

Estudo dos elementos do processo dialógico no desenvolvimento de uma sequência didática sobre pesticidas fundamentada na modelagem analógica

Study of the dialogic process elements in the development of a didactic sequence on pesticides based on analogical modelling

Bárbara Dias Silveira

Universidade Federal de Ouro Preto
barbaradsil@gmail.com

Nilmara Braga Mozzer

Universidade Federal de Ouro Preto
nilmarab@ufop.edu.br

Resumo

Neste trabalho analisamos como alguns elementos do processo dialógico influenciaram a aprendizagem dos estudantes em uma atividade sobre difusão de pesticidas fundamentada na Modelagem Analógica. A atividade foi desenvolvida com estudantes de terceiro ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de Itabirito. As aulas foram registradas em vídeo e áudio e transcrições foram realizadas, com posterior seleção de episódios de ensino nos quais os elementos foram identificados e seu papel discutido com suporte da literatura. Evidenciamos que elementos como: a linguagem, a mediação pedagógica, e a verbalização de ideias fizeram parte da elaboração de significados pelos estudantes sobre os conceitos abordados. Concluímos que um processo de aprendizagem efetivo é viabilizado pela conjugação destes elementos, a qual depende de um planejamento e auxílio conscientes dos profissionais envolvidos.

Palavras chave: processo dialógico, questão sociocientífica, modelagem analógica, conceitualização.

Abstract

In this work we analyze how some elements of the dialogic process influenced the students' learning in an activity on diffusion of pesticides based on Analogical Modelling. The activity was developed with third year high school students from a school in the Itabirito state network. The classes were recorded on video and audio and transcriptions were performed, with subsequent selection of teaching episodes in which the elements were identified and their role discussed with support of the literature. It was shown that elements such as: language, pedagogical mediation, and verbalization of ideas were part of the students' elaboration of meanings about the concepts addressed. We conclude that an effective learning process is

made possible by the combination of these elements, which depends on a conscious planning and assistance of the professionals involved.

Keywords: dialogic process, socio-scientific question, analogical modelling, conceptualization.

Introdução

Os estudantes cotidianamente se deparam com problemas e situações que demandam a consideração de diferentes dimensões (científica, ambiental, social, política, ética etc.) em sua análise e busca por soluções. Esses problemas e situações quando se relacionam a problemas socioambientais são chamados de *questões sociocientíficas* (QSC) na área de Educação em Ciências (CONRADO, NUNES-NETO, 2018).

Na abordagem dessas questões no ensino de Ciências os estudantes trabalham com conceitos e situações cotidianas de confronto e negociação de ideias, que envolvem ciência em algum aspecto, mas que outras considerações além daquelas da ciência também são exploradas (SADLER, 2011).

O processo de conceitualização - elaboração de significados sobre conceitos preconizada na abordagem das QSC - é contemplado em práticas sociais dialógicas (mediadas pelas palavras, gestos e outras formas de expressão) e pedagógicas (mediadas por outros indivíduos) (FONTANA, 1996). De acordo com Bakhtin (1992), a internalização dos conhecimentos, que inclui os conceitos científicos, mas não se restringe a eles, se dá a partir de discursos sociais mais próximos do indivíduo e leva em consideração o contexto histórico-cultural do mesmo.

As práticas dialógicas caracterizam a própria elaboração do conhecimento dentro da comunidade científica. A modelagem, por exemplo, é uma prática epistêmica a partir da qual modelos são elaborados, revisados, modificados e negociados dentro daquela comunidade. Isso justifica a proposição por Justi e Gilbert (2002) de uma estrutura para guiar a proposição de atividades de caráter dialógico no ensino de Ciências fundamentado em modelagem. Essa proposição embasou a descrição por Mozzer e Justi (2018) das etapas da modelagem analógica, processo que fundamentou as atividades propostas neste trabalho.

Antes de descrevê-las, é necessário discutir nosso entendimento sobre modelos e analogias. Os primeiros são compreendidos como recursos que estruturam e apoiam o pensamento humano que são expressos de alguma forma, a fim de favorecer o seu manuseio em diferentes práticas científicas como a modelagem (KNUUTILLA, 2005 apud MOZZER; JUSTI, 2018). As analogias, por sua vez, são entendidas como *relações de similaridade* estabelecidas entre um domínio pouco familiar (*alvo*) e um domínio familiar (*análogo*) (GENTNER, 1983).

A modelagem analógica pode ser caracterizada a partir de quatro etapas fundamentais, sendo elas: a *criação* de modelos e das analogias; a *expressão* dos modelos iniciais a partir de algum modo (concreto, verbal, matemático, computacional etc., ou uma combinação destes) e das relações de similaridade da analogia (mapeamento); os *testes* mentais e ou empíricos dos modelos e analogias para analisar se atende ao objetivo a que se propõem; e a *avaliação* dos mesmos em termos de suas limitações e abrangência, a partir de seu uso em novas situações. Este processo é dinâmico, não tendo uma ordem direta de acontecimento dessas etapas. Assim, as mesmas podem acontecer mais de uma vez ao longo do processo.

O presente trabalho foi realizado com base no desenvolvimento de uma sequência de ensino centrada na abordagem de uma QSC sobre o uso de pesticidas e fundamentada na modelagem analógica. Nele, considerando-se a importância das interações dialógicas na produção de conhecimento científico e na aprendizagem de Ciências, nos propusemos a *analisar como*

alguns elementos do processo dialógico influenciaram a aprendizagem dos estudantes em uma atividade sobre difusão de pesticidas fundamentada na Modelagem Analógica.

Metodologia

Uma sequência didática (SD) sobre Pesticidas fundamentada em modelagem analógica foi desenvolvida em uma escola pública no município de Itabirito, Minas Gerais. Para o seu desenvolvimento foi selecionada uma turma de 25 estudantes, que cursavam o 3º ano do ensino médio.

A SD consiste de nove atividades, cada uma delas com os seguintes objetivos traçados por Andrade e Mozzer (2017): atividade 1 - diferenciar as analogias dos demais tipos de comparações; atividade 2 - sondar as ideias iniciais dos estudantes sobre os pesticidas e introduzir a discussão sobre o seu uso; atividade 3 – estabelecer uma discussão sobre o uso dos pesticidas a partir de uma reportagem sobre sua pulverização aérea; atividade 4 - criar, expressar e testar modelos e analogias para explicar a dispersão dos pesticidas no ar; atividade 5 - criar, expressar e testar modelos e analogias para explicar a solubilidade dos pesticidas em água; atividade 6 - testar os modelos e analogias formulados na tentativa de explicar o comportamento dos óleos essenciais no ar e na água; atividade 7 - avaliar os modelos e analogias anteriores com relação à persistência dos pesticidas e dos óleos essenciais; atividade 8 - debater diferentes pontos de vista de especialistas sobre pesticidas e óleos essenciais; atividade 9 - expressar um posicionamento embasado nos significados desenvolvidos e argumentar com base nestes.

A SD foi desenvolvida num período total de 23 aulas de 45 minutos cada. A turma foi dividida em grupos de trabalho, constituídos, em média, de 6 integrantes cada. Selecionamos um grupo de quatro integrantes (dois homens e duas mulheres), devido à assiduidade e ao engajamento dos mesmos durante todo o desenvolvimento da SD, e, especialmente, pelo número de interações dialógicas que estabeleceram entre si, com a professora e as pesquisadoras.

A quarta atividade proposta na sequência de ensino, desenvolvida da 8ª aula à 13ª aula, foi escolhida como a atividade a ser analisada neste recorte, por ser a primeira atividade centrada na proposição e crítica de modelos e analogias pelos estudantes e, por isso, ter grande potencial de fomentar o diálogo entre os estudantes e destes com as pesquisadoras e a professora na discussão de suas ideias e na busca por informações. Além disso, por não se tratar de uma atividade inicial, os estudantes já estavam mais ambientados com a pesquisa e com o caráter aberto das atividades propostas.

A análise dos dados consistiu inicialmente da seleção de episódios de ensino com foco na dialogia, registrados durante o desenvolvimento da quarta atividade. Estes foram assumidos como “momentos extraídos de uma aula, onde fica evidente uma situação que queremos investigar” (CARVALHO; GIL PÉREZ, 1993, apud CARVALHO 2009, p. 33), no caso, elementos do processo dialógico.

Os episódios foram transcritos e em observância aos princípios de ética na pesquisa, foram utilizados os seguintes códigos para preservar a identidade dos participantes: “Prof.” para a professora da turma, “P1” para a pesquisadora 1; “P2” para a pesquisadora 2 e “A1”, “A2”, “A3” e “A4” para os integrantes do grupo pesquisado.

A seleção dos episódios foi realizada após a visualização sistemática dos vídeos das aulas em que a quarta atividade foi desenvolvida. Selecionamos os momentos que continham uma maior quantidade de diálogos nas situações em que os estudantes trabalhavam para atender às solicitações da atividade. Finalmente, analisamos como os elementos do processo dialógico,

identificados a partir da nossa revisão da literatura, auxiliaram na compreensão dos estudantes sobre os conceitos tratados nas atividades.

Resultados e Discussões

Nesta seção são apresentados dois dos episódios de ensino. Neste dois episódios foram identificados e analisados, no contexto, elementos do processo dialógico.

Episódio de ensino 2

Neste episódio, P2 auxiliou o grupo a desenvolver outras relações de similaridade entre os domínios, além da relação de espalhamento inicialmente estabelecida por eles entre comportamento do odorizador Bom Ar® e o comportamento dos pesticidas no ar, como mostrado na transcrição a seguir:

Quadro 1. Transcrição do episódio de ensino 2.

1. P2: E se elas (as partículas) estão se movimentando, elas podem se chocar umas nas outras? Do pesticida e do ar? Ou não? Bater uma na outra.
2. A1: Pode.
3. P2: Pode?
4. A3: Pode.
5. P2: E no caso do bom ar? Pode também? As partículas do bom ar vão se chocar entre si e com as partículas do ar?
((Ficam em silêncio.))
((A3 faz movimento de confirmação com a cabeça.))
6. P2: Elas estão se movimentando, não estão?
7. A1: Então elas podem também!
8. P2: Então, isso poderia ser uma terceira relação que vocês estão fazendo.
9. A2: Eu pensei nisso porque eu uso isso todo dia.
10. P2: Mas está vendo que dá pra relacionar? E agora quando a gente pensa em uma comparação a gente nunca dá conta de explicar tudo com uma comparação, senão seria a própria coisa e não uma comparação, né? Então, o que a gente não pode comparar entre o bom ar e o pesticida? Você já me falou uma.
11. P1: Vocês já falaram uma limitação aí.
12. A2: Como?
13. P1: Lembra quando eu falei (mostra no papel) para vocês falarem da semelhança e da limitação, lembra? Aí você me chamou para falar. Qual que é?
14. A2: A diferença?
15. P1: É.
16. A1: A gente tinha falado que esse daqui...
17. A2: O pesticida pode ser tóxico, pode causar danos para a saúde e o outro não. O bom ar não causa dano não, porque as pessoas usam dentro de casa, e não causa dano para a saúde.
18. P2: Vocês conseguem pensar em outra?
((A3 fala baixo algo e em seguida seu amigo A1 repete mais alto.))
19. A1: Que um é jogado em ar livre e outro não.
20. A2: Porque um é usado dentro de casa.
21. P2: Também.
22. P1: Isso.
23. P2: E quando a gente pensa assim, tudo que é jogado em ar livre vai se espalhar na mesma velocidade que o que não está em ar livre?
24. A1: Não.
25. A2: Acho que não, porque o vento que está lá fora é mais forte.

26. A1: Vai se espalhar mais rapidamente.
27. A2: É, o ar é mais forte, vai se espalhar mais rápido do que no lugar fechado.

Nos turnos de fala 1 ao 9 deste trecho é possível observar a discussão de duas outras relações de similaridade, a partir dos questionamentos de P2, mapeadas no quadro 2 .

Quadro 2: Mapeamento da analogia reformulada pelos estudantes

ANÁLOGO (Bom Ar®)	MAPEAMENTO	ALVO (Pesticidas)
Espalhamento das partículas do Bom Ar® entre as partículas de ar	↔	Espalhamento das partículas do pesticida entre as partículas de ar
Movimentação das partículas	↔	Movimentação das partículas
Choque entre as partículas Bom Ar® com as partículas do ar	↔	Choque entre as partículas dos pesticidas com as partículas do ar

Esse trecho realça o que Fontana (1996) destaca sobre o processo de conceitualização. De acordo com a autora, o significado do conceito é elaborado nas práticas sociais dialógica (mediada pela palavra) e pedagógica (mediada pelo outro. No presente caso, pelas pesquisadoras P1 e P2). Pode-se observar também que a linguagem utilizada pelas pesquisadoras não assumiu um papel apenas comunicativo (trocas de mensagens e ideias), mas, sobretudo, constitutivo na elaboração de significados das relações de similaridade entre os domínios alvo e análogo. Esse papel da linguagem é destacado no trabalho de Machado (2014).

Nos turnos 10 ao 27, a discussão gira em torno do entendimento do significado de limitação e da identificação de novas limitações na comparação reformulada. No turno 17, em específico, é interessante observar como o estudante expressa seu entendimento relacionado ao conceito toxicidade. De acordo com ele, se não há morte, não há toxicidade. A utilização de odorizador em casa não ocasionou nenhuma morte (nem mesmo de insetos), o que significa que o produto não é tóxico. Essa contribuição do contexto histórico e cultural também é evidenciada por Machado (2014), o qual, segundo a autora, possibilita o estabelecimento de fundamentos teóricos, ainda que estes algumas vezes se distanciem do conhecimento científico.

Episódio de ensino 3

Os estudantes foram solicitados a analisar dados sobre propriedades dos pesticidas, como a volatilidade. Isso possibilitou a reformulação dos modelos e analogias propostos, como ilustra a transcrição a seguir:

Quadro 3. Transcrição do episódio de ensino 3.

7. P1: Vocês já falaram aquela hora que a gente discutiu a velocidade e a questão da dispersão em relação à volatilidade. Aqui oh (apontando para o papel com atividade), o que vai acontecer?
((Eles ficaram pensando mais um tempo e declararam não saber.))
((Depois de algum tempo de reflexão...))
8. A1: Se a volatilidade ela é baixa ele iria demorar mais para se espalhar, né?
9. A3: Tá fácil aí.
10. A1: Então fala! Já falou e agora tá com vergonha.
11. A3: Tipo assim... aí que está as tretas, (o estudante desenha na mesa para explicar o colega) não está? Aí essas tretas vão separar assim quando tem menor vai separar assim.
12. A1: Entendi nada.
13. A3: O pesticida quando tiver menor massa vai se espalhar assim (faz gestos circulares

rápidos com as mãos), quando tem maior massa vai espalhar assim (faz gestos circulares lentos com as mãos).

14. A1: Apaga aí (se refere ao desenho que fizeram na mesa).

Nos turnos 8 ao 14 o estudante A3 tenta explicar a relação entre massa, velocidade de espalhamento e volatilidade das partículas de pesticida ao estudante A1, conjugando expressão verbal e um desenho feito na mesa. Isso evidencia que o processo de dialogia se dá por um encontro de vozes em um processo ativo, no caso a voz falada, a voz da ilustração e dos gestos de A3 (SMOLKA, 1993).

Em um primeiro momento (turno 11), a verbalização de A3 apresentou-se mais como um momento de organização de suas próprias ideias. No entanto, a dúvida expressa pelo par (turno 12) possibilitou a formulação de uma explicação mais rica em detalhes e com ideias mais concatenadas que parece ter sido convencido A1. Após a verbalização da mesma, A1 solicitou a retirada do auxílio da expressão por desenho (turno 14). Segundo Bakhtin (1992), a enunciação só é realizada, de fato, a partir de uma comunicação verbal. A verbalização das ideias faz parte de uma construção de sentido dialógica, como a que aconteceu neste episódio de ensino.

Observa-se nesse trecho que há um processo de elaboração de significados sobre a relação entre a dispersão e volatilidade das substâncias. Identifica-se que há uma dinâmica interativa que permeia este processo, evidenciada em todo o trecho por meios de comunicação diversos (verbal, ilustração e gestos) nas trocas de experiências e nas tentativas de atribuição de significado aos novos conceitos.

Considerações Finais

Neste estudo sobre os processos de aprendizagem e a dialogia em uma atividade sobre uma QSC fundamentada na modelagem analógica, ressaltamos diferentes elementos do processo dialógico que contribuíram para a promoção do entendimento conceitual pelos sujeitos, como: as linguagens em suas diferentes formas, as experiências vivenciadas, a mediação pedagógica, e a verbalização de ideias. Por exemplo, no segundo episódio tivemos indícios do entendimento conceitual dos estudantes no momento em que eles identificaram novas relações de similaridade entre domínio alvo e análogo referentes ao espalhamento, ao movimento e aos choques entre as partículas no ar. No episódio de ensino 3, também tivemos indícios do entendimento sobre a relação entre volatilidade e dispersão.

Em ambos os momentos, observa-se com clareza a importância da *mediação* das pesquisadoras, da professora, dos pares e da linguagem, algo que realça que esse processo torna-se possível pelas práticas sociais pedagógicas e dialógicas (FONTANA, 1996). No caso da mediação pedagógica, as pesquisadoras utilizaram estratégias como recordar solicitações anteriores para desenvolvimento das ideias e usar uma linguagem mais familiar aos estudantes, as quais os auxiliaram na elaboração de significados. Assim, no caso da mediação da linguagem, ficou evidente que esta assumiu um papel que foi além da comunicação; ela sustentou a própria construção de significados (VYGOSTSKY, 1987). Isso pode ser percebido de forma bem evidente na negociação de significados entre os estudantes A3 e A1 no episódio 3.

A análise dos elementos do processo dialógico identificados em nosso estudo nos leva a concluir que um processo de aprendizagem efetivo é promovido pela conjugação destes (e de outros da mesma natureza não identificados aqui), a qual depende de um planejamento e auxílio conscientes da parte dos educadores, pesquisadores, desenvolvedores de currículo e de materiais instrucionais.

Agradecimentos e apoios

CNPq, FAPEMIG e UFOP

Referências

ANDRADE, G. M. P. C.; MOZZER, N. B. Proposta de uma sequência didática sobre o uso de pesticidas fundamentada na modelagem analógica. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, 2017, Florianópolis.

BAKHTIN, M. M. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 1992.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018.

FONTANA, R. A. C. **A mediação pedagógica na sala de aula**. Campinas: Autores Associados, 1996.

GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**, v. 7, n. 2, p. 155-170, 1983.

JUSTI, R.; GILBERT, J. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002.

MACHADO, A. H. **Aula de Química: Discurso e Conhecimento**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Modelagem Analógica no Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de ciências**, v. 23, n. 1, p. 155-182, 2018.

SADLER, T. D. Situating Socio-scientific Issue in Classroom as a Means of Achieving Goals of Science Education. **Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research, Contemporary Trends and Issues in science Education**, p. 1-9, 2011.

SMOLKA, A. L. B. Esboço de uma perspectiva teórico-metodológica no estudo de processos de construção de conhecimento. **A significação nos espaços educacionais**. Campinas: Papirus, 1993.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1987.