

# O PAPEL DOS QUESTIONAMENTOS DO PROFESSOR EM ATIVIDADES FUNDAMENTADAS EM MODELAGEM ANALÓGICA

Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade, Nilmara Braga Mozzer e Thais Mara Anastácio Oliveira  
*Universidade Federal de Ouro Preto*

**RESUMEN:** Nosso trabalho tem como objetivo investigar o papel dos questionamentos de uma professora de química na co-construção de conhecimentos em atividades fundamentadas em modelagem analógica. Selecionamos um grupo de quatro estudantes de uma escola pública localizada em Mariana-MG, Brasil. Todas as aulas foram transcritas, os questionamentos da professora foram categorizados e analisados de acordo com seu papel em cada uma das etapas da modelagem analógica. Os resultados evidenciaram que tais questionamentos foram os principais responsáveis por orientar o processo, auxiliando os estudantes na explicitação e explicação das ideias que fundamentavam suas proposições e na reflexão sobre o potencial explicativo e limitação dos seus modelos e analogias.

**PALABRAS CLAVE:** Questionamentos do professor; modelagem analógica; equilíbrio químico.

**OBJETIVO:** Investigar como os questionamentos do professor podem favorecer a co-construção de conhecimentos nas diferentes etapas da modelagem analógica vivenciadas nas atividades propostas.

## INTRODUÇÃO

Em ambientes sociais e dinâmicos como uma sala de aula, as interações entre professor e estudantes são fundamentais na co-construção de conhecimentos. Ao dominarem progressivamente a linguagem científica os estudantes tornam-se capazes de se comunicar por meio dela e agem como membros ativos em uma comunidade de aprendizes de ciências (Lemke, 1997). Dessa forma, a linguagem estabelece importante conexão entre os sujeitos envolvidos na aprendizagem. Essa conexão pode ser estabelecida por meio dos questionamentos dos professores que podem assumir papéis, como de: dialogar, diagnosticar, incentivar o estudante nas elaborações de respostas etc. (Cazden, 2001).

Alguns estudos como o de Mehan (1979), buscam relacionar os tipos desses questionamentos (iniciações) com as intenções do professor naquele processo. O autor propôs quatro tipos de iniciação:

- *iniciação de escolha*: demanda do estudante que concorde ou discorde de uma afirmação feita pelo professor ou a escolha entre duas possibilidades. Por exemplo: “Esse fenômeno, trata-se de um processo físico ou químico?”
- *iniciação de produto*: demanda do estudante uma resposta factual. Por exemplo: “Quantos átomos de nitrogênio e de oxigênio tem a molécula de  $N_2O_4$ ?”

- *iniciação de processo*: demanda do estudante uma opinião ou uma interpretação. Por exemplo: “Por que quando colocamos o tubo na água quente a sua coloração fica castanha?”.
- *iniciação de metaproceto*: demanda do estudante reflexão, com estabelecimento de conexões entre as respostas ou explicações fornecidas e os raciocínios que as embasam. Por exemplo: “Você quer dizer que com essa analogia é possível explicar o comportamento desse novo sistema ( $\text{CrO}_4^{2-}/\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )?”.

Além das potencialidades dos questionamentos do professor, a própria natureza das atividades propostas também pode influenciar na participação dos estudantes. Alguns trabalhos como os de Mozzer e Justi (2009) e Silva (2015) apontam que atividades fundamentadas em *modelagem analógica* - processo de elaboração, expressão, crítica e refino de modelos<sup>1</sup> e analogias<sup>2</sup> pelos estudantes - têm contribuído para o seu engajamento, para a construção de ideias coerentes com as científicas e para o desenvolvimento do raciocínio crítico e da criatividade. Essas atividades foram baseadas no modelo de modelagem (figura 1) proposto por Gilbert e Justi (2016).

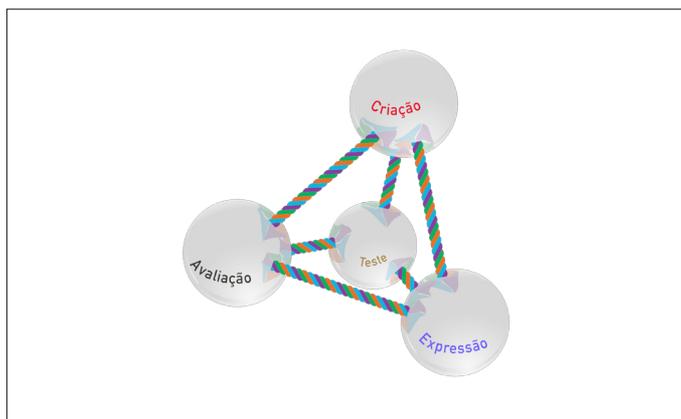


Fig. 1. Modelo de Modelagem (Gilbert & Justi, 2016, p.32)

De maneira geral e resumida, as etapas da modelagem analógica podem ser descritas como:

- *Criação*: definir os objetivos do modelo e da analogia; obter informações iniciais sobre a entidade a ser modelada; selecionar a origem do modelo; elaborar um modelo mental, estabelecendo relações de similaridade com o alvo.
- *Expressão*: expressar o modelo criado a partir de um dos possíveis modos de representação: material, matemático, gestual, verbal (a analogia).
- *Teste*: realizar testes do modelo, das relações de similaridade estabelecidas entre os domínios análogo e alvo e das diferenças entre estes, os quais podem levar à reformulação ou à proposição de novos modelos e/ou analogias.
- *Avaliação*: identificação e análise da abrangência e das limitações dos modelos e analogias.

Diante dessas considerações, neste trabalho, nos propusemos a analisar, com base na tipologia de Mehan (1979), o papel dos questionamentos do professor em guiar a co-construção de conhecimentos nas etapas da modelagem analógica.

1. Modelos são artefatos humanos que apoiam o pensamento, os quais são materializados (expressos) de alguma maneira que favoreça a sua manipulação em diferentes práticas epistêmicas (Gilbert & Justi, 2016).
2. Analogias são comparações de relações de similaridade entre um domínio familiar (análogo) e outro desconhecido ou pouco conhecido (alvo) (Gentner, 1989 apud Mozzer & Justi, 2015).

## METODOLOGIA

A sequência de atividades fundamentada na modelagem analógica foi criada por Silva (2015). Ela é composta por 4 atividades e tem como objetivo central trabalhar aspectos qualitativos que caracterizam o equilíbrio químico, como: a reversibilidade; a coexistência de reagentes e produtos; e a dinamicidade. As duas atividades analisadas neste trabalho são descritas a seguir:

- *Segunda atividade*: apresentação de um vídeo com o experimento, a partir do qual pretende-se evidenciar a reversibilidade do sistema  $\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4$  em equilíbrio. Nessa atividade, os estudantes são solicitados a criar e expressar modelos e analogias para explicar o fenômeno.
- *Terceira atividade*: apresentação de um novo vídeo, a partir do qual pretende-se evidenciar a reversibilidade e coexistência de reagentes e produtos do sistema  $\text{CrO}_4^{2-}/\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  em equilíbrio. Nessa atividade é solicitado aos estudantes que utilizem o modelo e a analogia elaborados na atividade anterior para explicar os fenômenos observados, com os objetivos de testarem e avaliarem seus modelos e analogias.

Essa sequência de atividades foi desenvolvida em uma escola estadual, localizada em Mariana-MG, Brasil. A escola foi selecionada devido à disponibilidade e ao interesse da professora em participar da pesquisa para aperfeiçoar a sua prática docente. As atividades foram desenvolvidas em duas turmas do segundo ano do ensino médio, num total de dez aulas de cinquenta minutos cada. Os estudantes foram divididos em grupos de quatro a cinco estudantes. Selecionamos os dados de um grupo com quatro estudantes, devido ao maior seu engajamento nas discussões e à assiduidade nas aulas.

Durante a aplicação da sequência a professora contou com o auxílio de duas pesquisadoras: uma era a autora da sequência e a outra já havia trabalhado em atividades de modelagem analógica. Todas as aulas foram registradas em vídeo. Além disso, todos os modelos e atividades foram recolhidos, compondo o *corpus* dos dados dessa pesquisa. Realizamos as transcrições das aulas referentes às *segunda* e *terceira* atividades do grupo selecionado, modificando os nomes dos participantes para preservar suas identidades.

Os questionamentos da professora foram categorizados de acordo com a proposta de Mehan (1979). Tal categorização foi realizada com base em eventos, os quais assumimos como sendo compostos por diálogos estabelecidos entre a professora e os estudantes, guiados por um questionamento principal e todas as interações dele decorrentes em resposta à demanda principal. Essa categorização foi feita de forma independente por cada uma das autoras e, posteriormente, num processo de triangulação de dados, as divergências foram discutidas para o estabelecimento de consenso.

Após essa categorização dos questionamentos da professora, buscamos associá-los às etapas da modelagem analógica em que ocorreram e analisar o seu papel na co-construção de conhecimentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, apresentamos os gráficos 1 e 2 elaborados para representar as relações entre os tipos de questionamentos categorizados e as etapas da modelagem analógica.

Gráfico 1.

Frequência entre os questionamentos e as etapas da modelagem na segunda atividade

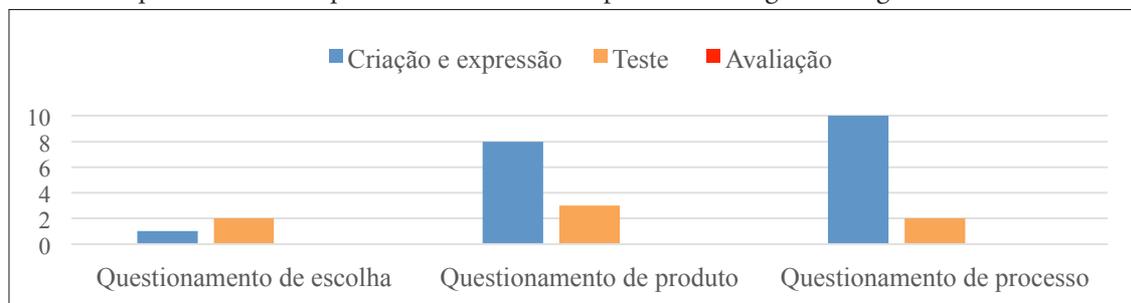
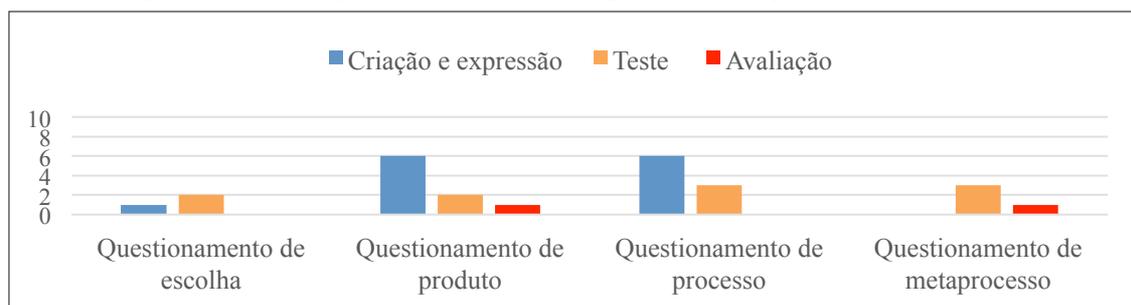


Gráfico 2.

Frequência entre os questionamentos e as etapas da modelagem na terceira atividade



Observando os dois gráficos, percebemos que um total 51 questionamentos foram categorizados. Nas etapas de *criação e expressão* os questionamentos mais frequentes foram os de produto (14 dos 32) e os de processo (16 dos 32). Questionamentos de produto são necessários para orientar os estudantes sobre os aspectos a serem considerados na construção de seus modelos e analogias. Os questionamentos de escolha (2 dos 32), embora menos recorrentes, também foram importantes nesta etapa, pois ocorreram com a finalidade de chamar a atenção dos estudantes para as evidências dos fenômenos estudados. Ao realizarmos a análise dos eventos, observamos que os questionamentos de produto e de escolha, em geral, ocorreram ao longo dos questionamentos de processo, ou seja, os questionamentos que iniciavam a interação entre a professora e os estudantes eram de processo, mas durante o evento intervenções mais pontuais eram necessárias para orientar a construção das ideias pelos estudantes. O exemplo a seguir ilustra essa situação:

*Professora:* Vocês já representaram o  $\text{NO}_2$ . Agora terminem de representar o outro (se referindo ao modelo da molécula  $\text{N}_2\text{O}_4$ ). O que está faltando aqui (o estudante representou 2 átomos de oxigênio em lugar de 4)?

*Manoel:* Duas moléculas de oxigênio ligadas nessa outra bolinha grande (que representava o átomo de nitrogênio).

*Professora:* Por que você ligou um oxigênio no outro aqui?

*Manoel:* Porque estava faltando bolinha (entende que a professora o questionou novamente sobre o número de oxigênios em vez da forma como eles estavam ligados no seu modelo).

Nesse trecho, podemos observar que os estudantes são conduzidos a pensar nas ideias que fundamentam seus modelos e analogias e estimulados a estabelecer conexões entre elas. Acreditamos que

esses questionamentos foram recorrentes nessas etapas, pois é necessário que os estudantes interpretem e entendam as informações obtidas ao longo das atividades para que eles possam construir os seus modelos e analogias.

Na etapa de *teste*, observamos uma distribuição quase homogênea dos questionamentos: (4 dos 17) de escolha, (5 dos 17) de produto, (5 dos 17) de processo, (3 dos 17) de metaproceto. Nessa etapa, os dois primeiros questionamentos auxiliaram os estudantes na explicitação das correspondências de relações de similaridade entre os domínios alvo e análogo e das diferenças entre os domínios (limitações da comparação). Eles os auxiliaram também na descrição das ideias que fundamentavam seus modelos. Já por meio dos questionamentos de processo, os estudantes foram conduzidos a explicar seus modelos e comparações, enquanto os de metaproceto foram decisivos nessa etapa, uma vez que a partir deles, os estudantes foram conduzidos a refletir sobre o potencial explicativo de seus modelos e analogias frente a novos aspectos do fenômeno estudado: o comportamento do novo sistema:  $\text{CrO}_4^{2-}/\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  sob adição de  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$ . Esse processo de reflexão é fundamental na etapa de testes, o qual pode levar os estudantes a perceberem a necessidade de reformulação ou abandono de seus modelos e analogias, com proposição de novos.

Na etapa de *avaliação*, ocorreram 2 questionamentos: um do tipo produto e outro do tipo metaproceto. O trecho a seguir representa esses questionamentos na etapa mencionada.

*Professora:* Agora, o Manoel vai apresentar a analogia que o grupo dele criou.

*Manoel:* Então... Tenho um bule que contém água, com uma tampa em cima, e está aquecendo. O vapor fica retido. O vapor que sobe e fica na tampa é o mesmo que desce e volta para a água líquida. Aí, a água ferve, sobe, fica umas gotinhas e descem. Fica num vai e volta. É mesma velocidade.

*Professora:* É semelhante em termos da velocidade e diferente em quê?

*Manoel:* É físico e o outro (se refere ao equilíbrio  $\text{CrO}_4^{2-}/\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) é químico.

*Professora:* Semelhante na velocidade, então, e diferente porque um é físico e o outro químico. É isso mesmo?

*Manoel:* É. Nesse aqui não deixa de ser *água*. No experimento tem uma nova coloração porque outra substância foi formada.

Observamos que a professora solicita que o estudante apresente a sua analogia para o restante da turma. Ao fazer isso, ela solicita que ele identifique (questionamento de produto) e reflita (questionamento de metaproceto) não apenas sobre os aspectos semelhantes, mas também sobre as diferenças entre os domínios comparados, com o intuito de que eles avaliassem a comparação consensuada pelo grupo, evitando possíveis extrapolações incorretas a partir da mesma.

## CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Nossos resultados evidenciaram que durante a *criação e expressão*, os questionamentos de produto orientam os estudantes sobre os aspectos do alvo (conceito científico) a serem considerados na construção dos seus modelos e analogias; os questionamentos de escolha chamam a atenção dos estudantes para as evidências dos fenômenos que devem ser observadas nessa construção; os questionamentos de processo são conduzidos como solitações de explicações e justificativas das ideias em desenvolvimento. Na etapa de *testes*, os questionamentos de escolha e de produto auxiliam os estudantes na explicitação das correspondências e das diferenças entre os domínios comparados e das ideias que fundamentam seus modelos; os de processo conduzem os estudantes a explicar seus modelos e comparações; e os de metaproceto, auxiliam os estudantes a refletir sobre o potencial explicativo de seus modelos e analogias frente a novos aspectos do fenômeno estudado. Finalmente, na etapa de *avaliação*, os questionamentos

tos de produto e de metaproceto contribuem para a identificação e reflexão sobre a abrangência e as limitações das correspondências entre o análogo e o alvo na comparação consensuada pelos estudantes.

Diante desses resultados, concluímos que os questionamentos da professora contribuíram de maneira significativa para a co-construção de ideias cada vez mais coerentes com as científicas, na medida em que orientaram o processo, auxiliando os estudantes na explicitação e explicação das ideias que fundamentavam suas proposições e na reflexão sobre o potencial explicativo e limitação das mesmas. Estudos desses questionamentos podem orientar a condução de atividades de modelagem analógica por professores e a discussão das mesmas durante a formação inicial, quando os futuros professores estão tomando conhecimento sobre possíveis estratégias a serem desenvolvidas em salas de aulas.

## REFERÊNCIAS

- CAZDEN, C. B. (2001). *The language of teaching and learning*. New Hampshire: Heinemann.
- GILBERT, J., & JUSTI, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education* (Vol. 9): Springer.
- LEMKE, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores* (Paidós Ed.). Espanha.
- MEHAN, H. (1979). *Learning lessons*: Harvard University Press Cambridge, MA.
- MOZZER, N. B., & JUSTI, R. (2009). *Introdução ao tema dissolução através da elaboração de analogias pelos alunos fundamentada na modelagem*. Paper presented at the VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências, Florianópolis, Brasil.
- MOZZER, N. B., & JUSTI, R. (2015). Nem tudo que reluz é ouro: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(1), 123-147.
- SILVA, T. A. (2015). *Proposta de Sequência didática que conjuga analogia e modelagem no ensino de equilíbrio químico*. (Monografia de Licenciatura em Química), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. Disponível em: <lapeq.ufop.br>. Acesso em: 21. mar. 2016.