

# CONSTRUINDO ATIVIDADES DE MODELAGEM SOBRE A ESTRUTURA E TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA EM SALA DE AULA: UMA ANÁLISE SOBRE SUPORTES NECESSÁRIOS

Mauritz Gregório de Vries, Agnaldo Arroio  
*Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo*

**RESUMO:** Introduzir atividades que incentivem a exposição e negociação de significados de produções dos estudantes no ensino trata-se de uma importante estratégia para se alcançar o protagonismo dos alunos e uma aprendizagem significativa. Ofereceu-se uma atividade de modelagem sobre a estrutura e transformação da matéria a três turmas do 1º ano do ensino médio de uma escola particular da cidade de São Paulo, Brasil, no ano de 2016 (n=84). Buscamos analisar quais foram os suportes mais importantes para que os estudantes participassem ativamente do processo de construção e expressão de modelos. A partir de uma análise qualitativa, reconhecemos a importância da construção das atividades em duplas, socialização em grupos de diferentes tamanhos, os vídeos dos experimentos e as intervenções diretas do professor como os mediadores mais importantes para a atividade proposta.

**PALAVRAS CHAVE:** Modelagem, estrutura e transformação da matéria, mediação.

**OBJETIVOS:** Analisar quais são os suportes mais importantes de se oferecer aos estudantes para que estes participem ativamente de atividades de construção e expressão de modelos sobre a estrutura e transformação da matéria descontínua em nível submicroscópico.

## MARCO TEÓRICO

A continuidade/descontinuidade da matéria é uma das estruturas conceituais fundamentais para o ensino/aprendizagem de química, uma vez que é necessária para a construção de explicações sobre a estrutura da matéria e assuntos decorrentes como as transformações físicas e químicas (Pozo *et al.*, 1991). As dificuldades encontradas na aprendizagem do mesmo são diversas e profundas (Pozo *et al.*, 1991; López, 2009).

Para fundamentar o planejamento das atividades de construção e expressão de modelos, bem como para analisá-las, nos apoiamos sobre o referencial socioconstrutivista, o qual defende que os processos sociais de comunicação são fundamentais na construção do conhecimento. Tais processos são possíveis pelo uso de ferramentas psicológicas, que determinam o nosso pensamento. A ideia central envolvida nessa dinâmica é a mediação, na qual o indivíduo tem acesso ao mundo de maneira indireta, ou seja,

mediada (Ferreira, 2014). Dois conceitos são importantes de se apresentar para se abordar tal processo: a internalização e a zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

A internalização é concebida como o processo em que certos aspectos da estrutura de uma atividade externa passam a executar-se em um plano interno, não como cópia, mas como o um processo no qual se desenvolve um plano interno de consciência, de modo que o conhecimento se estabelece em práticas sociais com objetivos definidos e os processos sociais são concebidos como aqueles mediados semioticamente. A ZDP é um conceito construído por Vygotsky que busca explicar e oferecer caminhos para que tal processo ocorra nos espaços de ensino e aprendizagem. Este foi definido como a distância entre “o nível de desenvolvimento real da criança tal e como pode ser determinado a partir da resolução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial tal e como é determinado pela resolução de problemas com a ajuda de um adulto ou em colaboração com seus iguais mais capacitados” (Vygotsky, 1981 citado por Wertsch, 1985). Assim, trata-se de uma zona mais sensível em que se pode realizar a construção do conhecimento, que para o autor é 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). Alguns autores chegam a definir que ensinar é criar ZDP’s e nelas intervir e desse modo, um processo essencial é a intervenção que o professor planeja para ajudar o aluno a resolver as tarefas propostas, nos colocando a seguinte questão: que tipos de mediações se podem colocar em prática e como estas favorecem a construção do conhecimento? Na literatura a questão aparece de modo muito amplo: os espaços em que se realizam as atividades, o tempo destinado às mesmas, a sequência do conteúdo, os tipos e ordem das atividades, os tipos de materiais para consulta, tamanho e tipo de participação nos grupos, as indicações, sugestões, correções e conselhos do professor, entre outros (Onrubia, 2009).

O conhecimento a ser construído em nossa atividade proposta trata-se da elaboração e representação de modelos sobre a estrutura e transformação da matéria descontínua em nível submicroscópico. Portanto, de acordo com nosso referencial, seu sucesso será atingido caso os estudantes se engajem em atividades comunicativas em relação ao objeto de estudo. A proposta teve como embasamento o modelo de modelagem proposto por Justi (2006), a qual se baseia em atividades de construção, expressão, testes e uso de modelos, que visam permitir a aprendizagem de uma ciência mais significativa e consistente (Paganini *et al*, 2014).

## METODOLOGIA

### Pesquisa qualitativa

Essa pesquisa está estruturada no referencial de pesquisa qualitativa. 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).

### Descrição das atividades

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. Foi assumido o papel de professor-pesquisador durante toda a intervenção.

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:*

Represente em nível de partículas as seguintes situações

- Atividade 1: Representação em nível submicroscópico de um recipiente com água
- Atividade 2: Representação em nível submicroscópico de um recipiente com metanol
- Atividade 3: Representação em nível submicroscópico do metanol evaporando
- Atividade 4: Representação em nível submicroscópico da dissolução de cloreto de sódio

Foi disponibilizado folhas em branco e lápis de cores variadas.

#### *Aula de modelagem 2:*

- Atividade 5: Representação em nível submicroscópico da transformação 1
- Atividade 6: Representação em nível submicroscópico da transformação 2

Foi disponibilizado folhas em branco, lápis de cores variadas e um vídeo dos experimentos (produzido pelo pesquisador) através de tablete ou computador.

#### *Aula de modelagem 3:*

- Atividade 7: Representação em nível submicroscópico da transformação 3
- Atividade 8: Representação em nível submicroscópico da transformação 4
- Atividade 9: Representação em nível submicroscópico da transformação 5

Foi disponibilizado folhas em branco, lápis de cores variadas e um vídeo dos experimentos (produzido pelo pesquisador) através de tablete ou computador.

### **Coleta de dados**

Introduziu-se diferentes ferramentas para a coleta de dados, o que permitiu a triangulação dos mesmos, sendo os mais importantes neste trabalho a descrição do planejamento da sequência didática, a quantificação das atividades entregues, a análise das atividades de modelagem (30% do total entregue) e de sete entrevistas realizadas com o total de onze participantes.

### **RESULTADOS**

Foi entregue 79% de todas as atividades propostas (diante de um total de 756 atividades possíveis) e a distribuição da taxa de entrega em relação a cada atividade é apresentada na figura 1.

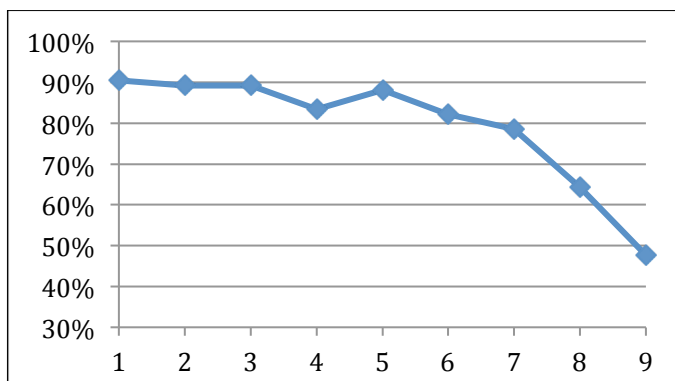


Fig. 1. Gráfico da taxa de entrega dentro do prazo de cada uma das atividades.

Na figura 2 apresentamos a análise de cada uma dessas produções de acordo com os seguintes critérios:

- (i) O aluno, em sua atividade, representou somente a natureza contínua da matéria.
- (ii) O aluno, em sua atividade, representou somente a natureza descontínua da matéria.
- (iii) O aluno, em sua atividade, representou tanto a natureza descontínua como a natureza contínua da matéria.
- (iv) O aluno, em sua atividade, apresentou a equação química do processo.

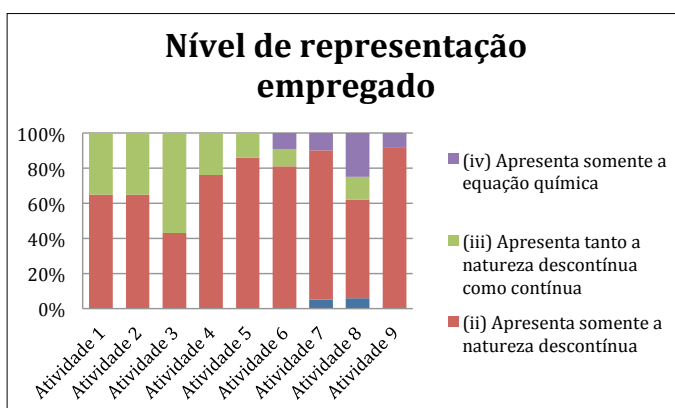


Fig. 2. Gráfico sobre os níveis de representação apresentados em cada atividade.

Os dados apresentados na figura 1 nos permitem inferir que a maioria dos estudantes se apropriou dos objetivos da atividade. Os dados da figura 2 também permitem observar que os estudantes realizaram a atividade de maneira satisfatória, uma vez que um dos principais objetivos é que estes fossem capazes de representar a matéria e as suas transformações em nível descontínuo, entretanto, também permite observar que os estudantes mudaram o modo como realizavam a atividade ao longo da produção, em que essa capacidade de realiza-la não foi igual para todas as atividades.

Em relação às entrevistas, apresentamos dois tópicos de maior relevância: A) a importância de a atividade ter sido realizada em dupla e B) dos vídeos dos experimentos disponíveis durante as modelagens das atividades 5 a 9. Abaixo transcrevemos algumas das falas dos alunos.

**A)**

- A1: O exemplo que eu lembro é que quando a gente fez o exemplo do metanol tinha muitos elementos, eu estava confuso sobre como tinha que desenhar. Depois que eu descobri eu fui contando para as pessoas e as pessoas foi foram desenhando desse jeito. Ah, eu acho que isso ajudou um pouco a realizar a atividade, ficar um pouco mais organizada...
- A2: (...) inclusive eu acabei mudando um pouco a minha representação por conta de ver um pouco o modelo, que achava que ficavam mais compreensíveis do jeito que eu estava fazendo.
- A3: Olha, eu acho que teve um pouco de compartilhamento de informações, porque a gente fala um pouco sobre o que cada um sabe desse tema e a gente se complementa para fazer essas coisas, então um corrige o outro quando percebe que a representação pode estar um pouco errada e tem a questão do balanceamento, a discussão para saber qual seria o balanceamento a gente conseguiu chegar no resultado mais rápido...
- A5: Sim, ah a gente não ficou exatamente fazendo junto, era mais quando eu tinha alguma dúvida consultava e também a gente compartilhou um pouco os modelos para ver como que é porque tinha alguns que sei lá era meio difícil de pensar como você poderia fazer aí vendo um modelo de outra pessoa ajudava.

**B)**

- 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...
- A2: 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.
- A4: O vídeo eu achei bem necessário na verdade, porque às vezes a gente não lembrava do experimento em si e a gente relembrava 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.
- A6: Assim, eu não usei muito o vídeo, eu achei legal os ângulos que você chamou, 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.

Observou-se que os estudantes atribuíram grande importância em relação à atividade ter sido realizada em parceria: os colegas discutiam entre si o que deveria ser feito; as produções de seus colegas estavam melhores, encontrava-se erros a partir das comparações.

Em relação ao uso do vídeo, alguns estudantes observaram que para a realização da atividade de modelagem em si este não era necessário, pois as fórmulas químicas das equações forneciam informações suficientes para a realização da mesma, enquanto outros consideraram que para compreender melhor o processo este era necessário para se identificar estados físicos, mudanças de coloração entre outros aspectos.

## CONCLUSÃO

As atividades de modelagem devem ser planejadas de modo que os estudantes possam recorrer a diferentes meios que o auxiliem a compreender o objetivo da atividade e a realizá-la. Estas tem como fundamento o protagonismo dos estudantes e o seu envolvimento em esferas comunicacionais, portanto, é importante que esses espaços sejam sempre construídos intencionalmente de modo a potencializá-los. Os alunos organizados em duplas colaboram com a característica social do processo durante todo o seu desenvolvimento, e os estudantes evidenciaram que tal disposição foi de suma importância, porém, observamos a necessidade de grupos mais amplos em determinados momentos para haver maior variabilidade de produções.

O vídeo das experiências colaborou com a modelagem, tanto por questões mais técnicas como a possibilidade de um aluno que faltou na aula experimental poder ter acesso ao experimento por meio dessa mídia, como para fortalecer a significação da linguagem pictórica e simbólica, presente nas equações químicas e suas representações pictóricas. Alguns estudantes ainda defenderam a sua importância na atividade de modelagem, pois apesar da equação química fornecer grande parte das informações necessárias para a modelagem como os elementos e quantidade de átomos presentes em uma substância, outras informações não eram possíveis de se evidenciar como estado físico e mudança de coloração dos materiais presentes.

Observou-se ainda que a possibilidade do professor questionar, propor, corrigir é potencializada, uma vez que o conhecimento do aluno é constantemente exposto, ou seja, colocado em situações de negociação de significados.

## AGRADECIMENTOS

Aos alunos participantes e à Escola da Vila por possibilitar a investigação.

## BIBLIOGRAFIA

- CRESWELL, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Artmed.
- FERREIRA, C. R. (2014). O uso de visualizações no ensino de química e da física: a formação pedagógica dos professores. São Paulo. *Tese (Doctorado)* – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.
- JUSTI, R. (2006). La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- LÓPEZ, Z. C. (2009). Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia. *Revista Iberoamericana de Educación*. 50(2): 1-10.
- ONRUBIA, J. (2009). Ensinar: criar zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir. En: Coll, C. et al. (Eds.) *O construtivismo na sala de aula*, São Paulo: Ática. 123-151.
- PAGANINI, P.; JUSTI, R.; MOZZER, N. (2014). Mediadores na coconstrução do conhecimento de ciências em atividades de modelagem. *Ciência & Educação*, 20(4), 1019-1036.
- POZO J. I, WMEZ, M. A., LIMON, M., SAN, A. (1991). *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.
- WERTSCH, J. V. (1985). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.