeo não ajuda muito a entender a equação, mas a equação ajuda muito entender o vídeo.

Entrevista 5

A: Ah, ajudou para lembrar porque tinha alguns que eu não lembrava mais direito o que tinha acontecido e aí eu não saberia nem como representar assim, e aí o vídeo ajudou nesse sentido, porque você vê onde que acontece exatamente a transformação e onde que está sólido, onde que está líquido, para saber como que as partículas estão, mais próximas ou separadas, para representar... Mas se fosse para representar logo depois da experiência aí eu acho que daria no mesmo do que se não tivesse o vídeo.

Entrevista 6

A: Eu acho que na maioria, que eu me lembre, acabou ajudando muito porque mesmo que a gente tivesse as equações e tudo você não lembrava exatamente como que acontecia como aconteceu o processo e eu acho que ajudava a manter na cabeça inclusive para compreender melhor o que estava acontecendo no vídeo, você esquematizar com as partículas e tudo.

[...]

P: O vídeo dava mais sentido para essa atividade, porque vocês estavam vendo com equação química em nível de partículas e agora vocês viram o vídeo e faziam uma relação melhor. Você acha que sem o vídeo daria para fazer?

A: Eu acho que daria até, mas seria um pouco mais difícil para recuperar o que aconteceu principalmente nas equações e tudo, mas acho que principalmente isso ajudou a entender o vídeo.

Entrevista 7

A2: O vídeo eu achei bem necessário na verdade, porque às vezes a gente não lembrava do experimento em si e a gente lembrava quando a gente via o vídeo e eu acho que tem pessoas que não foram no laboratório em alguns dias, então para essas pessoas foi bem necessário e também com o vídeo dá para você ter uma noção visual do que está acontecendo, então acho que fica mais fácil para você representar do que se você só jogar uma fórmula.

A1: Eu achei que os vídeos foram bem úteis, mas eu não achei que teve necessidade de

assistir eles, dependendo da pessoa. No meu caso eu assisti aos vídeos, mas eu não achei que eu realmente precisasse ter feito isso, porque eu estava no dia dos experimentos.

P: Para fazer das atividades em específico?

A1: Sim.

P: [...] Agora o quanto ter essa linguagem (equação química) ajuda a você entender melhor o que está acontecendo ali (no vídeo)?

A1: Eu acho que sim, porque só fazendo assim no papel mesmo a gente não enxerga nada, a gente não pensa em nada da nossa realidade, para a gente é só como se fosse uma relação matemática, que a gente está aprendendo no papel e aí quando a gente vê visualmente a gente relaciona isso com alguma coisa que a gente poderia ver no dia a dia.

P: Entendi. Para você que conseguiu fazer direto da equação, tentando resumir, o vídeo foi importante para você mais por qual aspecto?

A1: Ah não sei, é que se a gente trabalhar a química de um jeito mais teórico eu acho que é um pouco mais difícil de entender, porque seria mais decorar o assunto do que entender. Por exemplo, eu não entendo porque essa reação está acontecendo, mas eu entendo como ela acontece, o contexto que ela acontece, então eu entendo que uma ebulição de uma substância poderia ser representada daquele jeito, assim, quando eu penso numa ebulição eu não penso na teoria, eu penso na ebulição mesmo em si. E para quem faltou no experimento e não viu o vídeo aquilo vai ser só uma teoria, um conhecimento que ela não sabe para que se aplica.

Primeiramente, é necessário lembrar que os vídeos foram uma rerepresentação dos experimentos realizados presencialmente no laboratório. Portanto, algumas considerações a respeito do vídeo, em realidade, são direcionadas à importância dos experimentos em si e, nesse caso, buscaremos diferenciá-las, uma vez que buscamos entender como as ajudas foram empregadas (WERTSCH, 1985). Alguns alunos afirmaram que o vídeo não apresenta uma nova função, como se pode presenciar em “[...] Mas se fosse para representar logo depois da experiência aí eu acho que daria no mesmo do que se não tivesse o vídeo.” ou ainda indicando que sua função somente apresentaria diferencial relevante para quem tivesse faltado na aula experimental, defendendo, assim, que o vídeo seja uma ferramenta importante para suprir a ausência em aula “[...] E para quem faltou no experimento e não viu o vídeo aquilo vai ser só uma teoria, um conhecimento que ela não sabe para que se aplica.”.

A visualização dos experimentos tem permitido a transição entre todos os níveis de representação definidos por Gilbert & Treagust (2009), pois a atividade de modelagem pode ser que induza a se trabalhar somente os níveis submicro e simbólico. Algumas passagens que contribuem nesse sentido são “porque só fazendo assim no papel mesmo a gente não enxerga nada, a gente não pensa em nada da nossa realidade, para a gente é só como se fosse uma relação matemática” e “dá para você ter uma noção visual do que está acontecendo, então acho que fica mais fácil para você representar do que se você só jogar uma fórmula”. Alguns alunos afirmam que o vídeo permite potencializar essa transição “porque às vezes no laboratório pode ficar distante demais na hora de ver ou às vezes não conseguir prestar atenção, mas achei que o vídeo ajudou bastante, porque podia dar zoom assim, eu achei que ajudou bastante”, ou seja, algumas opiniões vão na direção de que no momento da experiência não foi possível registrar todas as informações e que “o vídeo ajudou nesse sentido, porque você vê onde que acontece exatamente a transformação e onde que está sólido, onde que está líquido.”.

Em reflexões posteriores à aplicação da atividade consideramos que o vídeo pudesse

atribuir maior sentido à linguagem simbólica e representações pictóricas em nível submicro, ou seja, permitir a transição entre os níveis de representação durante toda a atividade, fortalecendo os objetivos de uma atividade de modelagem como proposta por Justi (2006). Essa questão foi colocada aos estudantes e um respondeu que “a equação ajuda a entender melhor o vídeo. O vídeo não ajuda muito a entender a equação, mas a equação ajuda muito a entender o vídeo.”, ou seja, no momento de representar a equação química (simbólico) para o nível de partículas (submicro) o vídeo nem sempre desempenha uma função importante, porém, o vídeo permite representar constantemente o nível macro do processo e, assim, possibilitar a transição entre os diferentes níveis de representação. Sendo assim, os vídeos dos experimentos tratam-se de uma ferramenta pela qual mediamos a interpretação de diversos significados, tendo a sua utilização significada e valorizada em espaços de enculturação científica (DRIVER et al, 1999).

Conclusão

Os alunos participantes das atividades de modelagem, que serviram como espaço de zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 1991), reportaram utilizar os vídeos das transformações realizadas em aula experimental, apresentando-se, portanto, como uma ferramenta mediadora do processo. Encontramos, entretanto, opiniões variadas de sua relevância, desde que tal ferramenta foi somente um auxílio dispensável até que seu uso possibilitou a visualização de fenômenos que em situação experimental real não foram capazes de perceber ou de lembrar no momento da atividade de modelagem.

Desse modo, consideramos que a utilização do vídeo possibilita contribuições importantes para atender a um maior número de alunos, mas não necessariamente todos. Pudemos descrever melhor como tal função foi desempenhada, sintetizamos aqui estas como: auxílio para recordar, possibilidade de observar fenômenos não notados em situação experimental, repor atividade para estudantes que faltaram e potencializar a transição entre os três níveis de representação durante a atividade, este último aspecto como aquele de maior importância segundo nossas concepções.

Inferimos, ainda, que o vídeo possa ser uma ferramenta importante para atividades de modelagem em realidades que a atividade experimental presencial não seja uma possibilidade. Algumas diferenças podem ser encontradas nesse processo, sendo essa uma possibilidade de investigação futura.

Agradecimentos e apoios

Gostaríamos de agradecer a todos os alunos participantes das atividades e que concederam a realização das entrevistas. Agradecemos também a Escola da Vila por possibilitar a realização da investigação

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1997.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, 9, p. 31-40, 1999.

- FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- HOFFMAN, R.; LASZLO, P. Representation in Chemistry. **Angewandte Chemie**, 30, p. 1-16, 1991.
- GILBERT, J. K., TREAGUST, D. F. Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: key models in chemical education. Em: GILBERT, J. K., TREAGUST, D. F. (Eds). **Multiple representations in Chemical Education**. Holland: Springer, 4, p. 1-8, 2009.
- JOHNSTONE, A. H. Macro and micro-chemistry. **The School Science Review**, p. 64-377, 1982.
- JUSTI, R. La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, 24 (2), p. 173-184, 2006.
- MOLL, L. C. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Luis C. Moll (ed); trad. Fani A; Tesseler. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- POZO J. I; WMEZ, M. A.; LIMON, M., SAN, A. **Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química**. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, 1991.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 4, 1991.
- WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**. 16 (2), p. 275-290, 2011.
- WERTSCH, J. V. **Vygotsky y la formación social de la mente**. Barcelona: Paidós, 1985.