

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO EM EDUCAÇÃO

ADRIANA MOREIRA LIMA

ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE APRENDIZAGENS NAS DIMENSÕES
CONCEITUAL, PROCEDIMENTAL E ATITUDINAL EM UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA SOBRE O USO DE AGROQUÍMICOS FUNDAMENTADA NA
MODELAGEM ANALÓGICA

MARIANA

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO EM EDUCAÇÃO

ADRIANA MOREIRA LIMA

ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE APRENDIZAGENS NAS DIMENSÕES
CONCEITUAL, PROCEDIMENTAL E ATITUDINAL EM UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA SOBRE O USO DE AGROQUÍMICOS FUNDAMENTADA NA
MODELAGEM ANALÓGICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de Pesquisa: Práticas Educativas, Metodologias de Ensino e Tecnologias de Educação (PEMETE).

Orientadora: Profa. Dra. Nilmara Braga Mozzer.

MARIANA

2019

L732a Lima, Adriana Moreira.

Análise do desenvolvimento de aprendizagens nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal em uma sequência didática sobre o uso de agroquímicos fundamentada na modelagem analógica. [manuscrito] / Adriana Moreira Lima. - 2019.

201 f.: il.: color., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Nilmara Braga Mozzer.
Dissertação (Mestrado Acadêmico). Universidade Federal de Ouro Preto.
Departamento de Educação. Programa de Educação.
Área de Concentração: Educação.

1. Avaliação da aprendizagem - Estudantes do ensino médio - Itabirito (MG). 2. Aprendizagem de atitudes. 3. Pensamento crítico - Estudantes. 4. Química agrícola. I. Mozzer, Nilmara Braga. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 37.012(043.3)

Catálogo: www.sisbin.ufop.br

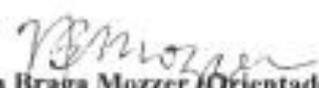


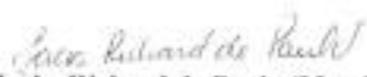
Adriana Moreira Lima

Análise do desenvolvimento de aprendizagens nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal em uma sequência didática sobre o uso de agroquímicos fundamentada na modelagem analógica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da UFOP, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre (a) em Educação, e aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Mariana, 23 de agosto de 2019.


Prof. Dra. Nilmara Braga Mozzer (Orientadora)
Universidade Federal de Ouro Preto


Prof. Dr. Jacks Richard de Paulo (Membro)
Universidade Federal de Ouro Preto


Prof. Dr. Nei de Freitas Nunes-Neto (Membro)
Universidade Federal da Grande Dourados

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus passos, dando-me sabedoria, serenidade e força para terminar essa trajetória.

À minha orientadora, Nilmara Braga Mozzer, que me acolheu, me orientou e me ensinou o significado verdadeiro de ser professora, ao longo destes dois anos. Agradeço pela amizade construída, que foi muito além da orientação.

Ao meu companheiro, Naiti Weslei, que por mais ou menos 870 dias não desistiu de mim em meio aos meus momentos de loucura, calma e ausência.

À minha família, minha base. Em especial, às minhas sobrinhas, pois suas chegadas amenizaram, muitas vezes, minhas angústias.

A todos que me apoiaram e contribuíram de forma direta e indiretamente. Em especial, ao Quarteto Fantástico, pelas palavras de incentivo.

À minha amiga Gabriela Andrade que, por inúmeras vezes, me escutou em áudios de mais de cinco minutos e me auxiliou na coleta de dados, além de me presentear com a oportunidade de aplicar a sequência didática criada por ela.

Aos membros do grupo de pesquisa “Práticas Científicas e Epistêmicas na Educação em Ciências” pelas discussões, leituras e contribuições durante o processo. Em especial, agradeço a Thais Oliveira, Kênia Basto e Clara Cirino que me ajudaram na coleta e transcrição de dados e a participar do ENEQ.

Aos meus alunos, que são fontes de incentivo e empenho para sempre buscar melhorias em minha prática docente.

Aos professores do Mestrado e colegas da turma de 2017. Em especial a Homero, Ada e Daniela, que me auxiliaram e compartilharam experiências únicas em nossas disciplinas.

Aos professores, Nei Nunes-Neto e Jacks Richard de Paulo, pelas contribuições no exame de qualificação e por terem gentilmente aceitado compor a banca de avaliação dessa dissertação.

Meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

Este trabalho apresenta como objetivo central investigar as aprendizagens dos estudantes nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal ao serem envolvidos na discussão da Questão Sociocientífica (QSC) sobre o uso dos agroquímicos como uma alternativa para controlar a transmissão de doenças pelo mosquito *Aedes aegypti* em uma Sequência Didática (SD) fundamentada na modelagem analógica. Nesse contexto, as QSC são assumidas como problemáticas sociais controversas que possuem ligações científicas ou processuais com a ciência, mas cuja solução não pode ser inteiramente determinada por considerações científicas. A modelagem analógica é entendida como o processo de elaboração, crítica e refino de modelos e analogias, os quais desempenham neste processo o papel de ferramentas de pensamento e linguagem e que, por isso, podem justificar a promoção de aprendizagens nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal necessárias para a formação de cidadãos engajados e capazes de dialogar criticamente. A pesquisa foi realizada com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual, situada no município de Itabirito, Minas Gerais. Um grupo de quatro estudantes foi selecionado como nossa amostra em virtude, principalmente, de sua participação efetiva durante as aulas que realizamos a pesquisa. As aulas da SD foram registradas em áudio e em vídeo. Também foram realizadas anotações de campo e uma entrevista com os estudantes pesquisados. Para a análise de dados, transcrevemos toda a discussão ocorrida durante a SD e elaboramos um estudo de caso, a partir de uma análise detalhada dos episódios de ensino, ou seja, dos momentos extraídos das aulas, em que evidenciávamos aprendizagens dos estudantes nas três dimensões. Em seguida, sintetizamos essas aprendizagens e as associamos às etapas da modelagem analógica e aos outros fatores que reconhecemos como importantes para a sua promoção. A partir da análise de nossos dados, conseguimos identificar alguns pontos importantes em nosso estudo, dentre eles o fato da modelagem analógica fornecer oportunidades para que os estudantes desenvolvessem diferentes aprendizagens conceituais e procedimentais. A pouca expressividade das aprendizagens atitudinais refletida em uma baixa criticidade em relação à tomada de decisão dos estudantes, nos alerta sobre a necessidade de auxiliar os estudantes a refletir sobre evidências e valores. Como implicação desses resultados, algumas modificações importantes foram propostas para a SD e um possível e futuro desenvolvimento da mesma em novos contextos de ensino foi vislumbrado.

Palavras-chave: Questões Sociocientíficas, Modelagem Analógica, Agroquímicos, Aprendizagens conceitual, procedimental e atitudinal.

ABSTRACT

This work presents as a central objective to investigate the students' learning in the conceptual, procedural and attitudinal dimensions when being involved in the discussion of the Socio-scientific Issues (SSI) on the use of agrochemicals in the control of the *Aedes aegypti* mosquito in a Didactic Sequence (DS) based on analogical modeling. In this context, SSI are assumed to be controversial social problems that have scientific or procedural links to science, but whose solution cannot be determined entirely by scientific considerations. Analogical modeling is understood as the process of elaboration, critique and refining of models and analogies, which play in this process the role of thought and language tools and which, for this reason, can justify the promotion of learning in the conceptual, procedural and attitudinal dimensions necessary for the formation of citizens engaged and able to dialogue critically. The research was carried out with students of the third year of the High School of a public school, located in the municipality of Itabirito, Minas Gerais. A group of four students was selected as our sample mainly because of their effective participation during the classes we conducted the research. DS classes were recorded in audio and video. Field notes and an interview with the students were also carried out. For the analysis of data, we transcribed all the discussion that occurred during DS and we elaborated a case study, from a detailed analysis of the teaching episodes, that is, of the moments extracted from the classes, in which we evidenced the students' learning in the three dimensions. Next, we synthesize these learning and associate them with the steps of analogical modelling and the other factors that we recognize as important for their promotion. From the analysis of our data, we were able to identify some important points in our study, among them the fact that analogical modelling provides opportunities for students to develop different conceptual and procedural learning. The low expressiveness of attitudinal learning reflected in a low criticality in relation to student decision-making, alerts us to the need to help students reflect on evidence and values. As implication of these results, some important modifications were proposed for DS and a possible and future development of the same in new teaching contexts was envisaged.

Keywords: Socio-scientific Issues, Analogical Modelling, Agrochemicals, Conceptual, procedural and attitudinal learning.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Movimento CTS no Ensino e o Letramento Científico	16
2.2 Questões Sociocientíficas e o Ensino de Ciências.....	21
2.3 As dimensões do conteúdo e a abordagem de QSC.....	27
2.4 O uso de agroquímicos como uma QSC.....	31
2.5 Modelos, Analogias e Modelagem no Ensino de Ciências.....	34
3. METODOLOGIA	42
3.1 A Professora, as Pesquisadoras, a Turma e a Amostra	42
3.2 A Sequência Didática (SD).....	44
3.3 Coleta de dados	53
3.3.1 A Entrevista.....	55
3.4 Análise de dados	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.1 Entrevista	136
5. RESPOSTA ÀS QUESTÕES DE PESQUISA	145
6. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES	160
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165
8. ANEXOS	174
8.1 Anexo 1: Sequência Didática sobre pesticidas	174
8.2 Anexo 2: Parecer Consubstanciado do CEP	190
8.3 Anexo 3: Termo de Anuência para os estudantes menores de 18 anos	193
8.4 Anexo 4: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Responsável pelo Aluno	196
8.5 Anexo 5: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Aluno Voluntário Maior de 18 anos	199
8.5 Anexo 6: Autorização	202
8.6 Anexo 7: Roteiro de Entrevista.....	203

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Objetivos de aprendizagem almejados	50
Quadro 2. Relação entre as aulas e as atividades desenvolvidas	54
Quadro 3. Episódio de ensino 1	60
Quadro 4. Analogia estabelecida entre o equilíbrio físico e o equilíbrio químico e sua limitação.	62
Quadro 5. Episódio de ensino 2	63
Quadro 6. Episódio de ensino 3	67
Quadro 7. Episódio de ensino 4	69
Quadro 8. Episódio de ensino 5	72
Quadro 9. Episódio de ensino 6	74
Quadro 10. Episódio de ensino 7	76
Quadro 11. Relações de similaridade estabelecidas pelos estudantes entre a dispersão das partículas de um odorizador e as partículas de agroquímico no ar.	79
Quadro 12. Episódio de ensino 8	80
Quadro 13. Episódio de ensino 9	81
Quadro 14. Episódio de ensino 10	83
Quadro 15. Episódio de ensino 11	84
Quadro 16. Episódio de ensino 12	85
Quadro 17. Analogia estabelecida pelos estudantes entre a dispersão das partículas de diferentes tipos de odorizadores e diferentes agroquímicos no ar e sua limitação	87
Quadro 18. Episódio de Ensino 13	88
Quadro 19. Episódio de Ensino 14	91
Quadro 20. Episódio de Ensino 15	94
Quadro 21. Comparação de mera aparência entre o sistema areia e água e o sistema Malathion e água	96
Quadro 22. Comparação de similaridade literal entre o sistema sal e água e o sistema Diclorvos e água	97
Quadro 23. Comparação de mera aparência entre o sistema óleo e água e o sistema Cipermetrina e água	97
Quadro 24. Episódio de Ensino 16	99
Quadro 25. Episódio de Ensino 17	101

Quadro 26. Analogia entre os comportamentos dos sistemas areia e água e Cipermetrina e água	103
Quadro 27. Analogia entre os comportamentos do sistema sal e água e Diclorvos e água.....	103
Quadro 28. Episódio de Ensino 18	104
Quadro 29. Analogia entre os comportamentos dos sistemas óleo e água e Cipermetrina e água	105
Quadro 30. Episódio de Ensino 19	107
Quadro 31. Episódio de Ensino 20	109
Quadro 32. Comparação de similaridade literal entre o sistema óleo e água e o sistema óleo essencial e água	111
Quadro 33. Episódio de Ensino 21	112
Quadro 34. Episódio de Ensino 22	116
Quadro 35. Episódio de Ensino 23	117
Quadro 36. Episódio de Ensino 24	119
Quadro 37. Episódio de Ensino 25	121
Quadro 38. Episódio de Ensino 26	123
Quadro 39. Episódio de Ensino 27	126
Quadro 40. Episódio de Ensino 28	129
Quadro 41. Trecho 1 – Discussão das Questões 1 e 2 do roteiro de entrevistas	136
Quadro 42. Trecho 2 – Discussão das Questões 3, 4, 5 e 6 do roteiro de entrevistas ...	138
Quadro 43. Trecho 3 – Discussão das Questões 7 e 8 do roteiro de entrevistas	140
Quadro 44. Trecho 4 – Discussão da Questão 9 do roteiro de entrevistas	141
Quadro 45. Trecho 5 – Fechamento da Discussão em relação ao parecer	143
Quadro 46. Objetivos alcançados	145

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação das dimensões CPA	29
Figura 2: Modelo de Modelagem	35
Figura 3: Representação da dispersão do agroquímico no ar	70
Figura 4: Modelo reformulado da dispersão do agroquímico no ar	73
Figura 5: Modelo reformulado do agroquímico no ar	75
Figura 6: Modelo para o sistema Cipermetrina e água	88
Figura 7: Modelo para o sistema Malathion e água	89
Figura 8: Modelo para o sistema Diclorvos e água	89
Figura 9: Modelo do sistema óleo em água	110
Figura 10: Modelo reformulado da difusão e degradação do óleo essencial no ar	123
Figura 11: Modelo da degradação e dissolução do óleo essencial em água	124
Figura 12: Parecer do grupo 1	134

1. INTRODUÇÃO

Os apontamentos e reflexões sobre as aprendizagens nas aulas de Ciências da Educação Básica apresentados neste trabalho são desdobramentos de minha caminhada universitária e profissional. Dessa forma, refletem meu desejo de manter uma prática docente atenta aos movimentos que contribuem para a formação ampla dos estudantes da Educação Básica.

Seis meses após finalizar o Ensino Médio, ingressei no curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), no ano de 2008. Durante o curso, participei de várias atividades de preparação para a docência, como o projeto Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e iniciações científicas nas áreas de Química e de Ensino de Química. Em 2013, ao me formar, já lecionava em escolas públicas da região de Ouro Preto e Mariana, experiência essencial para o aprimoramento da minha prática docente. Eu me via frente a vários desafios da sala de aula, especialmente com relação à relevância e ao significado dos conteúdos ministrados para o público-alvo de baixa renda das escolas onde eu lecionava. Isso me motivou a dar continuidade ao meu processo formativo.

Em 2014, ingressei no curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação (CECIMIG/ENCI), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e em 2017 ingressei no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e no grupo de pesquisa “Práticas Científicas e Epistêmicas na Educação em Ciências” dessa mesma universidade, coordenado pelas professoras Paula Mendonça e Nilmara Mozzer, orientadora deste trabalho.

Essas experiências formativa e docente que venho vivenciando reforçaram para mim a necessidade de se pensar em uma educação mais engajadora e cidadã, e que, como Santos e Mortimer (2002) apontam, leve os estudantes a participar efetivamente em contraposição a um ensino passivo e imposto sem que eles tenham espaço e voz.

Dentre essas experiências, a minha participação no grupo de pesquisa mencionado foi essencial para que eu tivesse acesso a trocas de experiências e discussões relacionadas às perspectivas engajadoras, dialógicas e cidadãs de ensino e aprendizagem de Química. Em uma das reuniões de grupo, tomei conhecimento da Sequência Didática (SD) sobre o uso de agroquímicos no combate do mosquito *Aedes aegypti* elaborada por Andrade e Mozzer (2017).

Inicialmente, reconheci na proposta da abordagem dessa Questão Sociocientífica (QSC) fundamentada na modelagem analógica o potencial de proporcionar aos estudantes um ensino mais participativo, dialógico e coerente com os processos de elaboração de conhecimentos nas ciências. Por isso, numa primeira fase, me vi motivada a investigar a aprendizagem dos estudantes na dimensão conceitual (LIMA; MOZZER, 2019).

As discussões com a banca de qualificação, no entanto, foram essenciais para ampliar minha visão quanto aos limites e as possibilidades da proposta em relação às demais aprendizagens: nas dimensões procedimental e, especialmente, atitudinal -, uma vez que permitiu-me compreender que uma formação cidadã crítica se dá pela conjugação dessas aprendizagens intrinsecamente relacionadas.

Assim, nesta fase final, este trabalho tem como objetivo geral *investigar como se deram as aprendizagens dos estudantes nas três dimensões e em que medida elas os auxiliaram na tomada de decisão sobre a QSC*. Mais especificamente, buscamos responder duas questões de pesquisa i) *como se desenvolveram as aprendizagens dos estudantes nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal ao longo da sequência didática que aborda uma QSC sobre o uso dos agroquímicos fundamentada na modelagem analógica?*; e (ii) *em que medida os estudantes se apropriaram dessas aprendizagens na tomada de decisão sobre o uso de agroquímicos?*

Para o entendimento do percurso realizado em nosso estudo, organizamos nossa pesquisa em seis capítulos. No capítulo 2, apresentamos nossa fundamentação teórica. Iniciamos com a apresentação do Movimento CTS no Ensino, discutindo diferentes perspectivas em relação ao Letramento Científico. Apresentamos nosso posicionamento em defesa de um ensino pautado não apenas em conceitos, mas que conjuga o desenvolvimento de aprendizagens nas três dimensões mencionadas anteriormente. A partir da discussão em relação às três dimensões do conteúdo e da abordagem de QSC no Ensino de Ciências, nós apresentamos o uso dos agroquímicos como uma problemática que foi desenvolvida em nossa Sequência Didática (SD). Por fim, apresentamos os modelos e analogias como ferramentas importantes para o desenvolvimento das aprendizagens pelos estudantes no processo de modelagem analógica.

No capítulo 3 são apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa. Discutimos sobre o contexto e sobre os participantes da pesquisa: professora, pesquisadora, turma e sujeitos investigados (amostra). Descrevemos a SD e os objetivos de aprendizagem almejados por nós. Finalmente, detalhamos os procedimentos envolvidos em nossa coleta e análise de dados.

O capítulo 4 traz nossos resultados e discussão. Em nossa análise apresentamos episódios de ensino em que observamos indícios das aprendizagens conceitual, procedimental e atitudinal durante as atividades propostas e sinalizamos discussões que poderiam ter sido exploradas por meio da SD.

No capítulo 5 apresentamos as respostas às nossas questões de pesquisa com base na síntese das aprendizagens alcançadas pelos nossos estudantes durante a SD.

Por fim, no capítulo 6, trazemos nossas conclusões sobre este estudo e as implicações do mesmo para o ensino e para a pesquisa e apontamos focos de possíveis alterações em nossa SD advindos da análise que realizamos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Movimento CTS no Ensino e o Letramento Científico

A expressão CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade - é utilizada para fazer referência às relações que o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, ao longo dos anos, gerou no contexto social. Nesse sentido, pode-se acreditar que essas relações ocorrem dentro do contexto da própria sociedade (AZEVEDO; GHEIDIN; SILVA-FROSBERG; GONZAGA, 2013).

Segundo Aikenhead (2005), o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) surgiu na década de 1970. A necessidade de ampliação da educação científica, visto que poucos se interessavam em desenvolver uma visão crítica frente ao avanço da Ciência e da Tecnologia e as implicações desse avanço na Sociedade, foi o elemento fundamental.

Após a degradação ambiental e a ocorrência de guerras (como a do Vietnã) por volta de 1960-1970, o movimento CTS se tornou alvo de um olhar mais crítico, uma vez que tinha por objetivo desenvolver a capacidade dos estudantes de se posicionar como cidadãos esclarecidos e responsáveis frente aos desafios impostos no mundo (AULER, 2002). Diferentes autores centraram seus estudos nessa abordagem, alguns dos quais discorreremos sobre seus pontos de vista nesta seção.

De acordo com Mansour (2009), CTS é um campo de estudo interdisciplinar, que procura explorar e compreender as diversas formas com que a ciência moderna e a tecnologia retratam a cultura, os valores e as instituições e, da mesma forma, que a cultura e os valores moldam a ciência e a tecnologia.

Santos e Mortimer (2002) retratam que:

Desde a década de sessenta, currículos de ensino de ciências com ênfase em CTS – ciência, tecnologia e sociedade, vêm sendo desenvolvidos no mundo inteiro. Tais currículos apresentam como objetivo central preparar os estudantes para o exercício da cidadania e caracterizam-se por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.110).

Para Santos e Mortimer (2002), a proposta CTS é diferente de apenas citar exemplos do cotidiano dentro de uma sala de aula. As mudanças do currículo devem ser realmente efetivas e, para isso, de acordo com esses autores existem diferentes princípios que precisam ser observados, como:

A preocupação com a formação de atitude e valores em contraposição ao ensino memorístico com pseudopreparação para o vestibular; a abordagem temática em contraposição aos extensos programas de ciências alheios ao cotidiano do aluno; o ensino que leva o aluno a participar em contraposição ao ensino passivo, imposto sem que haja espaço para sua voz e suas aspirações (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 127).

Neste mesmo sentido Krasilchik, (2000) adverte que:

A admissão das conexões entre a ciência e a sociedade implica que o ensino não se limite aos aspectos internos à investigação científica, mas à correlação destes com aspectos políticos, econômicos e culturais. Os alunos passam a estudar conteúdos científicos relevantes para sua vida, no sentido de identificar os problemas e buscar soluções para os mesmos (KRASILCHIK, 2000, p. 89).

Martínez Pérez (2010) também destaca a emergência de se constituir um ensino de Ciências com foco CTS, a fim de se priorizar a formação crítica dos estudantes. De acordo com o autor, é no confronto dos estudantes com questões relativas à ciência e à tecnologia que o ensino poderá contribuir para aprimorar a responsabilidade individual e social dos sujeitos.

Propostas de educação CTS/CTSA¹ vem sendo desenvolvidas no mundo todo por professores e pesquisadores, como consequência dessas discussões no campo da Educação em Ciências (AULER, 2002; por exemplo, SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS, 2007; ZANOTTO et al., 2016). Segundo Pedretti e Nazir (2011), propostas dessa natureza se fundamentam em seis vertentes principais, as quais foram traduzidas e interpretadas por Conrado (2017) e Conrado e Nunes-Neto (2018) da seguinte forma:

- Primeira vertente – *Aplicação e Desenho*: centrada na resolução de problemas sociais do cotidiano a partir da compreensão e aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos pelo estudante e, sobretudo, nos procedimentos da ciência.
- Segunda vertente – *Histórica*: concentra em ampliar a compreensão do estudante sobre o aspecto histórico e sociocultural da ciência e sua ligação com a percepção da atividade científica dentro do próprio papel da ciência.

¹ As propostas curriculares que eram discutidas sobre o movimento CTS se baseavam nos impactos tecnológicos e nas consequências ambientais. Deste modo, passou-se a adotar a sigla CTSA, que acrescenta o ambiente como mais uma inter-relação entre a ciência, tecnologia e sociedade. De acordo com Santos (2007), isso não significa que as discussões sobre CTS não irão abranger, priorizar ou considerar as questões ambientais, apenas que a terminologia CTSA destaca o importante papel da educação ambiental nas propostas de ensino embasadas no movimento.

- Terceira vertente – *Raciocínio Lógico e Argumentação*: tem foco no desenvolvimento crítico dos estudantes, centrado em atividades de comunicação e de argumentação, com ênfase no aspecto lógico e racional da comunicação argumentativa.
- Quarta vertente – *Valores e Desenvolvimento Moral*: foca na melhoria e desenvolvimento da compreensão dos estudantes em relação aos aspectos éticos e raciocínio moral, relacionados à ciência e à tecnologia.
- Quinta vertente – *Sociocultural e Multiculturalismo*: foca no desenvolvimento da compreensão pelos estudantes de aspectos socioculturais da ciência e tecnologia, associados às atividades política, econômica e cultural.
- Sexta vertente – *Justiça socioambiental e ativismo*: centrada na formação de cidadãos que não estão apenas conscientes, mas prontos para lutar por uma sociedade com maior justiça social e ambiental.

Para Pedretti e Nazir (2011), o tratamento de Questões Sociocientíficas (QSC)² no ensino, o qual fundamenta nossa pesquisa, é um exemplo de outros movimentos que evoluíram a partir da educação CTS/CTSA, que apresentam princípios e visões pedagógicas semelhantes. Assim, considerando-se as vertentes identificadas por essas autoras, avaliamos que nossa pesquisa está centrada na primeira e terceira vertentes.

Atribuímos maior ênfase à terceira, visto que nossos objetivos estão relacionados ao desenvolvimento de posicionamentos críticos pelos estudantes em ambientes argumentativos de ensino fomentados na abordagem da QSC sobre o uso de agroquímicos fundamentada na modelagem analógica. Duas das dimensões que consideramos importantes para sustentar tais posicionamentos durante a modelagem analógica, mas que não possuem uma relação hierárquica face à atitudinal, são a conceitual e a procedimental. Por isso, entendemos que nosso trabalho, de certa forma, também se filie à primeira vertente, uma vez que busca a elaboração de significados de conceitos científicos que auxiliem os estudantes a resolver a problemática e numa instância mais ampla contribuir para o letramento científico dos mesmos (maiores detalhes sobre as vertentes nas quais esse trabalho se situam encontram-se na seção 2.6).

Dada a centralidade da noção de letramento científico, devido seu papel norteador dos objetivos do ensino de Ciências e, portanto, do currículo e sua influência

² Neste trabalho, adotamos para as QSC o significado de problemas sociais controversos, abertos e sem soluções claras, que, por isso, tendem a ter diversas soluções plausíveis (SADLER, 2011). Uma discussão mais detalhada sobre as QSC é apresentada na próxima seção.

sobre as práticas docentes, é importante discutir as diferentes visões associadas ao termo e esclarecer o seu significado na perspectiva dos autores que embasam a nossa pesquisa.

Mamede e Zimmermann (2005) distinguem alfabetização científica de letramento científico, pontuando que enquanto a alfabetização científica está relacionada com a aprendizagem de conteúdos e da linguagem científica, o letramento científico refere-se ao uso do conhecimento científico e tecnológico no cotidiano dentro de um contexto socio-histórico específico. Santos e Mortimer (2001) compreendem o letramento científico e tecnológico como sendo a condição do indivíduo, não apenas de reconhecer a linguagem científica e tecnológica, mas de cultivar e de fazer uso dela nas suas práticas sociais.

Em seu trabalho, Sadler (2011) faz referência a duas visões de letramento científico sintetizadas por Roberts (2007 apud SADLER, 2011). Uma delas, relacionada ao desenvolvimento do conhecimento científico nas práticas científicas, ou seja, para aprender conceitos de ciência e prática da ciência. Neste sentido, essa noção é similar a de alfabetização científica destacada por Mamede e Zimmermann (2005). A outra, está relacionada a um letramento sobre ciência, que envolve considerações que vão além da científica, mas que deriva seu significado de situações com um componente científico, as quais estudantes provavelmente vão encontrar na sua vida de cidadãos. Essa noção é similar a de letramento científico nas perspectivas de Santos e Mortimer (2001) e de Mamede e Zimmermann (2005).

Apesar da mencionada origem das QSC no movimento CTS/CTSA, Zeidler, Sadler, Simmons e Howes (2005) consideram que, enquanto o objetivo geral da abordagem CTS/CTSA é aumentar o interesse dos estudantes pela ciência, colocando a aprendizagem de conteúdos de ciência em um contexto social, a educação baseada nas QSC visa, de forma mais ampla, estimular e promover o desenvolvimento intelectual e individual, moral e ético, o qual envolve a consciência da interdependência entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesta abordagem espera-se que os estudantes desenvolvam também compreensões sobre a epistemologia do conhecimento científico, como os processos e métodos utilizados no fazer científico, além da ciência como forma de saber para tomar decisões (ZEIDLER et al., 2005). Assim, os trabalhos de Zeidler e seus colaboradores filiam-se à terceira vertente de Pedretti e Nazir (2011), devido à ênfase no crescimento psicológico, moral e epistemológico do estudante.

Para Zeidler et al. (2005), as QSC não servem apenas como um contexto para a aprendizagem sobre ciência, mas como uma estratégia pedagógica com metas definidas,

nas quais o conhecimento e a compreensão das interconexões entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente são componentes importantes no desenvolvimento dos estudantes.

Ao defendermos a necessidade de o ensino de Ciências promover e almejar o desenvolvimento do posicionamento crítico pelos estudantes nos associamos à noção de letramento científico crítico. Segundo Conrado (2017), este está relacionado com a educação científica que promove a formação de estudantes ativistas e que são responsáveis e capazes de dialogar criticamente em esferas públicas sejam elas locais, nacionais ou globais, buscando sempre por um mundo justo social e ambientalmente (CONRADO, 2017).

A autora discute que:

Nem todo letramento científico funcional é crítico (ao menos não no significado estabelecido aqui), por outro lado, todo letramento científico crítico é funcional, uma vez que cumpre determinada função social, neste caso, relacionada à crítica, a partir de inclusão de dimensões ética e política na educação científica (CONRADO, 2017, p. 55).

Hodson (2011) em seu livro retrata que o propósito fundamental do letramento científico crítico é auxiliar os estudantes a pensarem por si mesmos e tirar suas conclusões sobre questões que possam estar atreladas às dimensões científicas, tecnológicas e ambientais. Além disso, ele sinaliza sua defesa em relação a uma educação científica *“mais politizada e baseada em questões, cujo objetivo central é equipar os alunos com a capacidade e o compromisso de tomar medidas apropriadas, responsáveis e eficazes em questões de caráter social, econômico, ambiental e moral-ético (HODSON, 2011, p. 28)”*.

Nesse sentido, nos colocamos em defesa das ideias de Hodson (2011), Conrado (2017) e Conrado e Nunes-Neto (2018), de que o letramento científico crítico, pela sua amplitude, contempla não apenas a aprendizagem conceitual, mas também aprendizagens atitudinais e procedimentais que tem como objetivo contribuir na formação de cidadãos engajados e críticos.

Assim, esses autores podem ser associados à sexta vertente de Pedretti e Nazir (2011). No nosso caso, embora nossa pesquisa tenha sido centrada nas primeira e terceira vertentes - o que, sob um primeiro olhar, pode parecer que defendemos um letramento científico sustentado na aprendizagem quase que exclusiva de conceitos e práticas da ciência - defendemos que um ensino pautado apenas em conceitos se torna insuficiente

para a formação dos estudantes cidadãos, a qual somente pode ser alcançada se almejarmos abarcar as três dimensões de aprendizagens (conceitual, procedimental e atitudinal). Por esse mesmo motivo, nos filiamos à perspectiva de letramento científico crítico de Hodson (2011), Conrado (2017) e Conrado e Nunes-Neto (2018).

2.2 Questões Sociocientíficas e o Ensino de Ciências

As QSC são conceituadas como problemas sociais controversos com ligações conceituais e/ou processuais à ciência (SADLER, 2004). São problemas abertos sem soluções claras e que tendem a ter diversas soluções plausíveis. Estas soluções podem ter princípios fundamentados em conceitos científicos, em teorias e dados, em fatores sociais, políticos, econômicos, éticos mas não devem ser totalmente determinadas pelos aspectos científicos (SADLER, 2011).

Segundo Jiménez Aleixandre (2010), as QSC possuem caráter interdisciplinar, uma vez que são fundamentadas em noções científicas e podem ter implicações em campos distintos. A autora exemplifica algumas das dimensões que podem estar interligadas nas QSC:

- *Dimensão social*: aborda de forma ampla as estruturas de uma sociedade, aspectos como a convivência, o bem estar, a economia, entre outros. Essa dimensão fica bem explícita na questão da queda do preço do açúcar e da perda de milhares de empregos na indústria açucareira no México e em outros países devido à comercialização de um adoçante obtido de um milho transgênico.
- *Dimensão ética*: afetam o nível normativo, ou seja, o que é considerável aceitável ou não, por exemplo, no caso da clonagem humana.
- *Dimensão política*: essa interfere nos direitos e liberdades de todos os indivíduos que compõe uma sociedade. Por exemplo, a rejeição do governo boliviano em 2000 com a introdução de uma batata transgênica resistente a nematoides.
- *Dimensão ambiental*: afetam a proteção e a melhoria ao meio ambiente e os recursos naturais, como o aquecimento global e a mudança climática.

De acordo com Grace (2006) as QSC, por natureza, possuem múltiplas faces, mas algumas características comuns, como: ter base em ciência; conter um elemento de controvérsia; envolver a formação de opiniões e fazer escolhas a nível pessoal ou social; lidar com informações incompletas devido às evidências científicas conflitantes; envolver análises de custo-benefício em que o risco interage com valores; envolver a consideração

do desenvolvimento sustentável; envolver valores e raciocínio ético; exigir compreensão de probabilidade e risco.

Devido a essas características, no tratamento de uma QSC os estudantes necessitam: compreender o conteúdo da questão; processar as informações associadas à questão; atender às questões éticas e morais da questão; adotar uma posição sobre a questão (SADLER et al., 2004).

Os principais objetivos da introdução das QSC no currículo de Ciências têm sido os de ampliar as discussões e a análise crítica dos estudantes sobre problemas autênticos. Estes, são entendidos como problemas que têm relevância na vida cotidiana dos estudantes, referentes a alguma problemática relacionada a uma questão ambiental, econômica, social, política, ou a uma combinação destas (AIKENHEAD, 1985).

Jiménez Aleixandre (1998) aponta em seus trabalhos que atividades que envolvam problemas autênticos devem conter algumas características para que possam ser assim intituladas. São elas:

- *Contexto*: relacionado com a vida real e situações familiares (o que nem sempre significa doméstico, uma vez que o estudante está inserido em um ambiente que inclui notícias de outros países e contextos), em lugar de um contexto abstrato. Dessa forma, os estudantes podem perceber a relevância da discussão para sua vida. As atividades autênticas não precisam, necessariamente, serem verdadeiras.
- *Abertura*: como a maioria dos problemas reais, é aberto e pouco estruturado. Ele gera uma variedade de respostas possíveis, mesmo quando você possui uma considerada mais adequada, como acontece com muitos dos problemas científicos. A ‘abertura’ pode ser entendida de diversas maneiras: variedade de soluções ou produtos finais; diferentes processos ou caminhos; diferentes formas de trabalho que favorecem o debate entre os estudantes.
- *Processo de resolução*: esse processo é tão importante quanto a solução final. Nele é necessário relacionar os dados disponíveis com as possíveis soluções, escolher alguns ou descartar outros com base nas informações e justificativas fornecidas, como no trabalho científico. Outra característica dos problemas é que eles requerem a integração do conhecimento de diferentes campos, como ocorre nos problemas reais.

Estes aspectos são de extrema importância, visto que os estudantes se sentem mais motivados quando estão inseridos em problemas autênticos e que os afetam diretamente (AIKENHEAD, 1985; CONRADO, 2017; TORRES E SOLBES, 2018; CONRADO et al., 2016).

Com foco no estudo das questões de discurso na abordagem de QSC, Jiménez Aleixandre e Agraso (2006) destacam a relevância do raciocínio argumentativo no ensino de Ciências, entendido como as capacidades dos estudantes de relacionar os dados e conclusões, de avaliar enunciados com base em dados empíricos e de usar as provas ou evidências para fundamentar seu raciocínio.

Esses autores justificam a importância desse tipo de raciocínio afirmando que a construção de modelos e explicações dos estudantes vai além de aprender os significados dos conceitos. Envolve o desenvolvimento de habilidades relacionadas à seleção e avaliação (em termos de validade e confiabilidade) de dados para justificar suas proposições/posições e para refutar a de outros (JIMÉNEZ ALEIXANDRE; AGRASO, 2006).

Kolsto e Ractliffe (2007) também reconhecem a centralidade da argumentação para a formação de cidadãos críticos, destacando que, para isso, no contexto de ensino de QSC os estudantes devem ser capacitados a construir e analisar argumentos.

Neste sentido, Jiménez Aleixandre (2010) define pensamento crítico como a capacidade de desenvolver uma opinião independente, de participar ou não daquela realidade, fazendo, assim, parte de uma competência social e cívica.

Em consonância com as ideias de Jiménez, os autores Solbes e Torres (2012) entendem o pensamento crítico como a estruturação de um modo de pensar pelos indivíduos que os habilita a assumir uma posição perante as situações sociais que estejam vivenciando e, portanto, a desempenhar um papel ativo nas decisões culturais e científicas. A contribuição da abordagem de QSC relacionadas à realidade dos estudantes para o desenvolvimento dessa capacidade justifica para as autoras a sua relevância no ensino de Ciências (TORRES; SOLBES, 2016).

Diversos trabalhos empíricos da área de Ensino de Ciências centrados na abordagem de QSC têm aportado diferentes evidências no que concerne o desenvolvimento intelectual, moral e ético dos estudantes. Destacamos resultados de alguns deles que, mais especificamente, centraram-se no desenvolvimento do pensamento crítico, no entendimento de natureza da ciência e no desenvolvimento de raciocínio argumentativo.

Sadler et al. (2004), por exemplo, investigaram as concepções de estudantes de biologia do ensino médio (entre 14 e 17 anos) de uma amostra diversificada (de bairros considerados pobres e de renda moderada) sobre natureza da ciência (NC) e como eles interpretavam e avaliavam evidências conflitantes em relação a uma QSC. Os estudantes

tiveram acesso à leitura de relatórios contraditórios sobre o aquecimento global e, em seguida, responderam a algumas questões sobre aspectos empíricos, sociais e outros fatores que influenciavam no processo de decisão sobre a QSC. A partir de suas respostas, os autores selecionaram uma subamostra de trinta estudantes para entrevistar.

Os resultados deste trabalho evidenciaram, entre outras coisas, que mais de 80% dos estudantes conseguiram identificar os dados sobre as posições contidas nos dois relatórios, indiciando assim que os estudantes possuíam uma base de entendimento sobre a natureza empírica da ciência; eles compreenderam as influências sociais na ciência, visto que foram capazes de identificar fatores sociais que influenciam no debate sobre o aquecimento global como fatores econômicos e ligados a interesses pessoais; os estudantes tinham uma tendência de dicotomizar crenças pessoais e conhecimento científico; as decisões relacionadas às QSC dependiam de outros fatores não relacionados à ciência, uma vez que 40% dos estudantes afirmaram que o artigo cientificamente mais meritório era o menos convincente.

O trabalho de Sadler e Zeidler (2005) teve como intuito explorar como o conhecimento do conteúdo influencia na negociação e resolução de cenários contenciosos e complexos baseados na engenharia genética. Uma amostra de 269 estudantes realizou um Teste de Conceitos Básicos de Genética (TCBG). Dentre estes, uma amostra de 30 estudantes universitários do curso de ciências naturais (por exemplo, biologia) e ciências não naturais (por exemplo, psicologia) foram entrevistados. Eles foram divididos em dois subconjuntos de acordo com o conhecimento prévio sobre genética que foi avaliado pelo TCBG: um deles cujos participantes tinham baixa compreensão (códigos L1-L15) e outro, cujos participantes tinham alta compreensão (códigos L16-L30). Os participantes responderam questões sobre três cenários de terapia genética: doença de Huntington (distúrbio neurológico causado por um único gene); visão morta (visão noturna edness conhecida como miopia); de inteligência (inteligência de uma pessoa); e três cenários de clonagem: reprodutiva (tecnologia reprodutiva moderna); criança falecida (clone genético de uma criança); terapêutica (similar à reprodutiva, mas com produtos e aplicações diferentes).

Os resultados dessa pesquisa evidenciaram que os estudantes que possuíam conhecimentos conceituais mais sólidos sobre o tema mostraram um raciocínio de melhor qualidade. Por exemplo, ao falar sobre a terapia genética um participante pontuou que: *“H18: Eu provavelmente não concordaria com terapia genética para miopia, simplesmente porque você pode corrigi-la por outros meios. Então, por que passar pelo*

problema de tentar encontrar um único gene para produzir algo com o qual você possa lidar por outros meios que sejam menos caros e menos invasivos?...[usando terapia genética] você está mexendo com seus cromossomos; você está mexendo com todo o indivíduo. Então, você está realmente mudando o indivíduo. Com óculos e outras coisas, você está apenas corrigindo uma fraqueza”. Ao passo que um estudante do outro grupo afirmou: “L1: Para terapia gênica [para miopia], eu definitivamente diria sim. . . Se uma pessoa pode impedir que isso aconteça ou salvar sua visão, eu iria fazê-lo. Eu não tenho nenhum problema contra isso. Eu acredito que se houver tecnologia para curar algo, faça-o de qualquer maneira. Mas se houver outra abordagem mais convencional ou mais prática, use-a”.

Khishfe (2014) investigou a influência de conhecimentos sobre NC e do ensino centrado no desenvolvimento de habilidades argumentativas no contexto de uma QSC sobre o uso e a segurança da água, além de explorar a transferência destes conhecimentos e habilidades para outros contextos. A amostra era composta por 121 estudantes da sétima série de duas escolas, e foram feitos questionários abertos e entrevistas. Os resultados demonstraram que a instrução explícita de NC, levou os estudantes a desenvolver uma melhoria nas habilidades de argumentação; para alguns estudantes (20%) houve uma melhoria em relação aos conhecimentos gerais dos aspectos de NC (subjetivos, experimentais e empíricos), sendo que estes estudantes também apresentaram melhores argumentos. A autora concluiu que os contextos sociocientíficos promovem melhorias na habilidade e qualidade da argumentação, ajudando os estudantes na aplicação das ideias científicas, além de levá-los a considerar outras dimensões como a moral, ética e social.

Em seu artigo, Santos e Mortimer (2009) trouxeram um estudo de caso, elaborado a partir da abordagem do livro *Química na Sociedade* pelos professores em sala de aula. Para isso, 44 professores que adotavam o livro foram submetidos a entrevistas semi-estruturadas e responderam questionários com dados socioeconômico-culturais. O intuito era selecionar aqueles que apresentassem indícios de estarem abordando aspectos sociocientíficos (ASC) em aula. Foram elaborados 4 estudos de casos, e neste artigo os autores apresentaram os dados de um deles. A investigação teve como objetivo identificar as estratégias e conteúdos explorados por uma professora na abordagem de ASC e os fatores que facilitaram e dificultaram a abordagem destes. Em sua análise, os autores destacaram a importância da preparação do professor para as discussões, uma vez que a experiência e formação dos mesmos contribuem significativamente para abordagens de ASC; e o potencial dos ASC de fomentar

interações dialógicas em sala de aula o que parece contribuir para a produção de atitudes e valores.

O realizado por Solbes e Torres (2012) foi elaborado com base em um teste referente à privatização de uma empresa de energia. Os estudantes universitários receberam o teste aberto com 11 questões e o realizaram durante uma hora e trinta minutos. Os resultados apontaram que eles reconhecem o problema da privatização, mas não o associam com um objeto de reflexão na ciência, demonstrando falha na compreensão da ciência como uma atividade social. O estudo também alerta que o ensino de ciência continua a ter um caráter instrumental, uma vez que os estudantes demonstraram pouca familiaridade com um ensino mais autônomo e dinâmico. Isso levou os autores a ressaltar que a implementação de QSC no ensino de Ciências pode promover discussões desde a defesa dos valores humanos, responsabilidade social e pensamento crítico, que pode contribuir para o desenvolvimento dos estudantes como cidadãos críticos e conscientes para tomada de decisão.

Jiménez Aleixandre e Agraso (2006) buscaram, por meio da abordagem da QSC sobre a maré negra do Prestige (um derramamento de óleo do petroleiro Prestige na costa da Galiza), investigar o raciocínio argumentativo de estudantes de uma escola secundária (estudantes de 17 a 18 anos). No estudo apresentado, a amostra é composta por 23 estudantes (20 mulheres e 3 homens) que cursavam a matéria de Ciências da Terra e do Meio Ambiente. Para isso, foi disponibilizado a eles uma página de jornal que sustentava a posição do governo e outra que realizou a cobertura da catástrofe. Os objetivos desse estudo era investigar se os estudantes distinguiam conclusões de justificativas³ e os critérios para sua escolha; examinar como avaliavam a autoridade dos especialistas e a influência de seu status; e como atribuíam peso aos dados empíricos. Os resultados evidenciaram, entre outros aspectos, que eles foram capazes de justificar suas posições e até mesmo apontar as fraquezas nos pontos de vista dos especialistas, que os levaram a desconsiderar a opinião dos mesmos e a justificar seu posicionamento a partir de outras evidências.

No trabalho de Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2016), os autores buscaram analisar os argumentos desenvolvidos por estudantes universitários do primeiro semestre

³ Toulmin (1958) destaca no argumento três elementos, que Jiménez considera centrais: *evidências* (ou dados nos termos do autor), que podem ser fatos, experimentos, dados que são utilizados para apoiar e avaliar um posicionamento, dando suporte às afirmativas; *justificativa* que estabelece a ligação entre as evidências e a conclusão, permitindo assim, avaliar se uma conclusão deve ou não ser aceita ou refutada; e *conclusão*, que expressa posicionamento que pode ser aceito ou refutado a partir das evidências.

do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, sobre uma QSC que envolvia ecologia, evolução e ética. Os autores centralizaram seus estudos e aperfeiçoamento da SD nas estratégias do uso de QSC e de atividades de Argumentação.

A SD teve duração de 14 horas/aula sendo divididas em 7 atividades. Estas foram desenvolvidas com 40 estudantes, divididos em equipes. Os dados foram coletados por registro das apresentações orais e escritas. Como resultados os autores apontaram que os argumentos apresentados pelas equipes continham dados, garantia, apoio, refutação⁴ e conclusão (elementos do argumento, segundo Toulmin, 1958); as equipes apresentaram mais de uma solução para o caso; apresentaram diferentes fontes (artigos acadêmicos, livros especializados e sites institucionais) para a resolução do caso; em geral, houve avanço em relação ao letramento científico das equipes. Assim, os autores destacam a importância de discussões de QSC para o desenvolvimento e aperfeiçoamento das habilidades de argumentação e de mobilização para a resolução de problemas.

Assim, os resultados destes trabalhos realçam a potencialidade da abordagem de QSC no Ensino de Ciências, pois evidenciam que, a partir de discussões centradas nas mesmas podemos fomentar o desenvolvimento intelectual, social, moral e ético dos estudantes.

2.3 As dimensões do conteúdo e a abordagem de QSC

Para que os estudantes consigam desenvolver seus conhecimentos e habilidades de forma autônoma é importante que não apenas os conhecimentos conceituais perpassem as discussões estabelecidas no ambiente escolar, mas que outros conhecimentos relevantes também sejam considerados. Esses conhecimentos, que incluem procedimentos e atitudes, são essenciais para o seu crescimento pessoal e social (FERRAZ, 2001).

Autores como Coll e Solé (1987; 2001) e Zabala (1998) definem o significado desses conteúdos e sua importância dentro da educação científica, partindo da ideia de que ele esteja ligado ao que o estudante aprende e como ele aprende.

Para Coll e Solé (2001) o significado dos conteúdos:

É sobre o que é o ensino, o eixo em torno do qual a ação didática é organizada. O conteúdo de aprendizagem não deve ser

⁴ Além dos três elementos mencionados na nota 2, Sá et al., (2014) fundamentado em Toulmin, considera que: *refutação* é uma condição excepcional em que a conclusão não é válida; *apoio ou conhecimento de base* são afirmações baseadas em alguma autoridade, uma lei jurídica ou científica que fundamenta a justificativa.

assimilado simplesmente para acumular informações. Quando a aprendizagem de conteúdos ocorre de forma significativa, é possível ver a autonomia do aluno para enfrentar novas situações, identificar problemas, sugerir soluções interessantes. É necessário ampliar a noção de ‘conteúdo’ que inclui, além de conceitos, a importância das estratégias e procedimentos de todos os tipos de investigação, exploração, observação, etc., e as atitudes, valores e normas que são infalivelmente relacionadas em qualquer situação educacional (COLL; SOLÉ, 2001, p.4).

Zabala (1998) ao discutir em seu livro “A prática Educativa: como ensinar” o significado de conteúdo, nos sugere desprender de toda leitura que restrinja o termo e entendê-lo como:

Tudo quanto se tem que aprender para alcançar determinados objetivos que não apenas abrangem as capacidades cognitivas, como também incluem as demais capacidades. Deste modo, os conteúdos de aprendizagem não se reduzem unicamente às contribuições das disciplinas ou matérias tradicionais. Portanto, também serão conteúdos de aprendizagem todos aqueles que possibilitem o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social (ZABALA, 1998, p. 30).

Para que o conceito de conteúdo possa ser ampliado e referido como tudo que se tem que aprender, Zabala (1998) levanta a discussão: então, “*o que deve se aprender?*”, defendendo que os conteúdos devem ter variedade em dados, habilidades, técnicas, atitudes, conceitos, dentre outros elementos.

Coll (1986 apud Zabala, 1998) propõe formas de classificar esta diversidade de conteúdos por meio de perguntas, como: “*o que se deve saber?*” – que representa a dimensão conceitual do conteúdo; “*o que se deve saber fazer?*” – a qual se refere à dimensão procedimental do conteúdo; “*como se deve ser?*” – que trata da dimensão atitudinal do conteúdo. Para ele, essas três dimensões precisam ser consideradas no ensino com o objetivo educacional de se alcançar o desenvolvimento de capacidades que vão além da cognitiva e que incluem as motoras, as afetivas, das relações interpessoal e social.

Considerando as dimensões do conteúdo propostas por Coll, Zabala (1998) caracteriza a aprendizagem conceitual como aquela que “*os conceitos se referem ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns, e os princípios se referem às mudanças que se produzem num fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações e que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação (p. 42)*”; a aprendizagem procedimental como aquela “*que inclui, entre outras coisas, as regras, as técnicas, os métodos, as destrezas ou habilidades, as estratégias, os*

procedimentos – é um conjunto de ações ordenadas e com um fim, quer dizer, dirigidas para a realização de um objetivo (p. 43)”; a aprendizagem atitudinal como aquela que “engloba uma série de conteúdos que por sua vez podemos agrupar em valores, atitudes e normas. Cada um destes grupos tem uma natureza suficientemente diferenciada que necessitará, em dado momento, de uma aproximação específica (p. 46) ”.

Desta forma, ao assumirmos o significado de conteúdo no sentido desses autores, assumimos também um significado de aprendizagem mais amplo do que aquele centrado apenas nos conceitos, que inclui, além da dimensão conceitual, as dimensões procedimental e atitudinal.

As visões de Zabala (1998) e de Coll e Solé (1987; 2001) são consonantes com a de letramento crítico discutida anteriormente e fundamentam o argumento de autores como Conrado (2017) e Conrado e Nunes-Neto (2015; 2018) de que elementos das dimensões *conceitual, procedimental e atitudinal* (CPA) sejam considerados, discutidos e ensinados aos estudantes no tratamento de QSC.

Conrado (2017) e Conrado e Nunes-Neto (2015; 2018) propõem reinterpretações e reelaborações dos significados das dimensões CPA dos conteúdos, inspirados em autores como Coll et al. (1992 apud CONRADO; NUNES-NETO, 2018), Zabala (1998 apud CONRADO; NUNES-NETO, 2018), Clément (2006 apud CONRADO; NUNES-NETO, 2018) e Villa e Poblete (2007 apud CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

As dimensões CPA dos conteúdos se encontram representadas na figura 1 e, a seguir, caracterizadas a partir dessas reinterpretações.

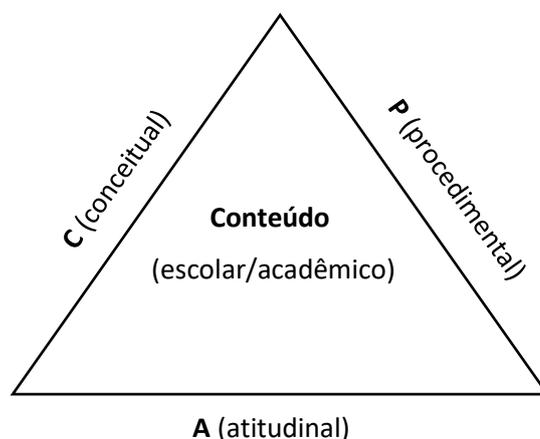


Figura 1: Representação das dimensões CPA (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

A *dimensão conceitual* traz em si a estrutura epistemológica e engloba o entendimento dos conceitos, princípios e fatos. Os fatos são informações, acontecimentos, nomes, dados, eventos etc.; ou seja, acontecimentos particulares. Os conceitos estariam ligados a um conjunto amplo de eventos ou fatos; e os princípios que se referem às mudanças produzidas sobre um fato em relação a outro fato, são elementos teóricos que possibilitam explicações, previsões e descrições (CONRADO, 2017; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Já a *dimensão procedimental* refere-se a um campo metodológico que pode ser entendida a partir de três categorias: técnica, procedimento e método. Os procedimentos são ações direcionadas para se alcançar um objetivo; as técnicas são atividades indispensáveis para se realizar um procedimento; e os métodos representam, de forma geral, uma ação em que ocorram técnicas e procedimentos variados para culminar no objetivo almejado (CONRADO, 2017; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

E a *dimensão atitudinal* refere-se a um campo axiológico e ético-político, podendo ser entendida a partir de valores, atitudes e normas. Os valores estão diretamente ligados a critérios de juízo moral, com base na ética; as normas são regras de comportamento estabelecidas que indicam o que pode ou não se fazer em um grupo; as atitudes são tendências de conduta de acordo com seus valores e normas (CONRADO, 2017; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Alguns estudos vêm sendo realizados com base nesse entendimento amplo do significado de conteúdo. Por exemplo, Martins, Dionor, Conrado e Nunes-Neto (2016) discutem como uma questão sociocientífica com abordagem socioecológica de saúde pode favorecer o ensino de Biologia. A proposta feita pelos autores é aplicável no Ensino Médio e, embora destinada a trabalhar conhecimentos das áreas de Biologia e Saúde, pode mobilizar conteúdos de outras áreas como História, Geografia, Sociologia e Matemática. Os autores estabeleceram alguns objetivos de aprendizagem nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal, que poderiam ser desenvolvidos através da proposta de ensino. Além disso, eles especificaram questões sobre a situação-problema relacionadas com objetivos de aprendizagem apontados. Os autores destacam a importância de discussões sobre QSC na área de saúde, uma vez que elas podem estimular os estudantes a refletir e criticar as condições de saúde. Eles também apontam que o conteúdo científico não se limita à memorização e que a sua aplicação no cotidiano inclui discussões sobre valores e interesses.

Andrade, Conrado, Nunes-Neto e Almeida (2016a) com o objetivo de avaliar a mobilização dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais por meio da construção e desenvolvimento de uma SD centrada na QSC sobre agrotóxicos realizaram um estudo em uma turma de 15 estudantes do curso de Agropecuária, em uma escola de ensino médio profissionalizante. Com o auxílio da professora, foram realizados oito encontros, sendo um por semana, com duração de uma hora e quarenta minutos. Para a coleta de dados utilizou-se observação, anotações de campo, gravação em áudio e vídeo, questionários e entrevistas semiestruturadas.

Os resultados desse trabalho evidenciaram que os estudantes, de maneira geral, reconheciam os malefícios para a saúde e meio ambiente relacionados ao uso de agrotóxicos; compreendiam o ciclo vicioso em que os agricultores ficam presos em relação a esse uso; entendem a relação do lucro e do agrotóxico; compreendem que a ciência não está livre de valores e que nem sempre é usada em benefício da sociedade devido aos interesses por trás do desenvolvimento científico e tecnológico. Os autores destacam a importância da escola se constituir um espaço de problematizações sobre o cotidiano dos estudantes, de forma a promover uma formação ética, política e crítica, e o uso das QSC em sala de aula como uma forma promissora para se alcançar os objetivos de um ensino que seja ao mesmo tempo científico, humanístico, crítico e socialmente responsável.

2.4 O uso de agroquímicos como uma QSC

Autores como Aikenhead (1985) e Conrado (2017) defendem a abordagem no ensino de temas que façam sentido no cotidiano dos estudantes, tornando esse ensino mais real e palpável para eles. O uso de agroquímicos apresenta-se como uma QSC ligada ao cotidiano dos estudantes, a qual possibilita discussões de aspectos ambientais, econômicos, sociais entre outros no tratamento desta questão.

Os agroquímicos são substâncias de origem natural ou sintética que podem matar diretamente um organismo indesejável ou controlar o processo reprodutivo, em áreas como a agricultura, pecuária e domicílios (PEIXOTO, 2007). Os agroquímicos abrangem os inseticidas (controlar insetos), os acaricidas (ácaros), os nematicidas (nematoides), os fungicidas (fungos) e os herbicidas (plantas daninhas).

A primeira utilização de agroquímicos se concretizou no Egito antigo, mas foi a partir da Segunda Guerra Mundial que se iniciou a constituição de um setor industrial dedicado à fabricação deles. Nos anos 60, com a ‘Revolução Verde’ sua exportação foi

crecente com o objetivo de se alcançar os altos rendimentos da produção agrícola (MARTINS, 2000).

Durante a Segunda Guerra Mundial utilizou-se amplamente o agroquímico DDT (Dicloro Difênil Tricloroetano) para controle de pulgas e doenças como a malária e o tifo. Seu uso desordenado acarretou a contaminação das águas, a mortalidade de pássaros e outros problemas ambientais causados pela sua persistência (BORGES, 2011).

Em razão da persistência no ambiente e da toxicidade, agroquímicos organoclorados, como o DDT, tiveram seu uso e comercialização proibidos no Brasil a partir de 1985, sendo autorizados apenas nas campanhas de saúde pública (PEIXOTO, 2007).

Os agroquímicos podem contaminar o solo, a água e o ar, através das perdas na aplicação do produto ocasionadas pelos ventos e pela evaporação. Além disso, o descarte inadequado das embalagens pode contribuir para essa contaminação. Quando presentes no meio ambiente, os agroquímicos podem se degradar e acumular em diversos locais. Quanto à saúde humana, os efeitos podem ser agudos, que causam danos aparentes; ou crônicos, que resultam na exposição contínua a doses baixas dos produtos (PEIXOTO, 2007).

O uso de agroquímicos vem crescendo a cada ano, como consequência do aumento da população e da consequente necessidade de aumento da produção alimentícia. Além dessa finalidade principal, os agroquímicos também são usados como alternativas para controlar a transmissão de doenças pelos insetos. Um estudo realizado pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Agrícola (SINDAG) apontou que, em 2003, foram gastos em torno de 3,136 bilhões de dólares na comercialização de agroquímicos no país, o que corresponde a 160 toneladas lançadas no meio ambiente.

No Brasil no ano de 2015 houve grande incidência de surtos de doenças como a dengue, zika e febre chikungunya que são transmitidas pelo mesmo mosquito *Aedes aegypti*. O Ministério da Saúde (MS, 2016) em seu Boletim Epidemiológico⁵ informou que foram registrados 41.264 casos de dengue; 146.914 casos confirmados de febre chikungunya; 128.266 casos confirmados de Zika em todo o país. Campanhas de mobilização para controlar a proliferação ao mosquito têm sido promovidas por esse órgão.

⁵ <http://portalms.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>.

O mosquito *Aedes aegypti* é originário da África e se adapta bem ao ambiente urbano, pois utiliza-se, para o desenvolvimento de sua fase larvária, de recipientes diversos com água parada. Essa espécie é antropofílica e tem hábitos diurnos, alimenta-se e deposita seus ovos ao amanhecer (BRAGA; VALLE, 2007).

Embora sejam recomendadas medidas preventivas como: manter a residência limpa; eliminar possíveis criadouros como garrafas, pneus e vasilhames que possam deixar água parada –, medidas paliativas como o uso de repelentes e inseticidas também são corriqueiramente adotadas pela população. Além dos problemas já mencionados com o uso de agroquímicos, no caso da opção por essa alternativa no controle do vetor de doenças como a dengue, existe o problema da seleção de indivíduos da população do mosquito mais resistentes aos inseticidas (GARCEZ et al., 2013).

Os agroquímicos Malathion e Diclorvos, da classe dos organofosforados, são utilizados no controle do mosquito da dengue. A Cipermetrina, da classe dos piretróides, também é um agroquímico utilizado no controle do vetor (CAMPOS; ANDRADE, 2001).

Os organofosforados incluem todos os agroquímicos que contêm em sua composição o átomo de fósforo (P). Estes possuem toxicidade aguda elevada aos seres humanos e outros mamíferos. A intoxicação por meio desses compostos pode ocorrer via inalação, ingestão ou absorção através da pele, podendo levar imediatamente a problemas sérios de saúde. Eles são lipossolúveis e decompõe-se dentro de dias ou semanas. Com exceção do Diclorvos, possuem baixa volatilidade. A dispersão desses agroquímicos ocorre por pulverização, podendo se espalhar pelo vento por uma área de 1km a 2km. Eles podem contaminar o meio aquático por meio dos resíduos industriais, da infiltração no solo ou do seu escoamento superficial (LOPES et al, 2011).

Os piretróides são compostos que apresentam ação rápida, eficiência em baixa dose, baixo poder residual no ambiente, são praticamente atóxicos para mamíferos se comparados a vários outros agroquímicos, são instáveis na luz e no ar, mas podem exercer efeitos neurotóxicos e cardiotóxicos nos vertebrados, causando paralisia nos insetos (MONTANHA; PIMPÃO, 2012).

Outra alternativa para controlar a transmissão de doenças pelo mosquito *Aedes aegypti*, é o uso dos óleos essenciais. Autores como Furtado, Lima, Neto, Bezerra e Silva (2005) e Garcez, Garcez, Silva e Sarmento (2013) apontam essa alternativa como uma estratégia promissora no controle das larvas dos mosquitos, pois eles apresentam grande eficiência, além de baixa toxicidade ao homem e ao meio ambiente.

Diante dos aspectos expostos aqui, a proposta de uma SD centrada na discussão do uso dos agroquímicos, suas ações e consequências e de alternativas para controlar a transmissão de doenças pelo mosquito *Aedes aegypti*, mostra-se de grande importância quando o ensino de Ciências tem como intuito promover a formação de cidadãos críticos, responsáveis e preparados para tomadas de decisão individual e coletiva.

2.5 Modelos, Analogias e Modelagem no Ensino de Ciências

O termo modelo pode ser compreendido de múltiplas formas, existindo assim uma polissemia deste termo. Em nosso cotidiano podemos atribuir os significados de manequim; algum tipo de coisa, por exemplo um avião; uma reprodução de algo ou até como um padrão a ser seguido (JUSTI, 2010).

Em campos da ciência ele também assume diferentes significados. Para Giere (1988), eles podem ser compreendidos como representações do real que estabelecem relações de similaridade com este, o que significa dizer que os modelos são análogos às entidades que eles representam.

Black (1962) discute a necessidade de se considerar os pressupostos e as implicações do uso de modelos na ciências em diversas operações, como os modelos em escala, modelos analógicos, modelos matemáticos e modelos teóricos, em que a mera descrição de uma estrutura imaginária auxilia e facilita a pesquisa científica.

Ao contrastarmos as perspectivas de Giere (1988) e Black (1962), notamos o que o termo modelo assume duas interpretações principais no campo da filosofia da ciência: ‘modelos como representações’ e ‘modelos como artefatos epistêmicos’. Esta última interpretação tem sido defendida no âmbito da educação em Ciências por autores como Gilbert e Justi (2016) e apoia-se na visão de Knuuttila (2005) de que os modelos são artefatos que apoiam o pensamento humano e que são materializados (expressos) de alguma maneira que colabore para a sua manipulação nas diferentes práticas epistêmicas.

Neste sentido, os modelos podem ser considerados ferramentas principais na produção do conhecimento científico e no ensino de Ciências uma vez que estabelecem relações com a teoria científica, com o mundo (entidades modeladas) e com o aprendizado de ambos (MORRISON; MORGAN, 1999; MOZZER, 2013).

Ao longo do tempo, percebemos que o ensino de Ciências, em seus diversos movimentos e correntes, busca convergir objetivos e metodologias que promovam melhorias no processo de aprendizagem. Como aponta Hodson (1992), três dimensões devem permear o ensino de Ciências: o *aprender ciências*, ou seja, adquirir e desenvolver

o conhecimento científico conceitual; o *aprender sobre a ciência*, ou seja, compreender os aspectos da Ciência e sua natureza; e o *aprender a fazer ciência*, no sentido de desenvolver capacidades para resolver problemas e participar das atividades que envolvam a obtenção do conhecimento científico.

Nessa perspectiva, a modelagem – processo de criação, crítica e revisão de modelos – é apresentada por autores como Justi (2003) como uma alternativa para se contemplar as três dimensões propostas por Hodson (1992) no ensino de Ciências. Isso porque, de acordo com Justi (2003):

A fim de: (i) *aprender Ciências*, os alunos devem conhecer e entender os principais modelos científicos, assim como a abrangência e as limitações dos mesmos; (ii) *aprender sobre Ciências*, os alunos devem desenvolver uma visão adequada sobre a natureza de modelos e serem capazes de avaliar o papel de modelos científicos específicos no desenvolvimento do conhecimento científico; (iii) *aprender a fazer Ciência*, os alunos devem ser capazes de criar, expressar e testar seus próprios modelos (JUSTI, 2003, p.1-2).

De acordo com as autoras Morrison e Morgan (1999) não há regras gerais que possam ser seguidas para a construção do modelo, já que a modelagem é uma habilidade tácita. Sendo assim, ela deve ser aprendida e não ensinada. Podemos nos questionar, então: *como podemos fundamentar o ensino de Ciências na modelagem?*

Justi e Gilbert (2002) propuseram uma representação do processo de modelagem científica, que denominaram “Modelo de Modelagem” (figura 2).

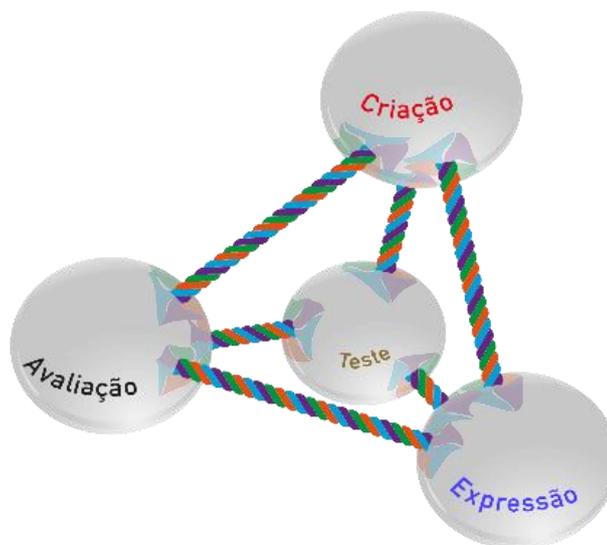


Figura 2: Modelo de Modelagem (GILBERT; JUSTI, 2016, p. 36).

Gilbert e Justi (2016) consideram o processo de modelagem como composto por ciclos de *criação, expressão, teste e avaliação* de modelos, etapas estas relacionadas entre si e representadas por esferas interconectadas na figura 2. Não há uma ordem específica de ocorrência dessas etapas, as quais podem ocorrer diversas vezes em um mesmo processo.

Partindo de estudos sobre a elaboração de modelos pelos cientistas, os autores buscaram caracterizar cada uma daquelas etapas, com o objetivo de guiar o “Ensino de Ciências Fundamentado na Modelagem”:

- *Criação*: os estudantes devem produzir um modelo inicial, estabelecendo relações entre três subetapas: definição do objetivo do modelo que pode partir do estudante ou ser apresentado pelo professor; experiência com o alvo, ou seja, informações de diferentes fontes para apoiar criação do modelo; seleção de uma origem para o modelo, ou seja, aspectos da realidade modelada a partir dos quais seja possível criar uma analogia, um recurso matemático; ou um outro modelo que pode servir de base para a criação de um novo modelo.
- *Expressão*: nesta etapa, os estudantes expressam o modelo inicial por meio de algum modo (concreto, gestual, verbal, matemático, dentre outros) que possibilite estabelecer discussões com o outro (professor, colegas etc.).
- *Teste*: o estudante realiza testes com seu modelo visando identificar sua adequação em relação aos objetivos para os quais ele foi proposto. Esses testes podem ser empírico e/ou mental. Neste momento do processo, o modelo pode ser reformulado, quando algumas inadequações são identificadas ou um novo modelo pode ser proposto, quando o modelo proposto inicialmente não atende ao objetivo inicial.
- *Avaliação*: nesta etapa o estudante deve apresentar as abrangências e limitações que seu modelo possui, a partir da contraposição dele com seus objetivos expressos inicialmente e da tentativa de utilizá-lo em diversos outros contextos.

Na figura 2, as esferas também são representadas por meio de arestas de cordas que interligam, destas temos três processos cognitivos que permeiam a modelagem: as representações imagéticas e experimentos mentais, a argumentação e o raciocínio analógico.

As representações imagéticas estão relacionadas com as interpretações de elementos feitas pelos sujeitos tanto nas representações internas quanto nas representações externas e os experimentos mentais são experiências realizadas em

pensamento com o modelo, semelhantes a colocar um programa para “rodar”, importantes para que as entidades modeladas possam ser testadas e avaliadas; a argumentação pode ser atribuída a todo o processo dialógico em que os sujeitos justificam seu posicionamento a partir dos dados e evidências ao longo da modelagem; o raciocínio analógico considerado essencial tanto na seleção de uma fonte para a elaboração do modelo, quanto para a etapa do teste, uma vez que ele relaciona-se com o estabelecimento de relações de similaridade entre diferentes experiências vivenciadas, sendo, portanto, parte do processo criativo (GILBERT; JUSTI, 2016).

Dentro desse contexto, Mozzer e Justi (2018) destacam a importância do raciocínio analógico como processo cognitivo de produção de modelos, pontuando, como Clement (2008), que as analogias podem ser *fontes de modelos*.

Quando se pensa no ensino de Ciências e na maneira de se explicar aos estudantes aspectos que não são comuns, familiares e concretos ao seu universo de compreensão, as analogias podem ser usadas como ferramentas de pensamento potencialmente úteis para que ocorra a aprendizagem destes aspectos (MOZZER; JUSTI, 2015; 2018). De acordo com Gentner (1989), elas precisam ser entendidas como comparações de *relações de similaridade* entre um domínio familiar (análogo) e outro desconhecido ou pouco familiar (alvo).

Autores como Mozzer e Justi (2015; 2018); Gilbert e Justi (2016); Duit (1991) retratam em seus trabalhos as vantagens e riscos potenciais das analogias no ensino de Ciências, como: podem facilitar uma compreensão do abstrato; podem favorecer a visualização do abstrato; podem gerar interesse dos estudantes e, portanto, motivá-los; podem promover a consideração do conhecimento prévio dos estudantes pelo professor; nunca é baseada em um ajuste exato entre o análogo e o alvo podendo gerar enganos, caso suas limitações não sejam reconhecidas; pode ocorrer uma transferência inadequada de características do análogo para o alvo; semelhanças de superfície podem ser colocadas em correspondência em lugar de relações de similaridade entre aspectos da estrutura profunda dos domínios comparados.

Como exemplo de *analogia*, podemos citar a que foi mencionada no trabalho de Mozzer e Justi (2015) entre o Sistema Solar (análogo) e o Modelo Atômico de Bohr (alvo), a qual possibilita o estabelecimento de três relações de similaridade, como: (I) “os planetas giram em torno do Sol” como “os elétrons giram em torno do núcleo”; (II) “o Sol atrai os planetas e é atraído por eles” como “o núcleo atrai os elétrons e é atraído por ele; (III) “o fato de o Sol atrair os planetas faz com que os planetas girem em torno do

sol” como “o fato de o núcleo atrair os elétrons faz com que os elétrons girem em torno do núcleo”. Neste caso, as inferências feitas em relação ao papel similar que os elementos de cada domínio (como elétrons e planetas) desempenham em suas estruturas (giram em torno de um eixo central sob efeito de uma força) e não em relação a atributos de objeto ou propriedades descritivas (como cor, forma, tamanho etc.).

Além das analogias, existem outros tipos de similaridades, como a *similaridade literal*, nas quais os objetos envolvidos são parecidos e agem de forma similar, ou seja, em que são estabelecidas tanto correspondências de atributos de objeto, quanto de relações de similaridade (GENTNER, 1989). Por exemplo, a partir da comparação entre a dissolução do açúcar e a dissolução do sal em água, atributos como o ‘desaparecimento do soluto’ e relações de similaridade como a ‘formação de uma solução líquida’ podem ser colocados em correspondência (MOZZER; JUSTI, 2015).

A comparação do tipo *mera aparência* está relacionada com o mapeamento apenas de atributos de objeto (aspectos descritivos) (GENTNER, 1989). Por exemplo, no estudo de Mozzer e Justi (2015), as autoras mencionam a comparação entre o sal e o açúcar dissolvidos em água, afirmando que se numa comparação deste tipo são explicitadas apenas correspondências como: “o sal desaparece na água (análogo)” como “o açúcar desaparece na água (alvo)”; ou “forma-se uma solução líquida (análogo)” como “forma-se uma solução líquida (alvo)” essa comparação pode ser caracterizada uma mera aparência.

Gentner e Markman (1997) retratam que similaridade literal é como a analogia, já que ambas envolvem correspondências de estrutura relacional. A diferença entre elas é que na analogia, apenas os predicados relacionais são mapeados, ainda que existam similaridades superficiais enquanto na similaridade literal ambos, predicados relacionais e atributos de objeto, são mapeados.

Alguns trabalhos, como de Mozzer e Justi (2018); Mozzer, Justi e Costa (2011); Silva e Mozzer (2015); Andrade e Mozzer (2017) têm investigado a conjugação entre modelos e analogias no ensino de Ciências, fundamentados no diagrama de ‘Modelo de Modelagem’ de Gilbert e Justi (2016), descrito anteriormente.

A partir da proposta de representação e descrição do processo de modelagem científica apresentada por Justi e Gilbert (2002), Mozzer e Justi (2009; 2018) propuseram adaptações nas etapas para que elas contemplassem a elaboração, crítica e revisão de modelos e analogias. De forma resumida, essas etapas podem ser assim caracterizadas:

- *Criação*: os estudantes são estimulados a ter ou recordar experiências com o domínio alvo e, paralelamente, selecionar um domínio análogo que seja possível de estabelecer uma analogia, a qual pode funcionar como fonte de um modelo inicial.
- *Expressão*: os estudantes são solicitados a expressar seus modelos iniciais a partir de diferentes modos de representação. Um destes seria a analogia (expressão verbal ou escrita), com explicitação das similaridades e das diferenças entre os domínios comparados.
- *Teste*: no caso das analogias, os estudantes fazem testes mentais envolvendo as similaridades e as diferenças indicadas. Caso as relações de similaridade não sejam condizentes com o alvo, os estudantes reformulam ou propõem uma nova analogia. O mesmo ocorre no caso de identificação de possíveis incoerências no modelo proposto.
- *Avaliação*: quando o modelo e a analogia dos estudantes são bem sucedidos nos testes, é necessário a proposição de novas situações para que eles identifiquem as limitações e a abrangência dos modelos e analogias elaborados e revisados.

É importante que os modelos e analogias criados pelos estudantes dentro do grupo possam ser apresentados para toda turma em diferentes momentos, uma vez que essa socialização permite que os outros grupos pensem sobre os modelos e as analogias dos colegas, podendo assim reformular suas proposições ou refutar os dos colegas (MOZZER; JUSTI, 2018).

Para Prins et al. (2008) uma prática autêntica no ensino de Ciências está relacionada ao trabalho de um grupo de pessoas em torno de problemas do mundo real e questões sociais, trabalho esse que demandaria das pessoas envolvidas a modelagem de entidades da situação problema (processos, ideias, sistemas, objetos etc.) na busca pela proposição de soluções. Neste mesmo sentido, vislumbramos que a discussão de QSC, problemas autênticos por natureza, fundamentada no processo de modelagem analógica poderia fornecer ricas oportunidades para que os estudantes desenvolvessem aprendizagem nas dimensões de conteúdo (ZABALA, 1998; CONRADO, 2017; CONRADO; NUNES-NETO, 2018), visto que, como discutido, esse processo pode fomentar, por exemplo: a proposição e desenvolvimento de modelos e analogias coerentes com as ideias científicas (dimensão conceitual); as representações e reformulações dos modelos e analogias a partir das discussões entre pares e com a professora, a comunicação, defesa e refutação de ideias durante a criação, expressão e reformulação dos modelos e analogias propostos (dimensão procedimental); e a cooperação e auxílio

aos colegas, a avaliação dos prejuízos sociais e ambientais em torno do dilema sociocientífico, e a busca por alternativas para esse dilema (dimensão atitudinal).

2.6 As relações entre procedimentos, conceitos e a comunicação argumentativa nesta pesquisa

As etapas da modelagem analógica podem favorecer, no ensino, a mobilização procedimentos importantes e similares àqueles mobilizados pelos cientistas. Em um primeiro momento é necessário que os estudantes considerem o que será estudado (o alvo da modelagem), tendo alguma experiência, seja ela por meio da leitura, visualização de uma simulação ou experimento, por exemplo, para que ocorra a construção de um modelo e/ou analogia. Portanto, nesta etapa de criação, é importante mobilizar e *sistematizar as informações mais relevantes*.

Em seguida, é fundamental que ocorra a *expressão do modelo e/ou analogia* e, para isso, existe uma transição, na qual o que foi elaborado deve ser expresso, podendo ocorrer *alterações e adequações na comparação entre o domínio alvo e o modelo e/ou analogia expressos*.

Posteriormente, os testes são realizados, sendo mentais ou empíricos, os quais modelos e/ou analogias passam por situações em que são *avaliados quanto a sua aplicabilidade e seu potencial de explicação*. Outro procedimento importante que é fomentado nesse processo é a *apresentação modelo e/ou analogia para os pares, que reconhecerão ou não sua validade*. Como consequência, *novas informações e dados podem ser discutidos e integrados*, ou podem ser *utilizados para rejeitar um modelo e/ou analogia* (MAIA, 2009).

Esses procedimentos, mobilizados pelos estudantes na construção dos seus modelos e analogias, possibilitam o aprimoramento e/ou a construção de novos conhecimentos a partir das diferentes informações e dados a que têm acesso e do processo dialógico de elaboração de significados sobre os conceitos científicos que ocorre na modelagem analógica.

Em nossa pesquisa, alguns conceitos químicos específicos permearam o processo de modelagem analógica vivenciado pelos estudantes: volatilidade, difusão, dissolução, solubilidade e persistência, cujo entendimento auxiliou os estudantes na compreensão e decisão perante a situação-problema sobre o uso ou não de agroquímicos no controle ao mosquito *Aedes aegypti*. Uma breve definição de cada um desses conceitos é apresentada a seguir.

De acordo com Atkins e Jones (2012) o termo volatilidade é entendido como a “*facilidade com que uma substância se vaporiza* (p. 855)”; difusão “*é a dispersão gradual de uma substância em outra - como a dispersão dos gases na atmosfera* (p. 152)”. Os entendimentos desses dois conceitos auxiliaram os estudantes na compreensão do comportamento dos compostos quando lançados na atmosfera. Já o termo dissolver “*se refere ao processo de produzir uma solução, em que o componente em maior quantidade, é chamado de solvente; as substâncias dissolvidas são chamadas de solutos* (p.52). Em complemento a essa definição, Russel (1994) aponta que:

Quando a dissolução se realiza, forças soluto-soluto e solvente-solvente são substituídas por forças soluto-solvente. Em geral, a alta solubilidade de um sólido em um líquido é favorecida pelas fracas forças soluto-soluto (medidas em um sólido pela energia reticular) e pelas fortes forças soluto-solvente (medidas pela energia de solvatação) (p.511).

Brown; Lemay e Bursten (2005) destacam ainda que “*um fator muito importante que determina se uma solução se forma é a intensidade relativa das forças intermoleculares entre as partículas de soluto e solvente*” (p. 447).

Solubilidade, definida por Atkins e Jones (2012) “*é a concentração de uma solução saturada de uma substância* (ATKINS; JONES, 2012, p. 853)”. Ambos os conceitos (volatilidade e solubilidade) auxiliaram os estudantes na compreensão do comportamento dos compostos quando em contato com a água.

Circunvis (2010) define a persistência no ambiente como “*o tempo que o produto químico leva para perder, pelo menos, 95% de sua atividade, ou seja, para se decompor em estrutura mais simples* (p.53)”. Este conceito ajudou os estudantes a comparar o tempo de ação no ambiente dos diferentes compostos analisados na situação-problema.

A elaboração de significados sobre esses conceitos se dá na comunicação argumentativa realizada pelos estudantes ao longo das etapas da modelagem analógica, nas quais eles têm acesso a informações, em que ocorrem trocas de conhecimento e negociação de entendimentos e pontos de vista.

De acordo com Jiménez Aleixandre (2010) argumentar consiste na capacidade de avaliar os enunciados com base nas evidências, além de reconhecer que as conclusões e declarações científicas devem ser justificadas, isto é, serem apoiadas por evidências.

Neste trabalho, nosso objetivo central não é o de avaliar pontualmente os argumentos produzidos pelos estudantes, mas de analisar a comunicação argumentativa dos mesmos, ou seja, nosso foco está no processo de busca por evidências pelos

estudantes para sustentar seus modelos, analogias e pontos de vistas sobre a situação-problema durante a modelagem analógica.

Isso porque, aprender a argumentar vai além de produzir bons argumentos; implica em saber comunicar, persuadir, e expor uma ideia, o que também se aprende articulando e construindo uma explicação que resulte em uma justificativa convincente, apoiada em provas. Argumentar, neste sentido, auxilia o estudante em seu processo de aprendizagem (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 2010).

3. METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida possui um caráter qualitativo, pois tem o intuito de investigar o desenvolvimento de conhecimentos pelos estudantes ao longo de uma Sequência Didática (SD). Trata-se, portanto, de uma investigação que foca no processo e em que os dados são predominantemente descritivos (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Outros aspectos que caracterizam nossa pesquisa como qualitativa são: os dados coletados durante a sua realização foram provenientes do contato direto das pesquisadoras com a situação pesquisada – o desenvolvimento da SD na sala de aula pesquisada - e a nossa preocupação em interpretar esses dados de forma coerente com a perspectiva dos participantes (LÜDKE; ANDRÉ, 2015).

3.1 A Professora, as Pesquisadoras, a Turma e a Amostra

A pesquisa foi realizada no ano de 2017, em uma Escola Estadual localizada no município de Itabirito-MG. As razões para a escolha dessa escola foram o contato prévio da professora de Química com a SD, seus estudos sobre modelagem e a sua prontidão em participar da pesquisa. Há três anos ela lecionava como professora designada naquela escola.

No ano em que a pesquisa foi realizada a professora ministrava doze aulas semanais. Estas, estavam distribuídas entre seis turmas, sendo cinco de Educação de Jovens e Adultos (EJA) e uma de Ensino Regular (3º ano do Ensino Médio), turma em que a SD foi desenvolvida.

A professora da turma concluiu em 2015 o curso de Licenciatura em Química, pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Em sua graduação, ela teve experiências com atividades de modelagem vivenciadas nas discussões das disciplinas Prática de Ensino de Química e Estágio Supervisionado e na participação do Projeto

Institucional de Bolsas Iniciação à Docência – PIBID. Atualmente, a mesma cursa o Mestrado em Educação do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da UFOP, com previsão de conclusão no segundo semestre de 2019.

Três pesquisadoras participaram da coleta de dados: a mestranda responsável pelo desenvolvimento deste trabalho, a qual esteve presente em todas as aulas; a autora da SD que foi desenvolvida na sala de aula pesquisada, a qual alternava sua presença com uma terceira pesquisadora, que também apresentava experiências prévias com modelagem analógica e QSC. Todas as pesquisadoras participam do grupo de pesquisa “Práticas Científicas e Epistêmicas na Educação em Ciências”, da Universidade Federal de Ouro Preto e desenvolvem trabalhos relacionados ao ensino e aprendizagem de Química.

Como afirmado, os estudantes que participaram da pesquisa cursavam o terceiro ano do ensino médio, no turno noturno. A turma era composta por 25 estudantes e era bastante heterogênea com relação à desenvoltura de comunicação, ou seja, alguns estudantes tomavam frente para participar, enquanto outros, eram mais tímidos, o que demandava maior tempo para que os mesmos se sentissem à vontade para expressar suas ideias.

No dia a dia da sala de aula, em geral, os estudantes restringiam suas interações aos colegas que possuíam maior afinidade, sem expandi-las para o restante dos colegas. A maioria dos estudantes era proveniente de distritos de Itabirito e de famílias de classe média-baixa. Estes dados sobre o perfil socioeconômico dos estudantes foram obtidos em conversas com a equipe pedagógica da escola e com a professora da turma, durante as observações de campo realizadas pela pesquisadora.

Os estudantes daquela turma não estavam acostumados a realizar atividades de modelagem analógica, nem outros tipos de atividades de ensino que demandavam deles a expressão, a negociação de ideias e a emissão de posicionamentos. A sequência didática foi desenvolvida neste nível de ensino, porque consideramos que algumas noções sobre conceitos químicos como átomos, moléculas, substâncias, interações entre partículas e equilíbrio químico – as quais poderiam proporcionar mais interações entre os sujeitos pesquisados durante as discussões – já seriam familiares a eles.

Com relação ao desenvolvimento da pesquisa, a turma foi bastante receptiva. A relação da turma com a professora era boa, o que contribuiu para o desenvolvimento das atividades. Apesar disso, os estudantes mais tímidos e inibidos muitas vezes demandavam que a professora e as pesquisadoras insistissem para que eles apresentassem suas ideias.

Após o desenvolvimento da SD junto à turma, selecionamos um dos grupos que se adequou aos critérios que julgamos importantes para a análise do desenvolvimento das aprendizagens pelos estudantes durante o processo: estudantes que estavam regularmente matriculados e com frequência comprovada na escola; participação efetiva nas aulas em que a pesquisa foi realizada este, evidenciado pelas interações dos estudantes dentro do grupo e do grupo com a professora e as pesquisadoras; e disponibilidade em participar da entrevista final.

O grupo escolhido para análise era composto por 4 estudantes, inicialmente bastante tímidos com relação às intervenções realizadas no grupo. Isso foi constatado a partir da observação das aulas e dos registros em vídeo, uma vez que quando a professora ou uma das pesquisadoras aproximava-se do grupo para discutir e ouvir as ideias dos estudantes, os mesmos se mostravam retraídos e inseguros de se manifestar. Apesar disso, estavam muito envolvidos nas discussões entre pares. À medida que as atividades foram acontecendo, o grupo se mostrou mais participativo e mais seguro em responder os questionamentos e participar das discussões.

3.2 A Sequência Didática (SD)

De acordo com Zabala (1998) uma SD pode ser entendida como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores quanto pelos alunos” (p.18).

A SD desenvolvida nesta pesquisa foi elaborada por Andrade e Mozzer (2017) com os objetivos iniciais de: “favorecer a vivência e compreensão pelos estudantes de aspectos relacionados às práticas científicas presentes na modelagem analógica; favorecer a tomada de decisão frente à questão sociocientífica; favorecer o entendimento conceitual de tópicos como: interações químicas, solubilidade e dispersão” (p. 4).

A SD foi criada para ser desenvolvida durante o mestrado da autora, Gabriela Andrade, que chegou a iniciar o desenvolvimento da sequência em uma escola de Ensino Médio da rede pública. Porém, devido às paralisações e ao movimento de ocupação das escolas ocorridos no ano de 2016, não foi possível finalizar o processo. O piloto das atividades 1 à 4 realizado pela autora, foi importante para a reformulação de alguns pontos da SD, como: a previsão de um maior tempo para a realização das atividades de modelagem analógica; a adequação de termos científicos; alguns questionamentos

específicos para esclarecimento dos modelos e analogias propostos pelos estudantes. A versão reformulada dessa sequência encontra-se no Anexo 1.

Na versão original da SD, encontra-se o emprego do termo “pesticida”. Acatando as sugestões da banca avaliadora no processo de qualificação deste trabalho, substituímos aquele termo por “agroquímicos”, entendendo que este adequa-se melhor à situação proposta, uma vez que aquele termo carrega problemas de atribuição de valor negativo a animais. Isso se configura em um problema de desconsideração moral e imprecisão científica no uso do termo e, neste sentido, em um problema epistêmico.

Assim, durante o texto deste trabalho utilizaremos o termo “agroquímicos” e manteremos o termo inicial “pesticidas” apenas nas transcrições das falas dos estudantes, da professora e das pesquisadoras e nos enunciados das atividades da SD, para sermos fiéis à proposta desenvolvida.

Outro termo que demonstra problemas de atribuição de significado é a palavra ‘combate’. Segundo o Dicionário Aurélio (2010), o termo pode assumir os significados de “luta armada; sustentar um combate; luta contra obstáculos de qualquer natureza”. Isso nos fez repensar as relações existentes entre os seres humanos e os insetos e, por consequência, a modificar o uso de tal termo para ‘controle’, considerando que as mencionadas relações não são adequadamente caracterizadas dessa forma por motivos da mesma natureza daqueles discutidos para o uso do termo ‘pesticida’.

Ao ingressar no mestrado, em 2017, a partir de discussões iniciais com a minha orientadora, da minha participação em uma disciplina eletiva sobre QSC ministrada por esta e do conhecimento da SD a partir de uma apresentação realizada pela autora da proposta no grupo de pesquisa, do qual eu faço parte, manifestei meu interesse em aprofundar e realizar uma pesquisa em torno da mesma.

Ao refletir sobre a minha prática docente, reconheci nessa proposta possíveis contribuições para engajar os estudantes em discussões do seu real interesse e para uma formação que ultrapassa o ensino memorístico e descontextualizado. Nesse contexto de discussões e reflexões, o conhecimento dos trabalhos de Zabala (1998), Conrado (2017), Conrado e Nunes-Neto (2015; 2018) e Coll e Solé (2001) me motivaram a focar nossa pesquisa na investigação das aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais, centrais quando se considera uma formação ampla em Ciências.

A SD de Andrade e Mozzer (2017) é composta por 9 atividades. A seguir, apresentamos uma descrição geral dessas atividades, algumas recomendações das

idealizadoras sobre o seu desenvolvimento e um quadro com os objetivos de aprendizagem de cada uma dessas atividades (vide quadro 1).

Atividade 1: Introdução às analogias

O objetivo da atividade 1 (Anexo 1) é apresentar aos estudantes uma analogia e diferenciá-la de uma comparação de mera aparência. Na questão 1.1 da atividade espera-se que a professora auxilie os estudantes a estabelecer as correspondências das similaridades entre as imagens do grupo *The Beatles* atravessando uma rua em Londres e da família do desenho animado *The Simpsons* atravessando a mesma rua em Londres. Em específico, nesta parte discute-se uma comparação de mera aparência.

Na questão 1.2 o objetivo é discutir uma analogia. Para isso, faz-se necessário o conhecimento prévio dos estudantes sobre equilíbrio químico, uma vez que esse é o domínio alvo a ser comparado com o análogo do atleta correndo na esteira, ilustrado por meio de uma imagem. Aos estudantes cabe, com o auxílio da professora, estabelecer as correspondências de similaridade. Nesta atividade, espera-se também que a professora discuta as diferenças entre esses dois tipos de comparação e as limitações de cada uma delas.

Atividade 2: Sondagem

Esta atividade é composta por sete questões propostas para que a professora tome conhecimento das ideias dos estudantes a respeito da temática agroquímicos (por exemplo: “*Você sabe o que são pesticidas?*” “*Você já usou algum tipo de pesticida?*”, “*Você já ouviu o termo dedetizar?*” “*Os pesticidas podem causar algum dano ao meio ambiente, pessoas e animais?*”).

O objetivo dessa atividade é familiarizar os estudantes com o caráter dialógico das atividades subsequentes. Por essa razão, espera-se que ela seja realizada de forma coletiva.

Atividade 3: Pesticidas, Homem e Meio Ambiente

A atividade 3 é um complemento da atividade anterior, contemplando o mesmo objetivo da atividade 2. Adicionalmente ela possibilita aos estudantes familiarizarem com a temática a partir das informações fornecidas por um texto explicativo (ANDRADE; MOZZER, 2017) e explicitarem seus conhecimentos prévios. Espera-se que este texto seja lido em voz alta juntamente com a turma.

Durante a leitura, pode ser importante a realização de algumas pausas para pontuar informações que podem auxiliar os estudantes a esclarecer alguns conceitos e aprender sobre outros. Aspectos como: a definição de agroquímicos, as formas pelas quais eles podem poluir o meio ambiente, os agroquímicos mais usados no cotidiano e nas dedetizações das casas, e os agroquímicos que podem ser usados como alternativas para o controle dos mosquitos transmissores de doenças, podem ser discutidos a partir da leitura do texto.

Atividade 4: Pesticidas na Atmosfera

O objetivo desta atividade é o estudo do processo de dispersão dos agroquímicos no ar por meio da criação, crítica e reformulação de modelos e analogias.

No primeiro momento da atividade prevê-se que a professora leia com a turma o a reportagem da Parte 1, intitulada: “Lei que autoriza pulverização aérea” e discuta com os estudantes o conteúdo da reportagem. Prevê-se também um momento de esclarecimento aos estudantes sobre o objetivo geral das investigações propostas nas atividades: cada grupo fará parte de uma comissão técnico-científica fictícia que deverá se posicionar em relação ao uso ou não de agroquímicos com base nas investigações realizadas e nas informações discutidas ao longo das atividades. Ao final, tal posicionamento será explicitado em um parecer técnico emitido por eles.

Nas questões 1.1 e 1.2 da atividade 4, os estudantes são solicitados a criar modelos e analogias para expressar o comportamento dos agroquímicos no ar. Espera-se que a professora/pesquisadora auxilie os grupos, discutindo com os estudantes o que eles devem produzir e como. Em seguida, na questão 1.3, os estudantes têm acesso ao quadro 1 (Anexo 1), que contém informações sobre a fórmula molecular, massa molar e volatilidade dos agroquímicos. Neste momento, espera-se que eles testem seus modelos e analogias, analisando se os mesmos conseguem ou não explicar o comportamento, tendo em vista as informações sobre a massa e a volatilidade de cada agroquímico.

Esta atividade será a primeira em que os estudantes terão o contato com a criação de modelos e analogias. Devido à possível inexperiência em relação a este tipo de atividade, as intervenções da professora e das pesquisadoras serão essenciais para guiar a discussão de forma a auxiliar os estudantes a testar os modelos e analogias propostos.

Atividade 5: Pesticidas nas águas

A atividade 5 também possui o objetivo de criação, crítica e reformulação de modelos e analogias para explicar o comportamento dos agroquímicos em água, explorando assim o conceito de solubilidade.

Os estudantes precisarão interpretar as informações dos quadros 2 e 3 para classificar os agroquímicos. Para isso, espera-se que a professora, neste momento, auxilie a turma quanto à realização de cálculos de regra de três direta, tendo por base os dados do quadro. A partir dessas operações, os estudantes podem classificar os agroquímicos em muito pouco solúvel, ligeiramente solúvel e praticamente insolúvel.

A questão 1.1 contempla as etapas de criação e expressão de modelos pelos grupos para explicar o comportamento de cada agroquímico, considerando as suas solubilidades em água. Já na questão 1.2 são contempladas as etapas de criação e expressão de analogias e consideradas as suas limitações. Na questão 1.3 discute-se a contaminação da água causada pelos agroquímicos, a partir da análise do quadro 4, que expressa a quantidade de agroquímico permitida em água potável; informações estas que possibilitam que os estudantes testem os modelos e analogias propostos.

Atividade 6: Ampliando as possibilidades do combate ao *Aedes Aegypti*

Os objetivos desta atividade é apresentar aos estudantes alternativas de controle da transmissão da dengue e de outras doenças pelo mosquito, como os óleos essenciais e possibilitar que eles avaliem seus modelos e analogias elaborados para explicar o comportamento dos agroquímicos com relação ao seu poder explicativo de propriedades do farnesol, um dos componentes daqueles óleos.

No início desta atividade a professora lê em voz alta com toda a turma o texto informativo sobre os óleos essenciais. Ao longo do texto espera-se que ela pontue algumas informações dos estudos sobre o uso de óleos essenciais no controle à larva do mosquito e que ela esclareça significados de termos como “degradação”.

Após a leitura, na questão 1.1 espera-se que os estudantes utilizem seus modelos e analogias para explicar o comportamento do farnesol no ar e na água. Caso não seja possível, espera-se que eles reformulem seus modelos e analogias ou proponham novos.

Na questão 1.2, são incentivados a pensar em outros métodos de prevenção em relação à proliferação das doenças transmitidas pelo mosquito, sendo importante que a professora promova a conscientização dos estudantes durante as discussões em torno desses métodos.

Atividade 7: Persistência dos pesticidas

A atividade 7 inicia-se com a interpretação de informações sobre a persistência dos pesticidas e do óleo essencial, dispostas no quadro 5 (vide Anexo 1). Espera-se que a professora discuta e auxilie os estudantes nessa interpretação.

Na questão 1.1, os estudantes são solicitados a comparar os dados daquele quadro e avaliar qual dos agroquímicos ou óleo essencial apresenta maior risco ao meio ambiente. Já na 1.2, eles fazem a avaliação dos modelos e analogias propostos anteriormente, analisando se os mesmos são capazes de explicar porque alguns agroquímicos são facilmente degradados e outros não.

Atividade 8: Argumentação dos especialistas

Esta atividade inicia-se com a apresentação de vídeos de duas entrevistas realizadas com um médico sanitário e com um químico ambiental e com a leitura da transcrição de uma entrevista realizada como uma química orgânica. O intuito é possibilitar aos estudantes o acesso a diferentes pontos de vista de especialistas sobre o uso de agroquímicos.

Espera-se que a professora/pesquisadora auxilie os estudantes a reconhecer pontos relevantes desses diferentes pontos de vista, os quais possam ajudar os estudantes na emissão do posicionamento.

Atividade 9: Elaboração do parecer técnico

Esta atividade contempla a elaboração do parecer final. Alguns aspectos devem estar explícitos no documento elaborado pelos estudantes. Sendo assim, a professora deve explicar e ajudar os mesmos a entender a atividade. É importante que cada grupo possa apresentar para a turma seu parecer, com o intuito de promover uma discussão sobre os diferentes posicionamentos e as evidências e justificativas que os sustentam. Neste processo espera-se que os estudantes tenham a ocasião de defender/refutar ideias.

A partir das atividades propostas na SD, identificamos os objetivos de aprendizagem almejados com o seu desenvolvimento em sala de aula e apresentamos os mesmos no quadro 1 a seguir.

Quadro 1. Objetivos de aprendizagem almejados

Atividade / Encontro	Objetivos de aprendizagem	Principais conteúdos
Atividade 1 1ª aula	Analisar e compreender a analogia estabelecida entre um atleta na esteira e o dinamismo do equilíbrio químico; reconhecer correspondências entre relações de similaridade e as limitações da comparação.	Equilíbrio químico; analogia.
Atividade 2 e 3 2ª aula	Expressar conhecimentos sobre os agroquímicos; posicionar perante as questões de sondagem; identificar e discutir conceitos e palavras oriundos do texto que são desconhecidas; relacionar os conhecimentos sobre os agroquímicos com as discussões ocorridas.	Dedetização e agroquímicos; uso e consequências dos agroquímicos; uso do DDT durante a Segunda Guerra Mundial; casos de dengue, zika e febre chikungunya; controle do mosquito transmissor das doenças.
Atividade 4 3ª a 7ª aulas	Propor modelos e analogias para explicar o comportamento dos agroquímicos Malathion, Diclórvos e Cipermetrina no ar; observar e selecionar os aspectos do alvo que serão representados nos modelos e analogias; produzir e expressar um modelo e analogia utilizando diferentes tipos de representação (escrita, verbal, gestual, concreta etc.); identificar as correspondências entre as relações de similaridade e as limitações da comparação proposta; comunicar o modelo e a analogia elaborados; analisar os modelos e analogias propostos para relacionar volatilidade, massa molar e dispersão dos agroquímicos; reformular o modelo e a analogia (ou elaborar novos) quando os mesmos não conseguirem explicar o comportamento das partículas dos agroquímicos diante das novas informações sobre massa molar e volatilidade.	Pulverização aérea de agroquímicos; dispersão, volatilidade e massa molar dos agroquímicos.
Atividade 5 8ª a 14ª aulas	Propor modelos e analogias para explicar o comportamento dos agroquímicos Malathion, Diclórvos e Cipermetrina em água; relacionar e interpretar o valor de solubilidade calculado com a classificação qualitativa da solubilidade dos três agroquímicos em água; analisar e comparar a contaminação da água pelos três agroquímicos com base na solubilidade; observar e selecionar os aspectos do alvo que serão representados nos modelos e analogias; produzir e expressar um	Solubilidade em água; poluição e contaminação do ambiente pelos agroquímicos; parâmetros da quantidade dos agroquímicos em água potável permitida por lei.

	<p>modelo e analogia utilizando diferentes tipos de representação; comunicar o modelo e a analogia elaborados; identificar as correspondências entre relações de similaridade e as limitações da comparação proposta; analisar os modelos e analogias com relação à solubilidade e ao parâmetro de quantidade de agroquímico permitido por lei; reformular o modelo e analogia (ou elaborar novos) quando os mesmos não conseguirem explicar o comportamento dos agroquímicos diante do parâmetro de quantidade permitido por lei em água potável.</p>	
<p>Atividade 6 15^a e 16^a aulas</p>	<p>Compreender e discutir algumas propriedades do farnesol, componente do óleo essencial (como massa molar, solubilidade e volatilidade); avaliar a capacidade do modelo e analogia elaborados anteriormente de explicar as propriedades do óleo essencial informadas; reformular o modelo e analogia (ou elaborar novos), caso os mesmos não consigam explicar o comportamento do óleo essencial no ar e na água; identificar as correspondências entre relações de similaridade e as limitações da comparação proposta; comunicar o modelo e analogia elaborados; apresentar formas alternativas de controle ao mosquito <i>Aedes aegypti</i>.</p>	<p>Óleos essenciais e suas ações; alternativas para o controle do mosquito <i>Aedes aegypti</i>.</p>
<p>Atividade 7 17^a e 18^a aulas</p>	<p>Compreender o conceito de persistência; identificar e discutir sobre a persistência dos agroquímicos e do óleo essencial; posicionar-se quanto aos riscos para a vida humana e para o meio ambiente de ambos, quando houver; avaliar o modelo e a analogia propostos com relação a sua capacidade de explicar a degradação dos agroquímicos; reformular o modelo e analogia (ou elaborar novos), caso os mesmos não consigam explicar a persistência das substâncias no meio ambiente; identificar as correspondências entre relações de similaridade e as limitações da comparação proposta; comunicar o modelo e a analogia elaborados.</p>	<p>Persistência dos agroquímicos e do óleo essencial; contaminação dos agroquímicos.</p>
<p>Atividade 8 19^a aula</p>	<p>Compreender e analisar os diferentes posicionamentos de especialistas sobre o uso de agroquímicos; selecionar informações relevantes a partir da vivência das atividades de modelagem analógica para a construção do parecer.</p>	<p>Ações e efeitos dos agroquímicos; outras formas de controle ao mosquito transmissor de doenças; uso de repelentes e óleos essenciais.</p>

Atividade 9 20 ^a a 23 ^a aulas	Selecionar informações relevantes para a construção do parecer; discutir, opinar e se posicionar diante das informações e significados elaborados; construir um posicionamento perante a decisão sobre o uso ou não dos agroquímicos, com base na avaliação de sua eficiência e de seus efeitos tóxicos; auxiliar o grupo na construção do parecer.	Respeito às normas estabelecidas; responsabilidade com os dados e evidências utilizados para o posicionamento; autoridade em relação aos conhecimentos elaborados.
Entrevista	-	Discussões em torno da decisão expressa no parecer

3.3 Coleta de dados

Antes da coleta de dados o projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto. Como mencionado anteriormente, a pesquisa se concretizou a partir do desenvolvimento da SD em uma turma de terceiro ano noturno, de uma escola estadual do Município de Itabirito, Minas Gerais, composta por 25 estudantes.

Vale destacar ainda que a professora da turma já havia desenvolvido parte da SD no ano anterior em uma de suas turmas, a pedido da idealizadora da proposta e, por isso, já estava familiarizada com a mesma.

Ainda assim, encontros entre a professora, a pesquisadora e a orientadora foram realizados com o intuito de discutir as dúvidas e apontamentos da professora, de retomar e relembrar os objetivos de cada atividade, de conhecer as características da turma que participaria da pesquisa e de elencar as possíveis discussões que a professora poderia promover ao conduzir a SD de forma a atender os objetivos propostos para as atividades.

Antes de iniciar a pesquisa em sala de aula, as pesquisadoras se apresentaram à direção da escola. No encontro foram expostos os objetivos da pesquisa, o tempo estimado para o seu desenvolvimento e os possíveis benefícios para os estudantes. Tanto a direção quanto a equipe pedagógica se mostraram bastante receptivas com relação à realização da pesquisa na instituição.

As duas pesquisadoras também foram apresentadas pela professora da turma aos estudantes e os mesmos foram esclarecidos sobre o intuito da pesquisa, sobre a sua possível participação de forma livre, espontânea e sem remuneração e sobre a proteção de suas identidades durante todo o processo.

Em observância aos aspectos da ética na pesquisa, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa - CEP da UFOP que julgou que o mesmo atendia a todos os preceitos estabelecidos por aquele comitê, conforme parecer consubstanciado (vide Anexo 2).

Antes de iniciar o desenvolvimento da SD foram entregues e lidos com os estudantes termos de consentimento e de anuência que informavam sobre a pesquisa, seus objetivos e os direitos dos participantes. O Termo de Anuência para os estudantes menores de 18 anos (Anexo 3), o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos responsáveis pelos menores de 18 anos (Anexo 4) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido destinado aos estudantes maiores de 18 anos (Anexo 5), foram devolvidos

assinados no encontro seguinte. O diretor da instituição também assinou uma autorização para a realização da pesquisa (Anexo 6).

O desenvolvimento da SD ocorreu em vinte e três aulas de 45 minutos cada, com duração de quatro meses. Por se tratar de uma turma do turno noturno, de acordo com a Resolução SEE N°2.843 de 13 de janeiro de 2016, sua grade de horários diária é composta por 4 (quatro) aulas, com a duração mencionada.

O quadro 2 a seguir contém informações sobre a distribuição de aulas de acordo com a realização das atividades.

Quadro 2. Relação entre as aulas e as atividades desenvolvidas

Aula (45 minutos)	Atividades
1ª aula	Atividade 1
2ª aula	Atividade 2 e 3
3ª a 7ª aulas	Atividade 4
8ª a 14ª aulas	Atividade 5
15ª e 16ª aulas	Atividade 6
17ª e 18ª aulas	Atividade 7
19ª aula	Atividade 8
20ª a 23ª aulas	Atividade 9

Durante todo o período, a professora da turma contou com o auxílio das três pesquisadoras mencionadas na seção 3.1, sendo que em cada aula havia sempre duas delas: a autora deste trabalho e uma das demais. O intuito da presença delas era auxiliar as discussões entre os estudantes e dar suporte para a professora na condução das atividades.

Os estudantes se dividiram em quatro grupos. Inicialmente, como a turma tinha em torno de 17 estudantes, foram criados três grupos de 4 estudantes e um grupo com 5. O número de integrantes em cada grupo variou, visto que a turma se encontrava no turno noturno e alguns estudantes dos turnos da manhã e da tarde foram remanejados, devido ao seu horário de trabalho.

Ocorreu, então, um aumento significativo de estudantes na sala de aula, já que no período noturno havia apenas esta turma de terceiro ano de ensino regular na escola. Desta forma, passamos a contar com 25 estudantes, distribuídos da seguinte forma: Grupo 1

com 4 estudantes; Grupo 2 com 10 estudantes; Grupo 3 com 5 estudantes; e Grupo 4 com 6 estudantes.

Os dados desta pesquisa foram coletados com o auxílio de três câmeras filmadoras (uma delas revezadas na filmagem de dois grupos) e quatro gravadores de áudio dispostos um em cada grupo de estudante durante as aulas em que a SD foi desenvolvida. O uso das filmadoras foi essencial para captar detalhes das discussões estabelecidas e das expressões não verbais (como gestos, expressões faciais e modelos concretos produzidos pelos estudantes) (BELEI; GIMENIZ-PASCHOAL; NASCIMENTO; MATSUMOTO, 2008). Os registros em áudio funcionaram como uma fonte auxiliar de dados, os quais utilizamos para tentar garantir a audibilidade dos registros das falas dos grupos em meio às discussões de toda a sala.

As atividades escritas também foram recolhidas ao final de cada aula e os modelos expressos pelos grupos foram fotografados. A pesquisadora fez anotações de campo através da observação em sala de aula, identificando ações e aspectos que foram importantes para a pesquisa (como a presença dos estudantes nas aulas; a inserção de novos estudantes nos grupos etc.), além de descrever o perfil dos estudantes de cada grupo e outros pontos relevantes (VIANNA, 2003). Além disso, entrevistas foram realizadas com os grupos de estudantes, as quais são detalhadas na seção seguinte.

3.3.1 A Entrevista

A realização de entrevistas coletivas e semi-estruturadas pela pesquisadora autora deste trabalho foi programada para o período posterior à apresentação e discussão do parecer final, no horário da aula da professora na turma e dentro do ambiente escolar. O intuito de realizar as entrevistas na escola se justifica pelo fato do ambiente ser familiar aos estudantes, o que facilitaria as informações e de aumentarmos as chances de os estudantes comparecerem às entrevistas, visto que elas seriam realizadas no horário da aula (DELVAL, 2002). Já a opção por esse tipo de entrevista se justifica pela oportunidade do entrevistador sanar possíveis incompreensões, completar alguma informação e até alterar a ordem das questões, quando se fizesse necessário (COHEN et al., 2011).

Um protocolo para realização de entrevistas foi elaborado e consta no Anexo 7. Este é constituído de nove questões, algumas destinadas a elucidar o posicionamento do grupo sobre aspectos que porventura não tivessem sido apresentados e discutidos na aula de exposição do parecer, relacionados a: os principais argumentos para a decisão; a

existência ou não de um consenso quanto ao parecer emitido; a necessidade ou não de informações adicionais; a avaliação do parecer dos colegas; o papel das atividades de modelagem analógica no processo. Outras mais gerais que solicitavam deles a avaliação da SD, do processo vivenciado e da temática abordada.

Diante do objetivo de retomar as discussões realizadas durante a aplicação da SD, a pesquisadora procurou deixar os estudantes à vontade para expor todos os apontamentos que julgasse pertinentes, especialmente pelo fato de que, durante a aula destinada à apresentação do parecer ou na produção do documento escrito, os estudantes poderiam não conseguir expressar suas ideias de maneira clara, por fatores relacionados à timidez, medo de exposição ou mesmo por julgarem não dominar um vocabulário adequado para expressar ideias relacionadas a conceitos científicos.

Antes de realizar a entrevista, a pesquisadora explicou para toda a turma o que seria abordado, como se daria a participação dos estudantes, como seriam registrados os dados, deixando explícito que essa participação seria voluntária. Depois dos esclarecimentos, o grupo 3, que era composto por 5 estudantes, optou por não participar da entrevista. Eles justificaram que apenas 2 componentes participaram efetivamente de todo o desenvolvimento da SD e que, por isso, os demais não tinham conhecimento sobre as decisões que foram discutidas pelo grupo.

As entrevistas foram agendadas com os demais grupos, mas nem todos os integrantes se prontificaram a participar, por motivos diversos, como impossibilidade de estar presente no dia e timidez. Participaram das entrevistas 4 integrantes do Grupo 1; 4 integrantes do Grupo 2 e 5 integrantes do Grupo 4.

Como ocorreu durante as atividades, no início da entrevista os estudantes do Grupo 1 se mostraram receosos de falar ou tímidos, mas aos poucos foram se familiarizando com aquela situação e começaram a se manifestar. Passado o momento inicial de inibição, todos estudantes explicitavam suas ideias e opiniões quando questionados. Isso promoveu reflexões de alguns posicionamentos que haviam sido manifestados durante o desenvolvimento da SD, as quais foram verbalizadas pelos integrantes naquele momento.

3.4 Análise de dados

Ao final da pesquisa, os registros em vídeo de todas as aulas em que as atividades da SD foram desenvolvidas foram transcritos, atentando-se para alguns pontos destacados por Preti (2009):

1. Toda transcrição é boa, desde que atenda a nossos objetivos de pesquisa;
2. Nenhuma transcrição é perfeita, pois sempre permanecerão ausentes algumas marcas típicas da oralidade (hesitações, alongamentos, variações fonéticas do falante, entonação, ênfase, truncamentos, etc.) mesmo que criemos sinais para precariamente representá-las;
3. Na transcrição deve-se deixar de lado, sempre que necessário, as regras ortográficas, para que haja maior aproximação da língua oral;
4. A transcrição favorece o processo de análise do texto gravado e, sem ser indispensável, é uma estratégia eficiente para o pesquisador da oralidade.

Seguimos também algumas normas de transcrição adotadas por Preti (1999; 2009) e Carvalho (2011), a fim de mantermos um padrão de códigos e facilitar o entendimento dos dados. Por exemplo, a numeração sequencial dos turnos de fala ao longo da transcrição e a utilização dos (()) dois parênteses para a inserção de comentários do pesquisador sobre gestos e ações dos sujeitos.

Nesse processo, a conjugação de dados e informações advindas dos diferentes instrumentos de coleta (diário de campo, gravador, filmadora e folhas de atividade) foi importante para a interpretação e discussão dos dados, visto que nem sempre uma fala transcrita por si só auxiliava a compreensão do que o estudante queria expressar naquele momento.

A escolha de um grupo para realizar a análise dos dados foi baseada nos critérios mencionados na seção 3.1. Para que o anonimato dos integrantes do grupo fosse mantido, seus nomes foram substituídos pelos seguintes pseudônimos: Wagner, Eliane, André e Mariana. O mesmo foi feito com relação à professora e às pesquisadoras, para as quais usamos os termos Professora, Pesquisadora 1 (autora deste trabalho), Pesquisadora 2 e Pesquisadora 3 (auxiliares da pesquisadora 1).

Para que pudéssemos descrever e analisar o processo vivenciado pelo grupo pesquisado, apresentamos recortes de transcrições das discussões que ocorreram durante as aulas, que caracterizam um *episódio de ensino*: “momentos extraídos de uma aula, onde fica evidente uma situação que queremos investigar” (CARVALHO, 2011, p. 33).

No caso desta pesquisa, foram considerados episódios de ensino os momentos em observamos indícios de aprendizagens conceitual, procedimental ou atitudinal durante as atividades propostas na SD. Em geral, esses momentos estavam associados à interpretação e análise de dados e informações disponibilizados nas atividades, à construção de significados sobre conceitos e ideias, à negociação de pontos de vista pelos

estudantes, análise crítica de ideias e informações, entre outros, os quais ocorreram durante e foram sustentados pelas etapas de criação, expressão, testes e avaliação da modelagem analógica.

Desta forma, consideramos como início de um episódio quando identificamos aspectos referentes às aprendizagens conceitual, procedimental e atitudinal, nos atentando para os momentos em que os estudantes trocavam experiências, opinavam sobre determinado assunto entre si ou com a professora e/ou pesquisadora. Como fim do episódio, consideramos os momentos em que os estudantes se decidiam sobre algo, chegando a algum consenso o qual era expresso para a professora e/ou pesquisadora ou para seus pares.

Nosso suporte teórico para a identificação e seleção dos episódios de ensino foram os trabalhos de Zabala (1998), Conrado (2017) e Conrado e Nunes-Neto (2018), que discutem as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, e os trabalhos de Mozzer e Justi (2015) e Mozzer e Justi (2018), que discutem sobre modelos, analogias e a modelagem analógica.

Nos quadros que contêm as transcrições desses episódios de ensino, especificamos o número do turno de fala, que foi fiel à numeração do mesmo na transcrição integral das aulas. Adicionamos informações gestuais, visuais e descritivas para auxiliar a compreensão do leitor. Estas informações foram colocadas entre dois parênteses, de acordo com a convenção estabelecida por Carvalho e Gil Pérez (1993, apud, CARVALHO, 2011).

Numa primeira etapa, elaboramos um estudo de caso a partir de uma análise descritiva detalhada desses episódios de ensino, realizada por meio da conjugação de diferentes fontes de dados – registros em áudio, em vídeo, produções escritas, desenhos e modelos concretos dos estudantes (COHEN et al., 2007).

Com o objetivo de assegurar a validade de nossa análise foi realizada uma triangulação de dados entre as pesquisadoras envolvidas nesse trabalho (COHEN, et al., 2011). Para tal, as transcrições dos episódios de ensino e as interpretações foram compartilhadas com o intuito de verificar a concordância na análise das aprendizagens dos estudantes e dos fatores que influenciaram o seu desenvolvimento ao longo da SD. Todas as etapas dessa análise foram discutidas até que se atingisse um acordo sobre as interpretações propostas.

Com base nessa análise e orientadas pelas nossas questões de pesquisa, buscamos, numa segunda etapa, sintetizar as aprendizagens alcançadas nas três dimensões

mencionadas e discutir a sua promoção ao longo da SD, especialmente a partir da vivência da modelagem analógica, mas não restrita a ela. Discutimos também a manifestação dessas aprendizagens na tomada de decisão expressa no parecer final e na entrevista sobre esse parecer.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira aula, antes de iniciar a sequência didática, a professora solicitou aos estudantes que fizessem grupos de até seis componentes e que os mesmos permanecessem nos grupos até o final do desenvolvimento da SD. Todos os estudantes receberam as folhas referentes à primeira atividade proposta na SD (vide Anexo 1). Esta foi identificada com o nome do estudante e a numeração de seu grupo, procedimento que se repetiu para todas as atividades.

A atividade 1, composta por duas questões, tem como objetivo a análise e compreensão dos estudantes sobre a analogia entre um atleta correndo na esteira ergométrica e o equilíbrio químico, além de explorá-la e diferenciá-la de outros tipos comuns de comparação.

Na questão 1.1, a professora explicou aos estudantes que eles deveriam identificar e estabelecer as correspondências entre as imagens do grupo *The Beatles* e da família do desenho animado *The Simpsons*, a partir de discussões com o grupo. Ela explicou que haviam aspectos que poderiam ser comparados e outros que não deveriam ser comparados nas imagens e que, por isso, estes seriam denominados limitações da comparação. Pontuou também que estas deveriam ser apresentadas na atividade.

Foi fornecido um tempo de aproximadamente 10 minutos para as discussões nos grupos e, posteriormente a professora solicitou que os estudantes expressassem verbalmente as correspondências que eles haviam identificado. Eles identificaram semelhanças entre as imagens como: a presença de carros parados, as cores das roupas, a posição das pessoas, a sua travessia na faixa de pedestres e o fato de um dos componentes não usar sapato. Além disso, os estudantes explicitaram limitações como: a diferença de sexo das pessoas e dos personagens, diferenças no cabelo, na expressão facial dos componentes e na largura entre as faixas de pedestres das figuras, e a representação de uma família em uma imagem e de um grupo musical na outra.

A professora explicou para os estudantes que aquela comparação mapeada por eles era do tipo mera aparência, uma vez que eles haviam colocado em correspondência

apenas propriedades descritivas comuns às imagens do grupo *The Beatles* e da família do desenho animado *The Simpsons*.

Posteriormente, ela recordou com a turma os aspectos qualitativos que caracterizam o estado de equilíbrio químico de um sistema - a reversibilidade, a coexistência de reagentes e produtos e a dinamicidade - para que os estudantes pudessem identificar as possíveis correspondências de relações de similaridade que poderiam ser estabelecidas entre o equilíbrio químico e a situação de um atleta na esteira e as limitações dessa comparação. Como anteriormente, ela pediu que cada grupo discutisse entre si para depois socializar as ideias. O quadro a seguir contém um episódio de ensino que ilustra socialização esse momento.

Quadro 3. Episódio de ensino 1

74. Professora: *Vamos fechar aqui então. Ao tentar explicar para um colega uma das características do equilíbrio químico, um estudante fez o desenho abaixo ((se refere à imagem de um atleta correndo em uma esteira ergométrica)) e a seguinte afirmativa: o estado do equilíbrio químico se parece com a situação de uma atleta correndo em uma esteira ergométrica. A esteira corre para trás, enquanto o atleta corre para frente e permanece no lugar. Então qual é a ideia que corresponde a do atleta correndo na esteira?*

75. Máisa: *Eu coloquei ((se refere à resposta escrita na folha de atividades)) que o equilíbrio químico pode ser estabelecido através de um atleta correndo na mesma velocidade em relação à esteira, ou seja, as velocidades das reações direta e inversa são iguais. O menino corre para frente e a esteira para trás. Os movimentos ocorrem simultaneamente, ao mesmo tempo.*

76. Pesquisadora 3: *Alguém teve a mesma ideia que ela?*

77. Renata: *O impulso que ele faz com a força para frente ocorre o efeito contrário na esteira.*

78. Professora: *E qual é a relação disso com o equilíbrio químico?*

79. Renata: *Que ele faz o efeito contrário.*

80. Professora: *Entendi. Mas aí você está explicando a esteira. E no equilíbrio químico, o que ocorre que é semelhante a isso?*

81. Máisa: *No equilíbrio vai ocorrer a reação dos reagentes e produtos.*

82. Pesquisadora 3: *Você conseguiu pensar nessa relação?*

83. Máisa: *Não.*

84. Pesquisadora 3: *Olha aqui, o bonequinho ele está correndo na esteira em uma posição e a esteira está fazendo um movimento contrário, não é? E aí o que acontece na reação química, o que acontece no equilíbrio químico?*
85. Renata: *Ele estabiliza.*
86. Pesquisadora 3: *E como ele é estabelecido?*
87. Renata: *Ele é estabelecido na mesma proporção?*
88. Pesquisadora 3: *Mas na mesma proporção de quem?*
89. Renata: *Dos reagentes.*
90. Maísa: *Dos reagentes e dos produtos, daí a reação direta e inversa acontece ao mesmo tempo e é igual a velocidade.*
91. Professora: *Alguém que colocou outra coisa e quer compartilhar?*
92. Pesquisadora 3: *E a limitação? A diferença?*
93. Maísa: *O tempo.*
94. Professora: *Mas se você falou que a reação ocorre na mesma velocidade. Qual é a relação do tempo?*
95. Maísa: *Por que ele não vai ficar correndo lá o tempo todo, vai?*
96. Pesquisadora 3: *Não, vai chegar uma hora que ele vai para né, e no equilíbrio químico isso acontece?*
97. Maísa: *Não. Ele acontece o tempo todo.*
98. Renata: *E chega uma hora que o atleta para de correr.*
99. Pesquisadora 3: *Então isso é uma diferença, né? E qual mais?*
- ((estudantes ficam em silêncio)).
100. Professora: *Por exemplo, o menino vai formar outra coisa? Vai acontecer alguma coisa com ele?*
101. Maísa: *Ele vai ter que mudar, ele vai transpirar, suar.*
102. Renata: *Mas ele vai continuar sendo ele mesmo.*
103. Pesquisadora 3: *E na reação química?*
104. Maísa: *Ela muda.*
105. Nádia: *Se transforma em algo diferente, muda.*
106. Maísa: *Então essa é uma diferença.*
107. Professora: *Então a gente tem duas limitações, uma em que o atleta não vai deixar de ser ele mesmo e no equilíbrio químico os reagentes vão se transformar em produtos*

sendo diferentes, e a outra é que uma hora o menino vai cansar e parar, já no equilíbrio químico sempre vai estar ocorrendo a reação.

A partir da discussão apresentada no quadro 3, temos indícios nos turnos de fala 75 ao 90 de que os estudantes conseguiram analisar e compreender a analogia proposta na atividade. No turno de fala 75, a estudante Maísa conseguiu identificar e expressar a primeira relação de similaridade entre o equilíbrio físico e o equilíbrio químico, mapeada no quadro 2. As duas outras relações de similaridade que constam neste quadro foram apontadas pela professora em um momento imediatamente posterior à discussão transcrita no quadro 3.

O fato dos estudantes, naquele momento inicial do desenvolvimento das atividades, conseguirem identificar pelo menos uma das relações de similaridade da analogia proposta, nos mostra que eles estavam compreendendo tanto o significado desse recurso quanto o aspecto da igualdade de velocidades das reações que caracteriza o estado de equilíbrio químico. Isso porque, como discute Mozzer (2013), o sucesso ou insucesso do raciocínio analógico dos estudantes depende dessa identificação das relações entre o domínio análogo e o domínio alvo.

Quadro 4. Analogia estabelecida entre o equilíbrio físico e o equilíbrio químico e sua limitação

Análogo (Equilíbrio Físico)	Correspondência	Alvo (Equilíbrio Químico)
O atleta e a esteira se movimentam em sentidos opostos, com a mesma velocidade		As reações direta e inversa ocorrem com a mesma velocidade
O atleta permanece no mesmo lugar na esteira		Não são percebidas alterações macroscópicas no sistema em equilíbrio químico
O atleta e a esteira estão em movimento		As reações direta e inversa estão se processando no equilíbrio químico.
Limitação		
<ul style="list-style-type: none"> • No equilíbrio físico o atleta irá parar em um momento, já no equilíbrio químico haverá sempre uma dinamicidade. • No equilíbrio físico, atleta e esteira não se alteram, já no equilíbrio químico existe a transformação de espécies. 		

Ao serem questionados sobre as limitações daquela comparação, as estudantes Maísa e Renata conseguiram identificar o tempo limitado em que o atleta permanece correndo na esteira em relação ao constante dinamismo do equilíbrio químico (turnos de

fala 93 ao 98). A identificação da segunda limitação foi orientada pela professora, que indagou os estudantes quanto à natureza das transformações comparadas – física no análogo e química no alvo. Naquele momento, eles foram capazes de reconhecer essa nova limitação (turnos de fala 100 ao 106).

Na segunda aula, a professora iniciou a discussão das atividades 2 e 3, cujo objetivo principal é sondar as ideias dos estudantes sobre os agroquímicos e fomentar discussões em torno do tema e de termos relacionados à temática que foram utilizados no texto.

O episódio de ensino 2 (quadro 5) traz um trecho em torno dessa discussão que compõem a atividade 2.

Quadro 5. Episódio de ensino 2

112. Professora: *Nós vamos iniciar um estudo sobre os pesticidas. Alguém sabe me dizer o que são os pesticidas? Já ouviu falar, na televisão ou em algum lugar? Ou até o pai mexe ou algum parente?*
113. Maísa: *É alguma coisa para matar uma praga, né? Que tem em uma plantação ou até dentro da própria casa.*
114. Pesquisadora 3: *Você já usou algum destes dentro da sua casa?*
115. Maísa: *Se pesticidas for aqueles para matar baratas e mosquito, sim.*
116. Nádia: *Eu já.*
117. Pesquisadora 3: *E vocês lembram o nome desse negócio que usaram?*
118. Maísa: *Baygon.*
119. Gustavo: *Tem aquele negócio que você queima também de matar o mosquitinho.*
120. Maísa: *Também tem aquele que coloca na parede.*
- ((estudantes conversam entre si)).
129. Pesquisadora 3: *Ninguém tem horta em casa, não?*
130. Estudantes no geral: *Tenho.*
131. Professora: *Vocês sabem o que seu pai ou sua mãe usa para cuidar da horta?*
132. Érica: *Minha mãe planta. Ela usa adubo.*
133. Pesquisadora 3: *Ela planta o quê, por exemplo?*
134. Érica: *Ela mexe com horta, com jardim... essas coisas aí. Ela usa adubo e outras coisas lá para proteger, para os bichos não comer.*

135. Pesquisadora 3: *Entendi, mas essas outras coisas que ela usa para proteger, você sabe o que é?*

((estudante balança a cabeça com sinal negativo)).

141. Professora: *Gente não sei se vocês já fizeram isso em casa, de chamar uma empresa de dedetização. Alguém sabe ou já ouviu falar em dedetização?*

142. Renata: *Só com o mosquito da dengue. Aquele lá que usa máscaras.*

143. Eliane: *Mas tem aqueles outros para matar barata e essas coisas.*

144. Professora: *Vocês acham importante a utilização destes pesticidas?*

145. Maísa: *Sim, porque ficar com a casa infestada de bichos, não dá. Então, é necessário utilizar sim.*

146. Professora: *Mas ele pode causar algum dano para a saúde das pessoas, animais, meio ambiente?*

147. Wagner: *Pode.*

148. Pesquisadora 3: *O que pode causar?*

149. Wagner: *Alguns podem causar intoxicação, podem até dar uma doença de pele, tipo uma coceira.*

150. Renata: *Pode trazer alguma doença também em contato com ele.*

((estudantes conversam entre si)).

155. Professora: *Vocês consideram importante ter mais informações sobre os pesticidas? Por exemplo: se você for utilizar um pesticida, você sabe qual utilizar?*

156. Maísa: *Se mostrar na propaganda, sim.*

157. Pesquisadora 3: *Mas aí, você confia na propaganda cem por cento?*

158. Maísa: *Não, mas às vezes que eu já usei. Foi para mosquito e barata e aí resolveu.*

159. Professora: *Entendi e se fosse para plantação, você saberia?*

160. Maísa: *Não.*

161. Professora: *E vocês julgam necessário ter mais informações sobre os pesticidas?*

162. Renata: *Claro, sempre é bom saber mais.*

163. Maísa: *Porque quando a gente respira algo assim e vai ficar no meio daquilo. Pode fazer algum mal para gente.*

No início da discussão, a professora indagou os estudantes sobre o significado de agroquímicos. Maísa, no turno de fala 113, prontamente expressou sua opinião, deixando claro que se tratava de algo usado para matar pragas que podem estar em uma

plantação ou na própria residência. É possível notar na fala da estudante uma carga valorativa negativa na associação do termo ‘praga’ aos insetos. Tal visão parece largamente influenciada pela forma como os insetos tem sido considerado em nossa cultura.

Almeida (2007) retrata que essa carga de conotação depreciativa dos insetos encontra-se registrada até mesmo em muitos dicionários e enciclopédias, que associam os mesmos a termos como “porqueiras”, “imundícies” e “vermes”. Em paralelo, o termo praga é definido por órgãos como FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) como qualquer espécie, raça ou biótipo de planta, animal ou agente patogênico nocivos a plantas ou produtos vegetais (Mapa - Ministério Da Agricultura, 2009). E por pesquisadores como Norris et al. (2003) como organismos vivos (como: insetos, ácaros, fungos ou plantas daninhas) que causam prejuízos às plantas cultivadas, produtos armazenados ou animais. Adicionalmente, os autores Soares e Almeida (1998) destacam que durante muito tempo algumas espécies de insetos eram referidas como pragas por estarem presentes em certas culturas, o que levou/leva os agricultores a tomar medidas de controle contra esses insetos.

Isso ocorre principalmente devido à implementação da monocultura que, de acordo com Zimmermann (2009) “*é o cultivo de uma única espécie agrícola em determinada área ou região, ocorrendo, com maior intensidade, nas grandes propriedades rurais* (p.81)”. Essa prática reduz a biodiversidade, rompe o equilíbrio presa-predador e cria a falsa necessidade de se matar aquela “praga” com o uso de “pesticidas”.

Bianchi (1998) esclarece em seu trabalho que o termo praga surgiu em consideração ao aspecto econômico associado à produção dos agricultores em função da competição entre a rentabilidade desta e a atividade de certos insetos. Na tentativa de fazer ponderações sobre o uso do termo, a autora evidencia os benefícios e malefícios dos insetos para o homem, retratando, por exemplo, que uma larva que se alimenta da folha da soja em seu primeiro estágio de vida sendo, por isso, considerada ‘praga’, ao passar pelo estágio adulto e se tornar mariposa, apresenta o benefício de polinizar a lavoura.

Como os estudantes investigados no trabalho de Trindade, Júnior e Teixeira (2012), o grupo pesquisado evidenciou tratar os insetos como uma ameaça às plantações, considerando-os pragas que precisariam ser eliminadas por meio de agroquímicos. O único prejuízo identificado pelos mesmos foi um possível dano à saúde humana causado

pelos agroquímicos, sem qualquer menção ao desequilíbrio ecológico que o extermínio dos insetos poderia causar a um ecossistema.

Os estudantes Wagner e Renata expressaram os danos causados pelos agroquímicos quando questionados pela professora (turnos de fala 149 e 150), relatando efeitos como intoxicação, alergias e possíveis doenças causados pelo seu uso. De acordo com os estudos de Branger, Teodoro e Silveira (2012) as intoxicações agudas causadas pelos agroquímicos atingem cerca de três milhões de produtores anualmente e no Brasil esse número chega a 2,1 milhões de casos. Assim, apesar de manifestarem ideias coerentes com os efeitos nocivos dos agroquímicos, os estudantes não o fizeram em associação com os produtos anteriormente declarados como comumente usados para matar insetos em casa.

Outro aspecto importante nessa discussão sobre o uso de agroquímicos se refere ao papel da mídia, centrado na divulgação desses produtos e na persuasão do consumidor, mas não no fornecimento de informações sobre os mesmos. De acordo com Brum e Fortaleza (2005), os grandes veículos de mídia atuam com um propósito definido que pode ser o de comunicar, informar, persuadir ou relacionar. Seja qual for o seu propósito ou a combinação deles, eles podem influenciar as pessoas sobre o modo como as mesmas pensam.

Isso pôde ser evidenciado nos turnos de fala 155 ao 163 quando Maísa destacou a influência da propaganda no uso doméstico de agroquímicos e é consonante com os resultados de Trindade, Júnior e Teixeira (2012), que retratam essas relações entre o conhecimento dos estudantes e as informações propagadas pelos grandes veículos de mídia.

Após essas discussões, a professora entregou aos estudantes a atividade 3, que contém um texto intitulado “Pesticidas, Homem e Meio Ambiente”, o qual traz informações complementares e esclarecimentos sobre o tema. Ela realizou a leitura do mesmo, pausando em alguns momentos para esclarecer termos (como dedetizar, inseticidas, herbicidas e fungicidas) ou para acrescentar alguma informação relacionada ao tema.

Após a leitura, os estudantes foram solicitados a falar sobre o que haviam entendido do assunto e a expressar seus pontos de vista, como ilustra o episódio 3 (quadro 6). Naquele momento, apenas uma estudante, que já tinha o costume de se expressar e sempre pedia a palavra para a professora, se posicionou em relação ao texto.

Quadro 6. Episódio de ensino 3

197. Pesquisadora 3: *O que vocês entenderam sobre o texto?*
198. Maísa: *O que entendeu ou a nossa opinião?*
199. Professora: *O que vocês entenderam, mas se tiver uma opinião sobre o texto e queira falar também pode.*
200. Maísa: *Antes eu tinha falado que era melhor dedetizar as casas, mas se a gente ficar em contato com o pesticida, ele vai afetar nosso organismo. Então eu acho que é necessário utilizar só em casos extremos.*
201. Professora: *Mas aí, você tirou essa conclusão a partir do texto?*
202. Maísa: *Sim, por causa desse negócio de fazer mal, e de como eles agem no meio ambiente.*
203. Pesquisadora 3: *E quem nunca tinha ouvido falar sobre os pesticidas, conseguiu entender?*
204. Alunos no geral: *Sim.*

Após a leitura do texto, Maísa, no turno de fala 200, realizou uma reconsideração em relação ao seu posicionamento inicial sobre o uso dos agroquímicos. Anteriormente ao ser questionada pela professora (turno de fala 145, quadro 5), ela manifestou o uso doméstico de agroquímicos para eliminar os insetos como uma prática rotineira e mesmo necessária. A estudante atribuiu essa reconsideração ao acesso às informações contidas no texto sobre alguns efeitos dessas substâncias.

A pesquisadora, após a fala da estudante questionou novamente a turma, mas ninguém quis se posicionar individualmente. Apenas afirmaram que haviam entendido as informações contidas no texto, o que levou a professora a prosseguir com a atividade.

Nesta etapa inicial, os estudantes, ainda bastante inibidos nas discussões com toda a turma, pareciam estar se familiarizando com a natureza dialógica das atividades propostas. Apesar disso, notamos que nas discussões em grupo e na expressão escrita eles se mostravam abertos para participar das atividades, se posicionando ou escrevendo suas interpretações e entendimento sobre o tema discutido.

A terceira aula foi iniciada com a leitura da reportagem intitulada “Lei que autoriza pulverização aérea”, a qual compõe a parte 1 da atividade 4. A reportagem informa sobre uma lei sancionada pelo presidente do país, Michel Temer, que trata da pulverização de substâncias químicas destinadas a controlar o mosquito *Aedes aegypti*.

Além disso, o texto da reportagem apresenta o posicionamento de algumas agências contra esse tipo de pulverização.

Após a leitura da reportagem, a professora explicou para a turma que cada grupo faria parte de uma comissão técnico-científica fictícia, contratada por um órgão governamental e responsável por emitir um parecer técnico se posicionando contra ou a favor com relação ao uso dos agroquímicos. Esclareceu que, para fundamentar esse parecer, eles precisariam pesquisar sobre o comportamento dos agroquímicos no meio ambiente para avaliação de sua eficiência e de seus efeitos tóxicos e que isso seria realizado durante as atividades propostas.

A parte 2 da atividade 4, intitulada “Como os pesticidas se comportam na atmosfera?” tem como objetivo a elaboração de modelos e analogias pelos estudantes relacionados ao comportamento dos agroquímicos Malathion, Diclórvos e Cipermetrina no ar, considerando dados da massa molar e da volatilidade dos mesmos. Como essa atividade foi a primeira em que os grupos realizaram de forma mais autônoma, houve a necessidade de um tempo maior para que seu objetivo pudesse ser alcançado.

É importante destacar que, no início de cada atividade, a professora realizava a leitura das solicitações com os estudantes, explicando o que deveria ser feito. Além disso, durante o desenvolvimento das atividades ela e as pesquisadoras auxiliavam os estudantes na medida em que eram solicitadas a fazê-lo.

Para realização da parte 2 da atividade 4, foram disponibilizados para os grupos bolinhas de isopor de diferentes tamanhos, palitos de dente, massinha de modelar, lápis de cor e folhas A4 para que os estudantes pudessem expressar seus modelos e analogias.

Ao receberem esses materiais, os integrantes do grupo pesquisado começaram uma discussão a respeito de como os três agroquímicos - Malathion, Diclórvos e Cipermetrina - estariam dispersos no ar. Alguns instantes depois, a pesquisadora 3 foi até eles, uma vez que expressaram certa dificuldade em compreender o que deveria ser feito. Ela questionou-os sobre a composição dos agroquímicos e sobre como eles foram lançados na atmosfera de acordo com a reportagem. Como a aula se aproximava do fim, os estudantes foram instruídos a prosseguir com a discussão na aula seguinte.

Na quarta aula, a professora retomou com a turma o que deveria ser feito e a pesquisadora 1 deu prosseguimento ao auxílio ao grupo iniciado pela pesquisadora 3. O episódio de ensino transcrito no quadro 7 ilustra essa discussão.

Quadro 7. Episódio de ensino 4

282. Pesquisadora 1: *Vocês conseguiram entender o que é para ser feito? Vocês devem propor modelos para tentar prever o comportamento destes pesticidas ((aponta para a folha)) dispersos no ar. Nesse texto aqui, tinha um avião que passava por cima da plantação e pulverizava o pesticida na agricultura. Então, aqui está pedindo para você prever, no nível das partículas, como elas estão dispersas no ar, como elas se interagem. Como elas vão estar dispersas aí?*

283. Eliane: *Fala aí, Wagner! Foi você que deu a ideia.*

284. Wagner: *Ele vai cair ((se referindo aos pesticidas)) e vai cair tipo assim ((faz um movimento com o braço)).*

285. Pesquisadora 1: *Entendi, mas aí, por exemplo... No nível submicroscópico, você tem que pensar nas partículas. Quando você joga as partículas do pesticida como elas vão interagir com o ar? O que a gente tem no ar?*

286. Wagner: *Gás oxigênio.*

287. Pesquisadora 1: *Só o gás oxigênio?*

288. Wagner: *Não. Outros gases, tipo o gás carbônico.*

289. Pesquisadora 1: *Sim, o gás carbônico, a água, o nitrogênio... Como você disse, temos vários gases dispersos no ar. Então, quando o pesticida for jogado no ar, como ele vai interagir com as moléculas que tem ali, dos gases? Então vocês podem representar através das bolinhas ou então das massinhas, ou desenhos.*

290. André: *Mas assim teria que colocar os palitos, para segurar as bolinhas.*

291. Wagner: *Nossa difícil...*

292. Pesquisadora 1: *Por exemplo, o que seria o pesticida? André disse sobre as bolinhas. Então vamos tentar representar através delas o que seria os pesticidas de vocês? Como vocês vão representar ele? De que forma? Vão representar o pesticida e o ar com a mesma bolinha?*

293. Wagner: *Não.*

294. Mariana: *Temos que usar bolinhas diferentes, o ar pode ser a bolinha menor.*

((os estudantes discutem sozinhos)).

301. Wagner: *A gente tem que juntar muitas bolinhas. Esse pode ser o pesticida ((aponta para a bolinha de isopor de tamanho maior)). A gente faz e coloca no palitinho. Um palitinho coloca aqui ((mostra a inserção do palito entre a bolinha de isopor menor e a maior)) e coloca outro palitinho aí ((indica a outra bolinha de isopor maior)).*

Coloca mais e separa...Tipo... Coloca o ar e aí a gente pega mais um palito e coloca o pesticida. Entendeu?

302. Eliane: *Então começa aí.*

303. Wagner: *Entendeu? No final coloca esse* ((mostra a bolinha de isopor menor)).

304. Eliane: *Não. No final já tem* ((se refere à bolinha de isopor menor representando o ar)).

305. Wagner: *Vai ligando eles... Essa daqui oh* ((aponta para a bolinha menor 'ligada' à bolinha maior))... *A gente coloca um monte de palitinhos para terminar...*

306. André: *Tem esse daqui* ((aponta para uma bolinha de isopor colorida de laranja, figura 1)).

307. Wagner: *Pode ser até esses pintados* ((se referindo as bolinhas que foram pontilhadas pelo grupo))... *Me dá aí André. Só as maiores... Deixa eu escrever aqui como que escreve* ((escreve pesticida)).

308. Mariana: *Não estou entendendo isso* ((se referindo a bolinha de isopor menor)).

309. Eliane: *Aqui, Mariana, é só em cima* ((aponta para o modelo se referindo à bolinha de isopor menor representando a partícula do ar)).

((a pesquisadora após um tempo retorna ao grupo para fotografar o modelo dos estudantes)).

339. Pesquisadora 1: *Esse é o modelo de vocês?*

340. André: *É sim. Tipo... aqui é o pesticida* ((se referindo as bolinhas de isopor maiores)) *em contato com o ar* ((se referindo a bolinha de isopor menor)) *e vai se espalhando.*

341. Pesquisadora 1: *Entendi, então vou tirar foto dele* ((se referindo ao modelo da figura 1)). *Aqui* ((aponta para as bolinhas de isopor maiores da figura 1)) *você representou o quê?*



Figura 3: Representação da dispersão do agroquímico no ar.

342. Wagner: *Pesticidas. E aí eles vão se espalhando com o ar.*

343. Eliane: *Aí nossa plantaço está aqui* ((mostra a grama, confeccionada com massinha de modelar)) *ela tem bichinhos para matar eles.*

344. Pesquisadora 1: *Entendi. Agora só uma pergunta, aqui: você está representando o pesticida, né* ((se refere as bolinhas maiores))? *As partículas deles, né?*

345. Wagner: *É, várias moléculas de pesticidas.*

346. Pesquisadora 1: *Mas aí* ((aponta para a bolinha de isopor menor)), *você representou só uma partícula de ar?*

347. André: *É. Tem que ter mais.*

348. Wagner: *Tem que ter mais.*

No trecho descrito acima, temos o início da elaboração do modelo solicitado na atividade 1.1. Nos turnos de fala 282 ao 294, a pesquisadora retoma com os estudantes aspectos centrais a serem considerados na representação da dispersão dos agroquímicos no ar, como a identificação das substâncias presentes no ar e a análise do comportamento das partículas constituintes das diferentes substâncias envolvidas no processo.

Por meio dos questionamentos realizados pela pesquisadora o grupo começou a expressar suas ideias. Wagner pontuou (turnos de fala 286 e 288) a presença de gases diferentes na atmosfera; André (turno 290) propôs o uso de palitos que foram disponibilizados junto ao material para “segurar” as bolinhas utilizadas no modelo; e Mariana (turno 294) sugeriu o uso de bolinhas diferentes para a representação do ar e dos agroquímicos. Isso indica que eles começaram a pensar na constituição das substâncias e nos aspectos estruturais de sua representação.

Assim, a iniciativa da pesquisadora parece ter contribuído para que os estudantes relacionassem, mobilizassem e sistematizassem informações, na proposição de um modelo inicial. Essas habilidades foram identificadas por Maia (2009) como necessárias de serem mobilizadas nas etapas de *criação e expressão* da modelagem (analógica), as quais tiveram início nesse momento das atividades.

Apesar de terem sido capazes de identificar os diferentes tipos de gases presentes na atmosfera (turno de fala 288), na representação da figura 3 os estudantes fizeram uso de uma única bolinha de isopor para representar o ar, como se o mesmo fosse constituído de um só componente. A dificuldade dos estudantes de formar um conceito adequado de ar como uma mistura de gases ou, de forma mais geral, de distinguir substância de misturas ou materiais é relatada em trabalhos como os de Stavy (1988), Séré (1986) e Silva e Amaral (2016).

Outro aspecto incoerente na representação proposta foi o fato das partículas dos constituintes do agroquímico e do ar estarem ligadas umas às outras. Wagner no turno 305 sugere ligar as bolinhas com os palitos de dente.

Após a discussão entre os integrantes e a apresentação do modelo proposto, a pesquisadora 1 dirigiu-se até o grupo para promover a explicitação das ideias desenvolvidas pelo grupo até aquele momento (turnos de fala 339 ao 348). Isso possibilitou identificar que, em relação aos agroquímicos, os estudantes contemplaram a multiplicidade de partículas em sua representação (como afirmou Wagner no turno 345), mas foi necessário questioná-los sobre a quantidade de bolinhas utilizadas para representar o ar no modelo proposto. Tal questionamento parece ter levado os estudantes a refletir sobre essa incoerência na representação, como evidenciam os turnos 347 e 348, iniciando naquele momento a primeira fase de *teste* do modelo.

Os estudantes ficaram sozinhos por algum tempo para discutir sobre o modelo e, em seguida, a professora dirigiu-se até o grupo para continuar a discussão, como mostra o episódio a seguir.

Quadro 8. Episódio de ensino 5

356. Eliane: *Deixa o modelo assim é só completar.*
357. Wagner: *André me empresta essa daí* ((se referindo à bolinha de isopor menor)) *para colocar aqui.*
358. Mariana: *Coloca mais dessa bolinha aqui* ((se referindo à bolinha de isopor maior)).
359. Wagner: *E onde eu vou colocar ela?* ((se referindo às bolinhas de isopor maior)).
360. Eliane: *Embaixo... Embaixo de tudo* ((aponta para o modelo da figura 3)).
361. Wagner: *As bolinhas vão cair, não vai parar* ((se refere à sustentação da estrutura)).
362. André: *Coloca mais palitos para segurar.*
363. Professora: *O que vocês estão fazendo aí? O que vocês estão representando?*
364. Wagner: *É porque a gente fez aqui em cima* ((aponta para as bolinhas de isopor maiores)) *o pesticida e ele entra em contato com o ar e vai se espalhar. Aqui a gente colocou mais partículas das substâncias do ar* ((se refere às bolinhas de isopor menores que foram adicionadas ao modelo da figura 4)).



Figura 4: Modelo reformulado da dispersão do agroquímico no ar.

365. Professora: *Entendi.*

366. Eliane: *E isso daqui é a grama e os bichinhos da plantação ((se refere à representação em massa de modelar à direita na figura 4)). Então vai jogar o pesticida aqui nos bichinhos.*

367. Professora: *Então, olha só quando a gente está representando a grama e os bichinhos tudo isso daí é o macroscópico. É o que a gente está vendo, certo? E aí a gente está querendo saber como que as partículas vão se espalhar, pensando no nível submicroscópico.*

Após identificarem a incoerência da representação de uma única partícula de ar, os estudantes retomaram a discussão, analisando o modelo da figura 3 para sua reformulação (turnos de fala 356 ao 362).

Após a reformulação do modelo, a professora se aproximou do grupo solicitando aos estudantes que explicassem a nova representação. A explicação de Wagner (turno 364) e o modelo da figura 4 nos fornecem indícios de que o grupo compreendeu que o ar é constituído por partículas de diferentes substâncias.

A complementação dessa explicação do modelo, realizada pela estudante Eliane no turno 366, a qual se referiu à representação da plantação e das “pragas” por meio de massinha de modelar, levou à iniciativa da professora de auxiliar os estudantes a diferenciar os níveis macroscópico e submicroscópico (turno 367), para que os mesmos percebessem a necessidade de focar suas representações subsequentes neste último nível.

O entendimento de insetos como pragas discutida anteriormente se mostrou algo consensual no grupo, uma vez que Eliane, no turno de fala 366 (e no episódio anterior, no turno 343), expressou novamente a ideia de que a função dos agroquímicos seria a de matar os insetos das plantações (“*Então vai jogar o pesticida aqui nos bichinhos*”). Tal ideia não foi problematizada pela professora em nenhuma dessas ocasiões, provavelmente porque naquele momento a mesma tinha como objetivo único esclarecer aos estudantes o

comportamento das partículas a nível submicroscópico, de tal forma que não explorou outros aspectos como os ambientais e sociais que poderiam ter sido discutidos a partir daquela ideia expressa pela estudante.

Na quinta aula a pesquisadora retomou as discussões no grupo 1, a fim de auxiliar os estudantes na expressão do modelo reformulado a partir da reflexão sobre diferentes aspectos do modelo anterior como ilustra o episódio de ensino 6.

Quadro 9. Episódio de ensino 6

398. Pesquisadora 1: *Como vocês representaram aqui?* ((referindo ao modelo da figura 4)).
399. André: *Os pesticidas e o ar.*
400. Pesquisadora 1: *Entendi. Aí, qual bolinha vocês estão representando o ar? E qual está representando o pesticida?*
401. André: *As menores são o ar.*
402. Wagner: *As maiores são os pesticidas.*
403. Pesquisadora 1: *E como essas partículas vão estar no ar? De que forma?*
404. André: *Espalhadas.*
405. Pesquisadora 1: *Esse modelo de vocês representa que elas estão espalhadas?*
406. André: *Acho que está.*
407. Wagner: *Tá.* ((aponta para o modelo da figura 4)).
408. Pesquisadora 1: *E o que significa esse palito aqui... que está entre as partículas do ar e do pesticida aqui* ((aponta para um dos palitos da representação da figura 4))?
409. Eliane: *É...*
410. André: *Sei lá.*
411. Pesquisadora 1: *Se vocês jogarem o pesticida aqui* ((se referindo à sala de aula)) *ele vai atingir a quadra?*
412. Eliane: *Vai, vai se espalhando assim* ((movimento circular com as mãos)) *através do ar e vai...*
413. Pesquisadora 1: *Como se espalhando? De que forma? O modo que vocês representaram aqui* ((se referindo ao modelo da figura 4)) *parece que está todo mundo junto. Esses palitos estão dando a ideia de quê?*
414. André: *De um estar ligado no outro.*
415. Pesquisadora 1: *É isso que vocês queriam passar? Que a partícula do pesticida se liga na partícula do ar?*

416. André: *Sim.*

417. Pesquisadora 1: *Aqui ((aponta para o modelo da figura 4)) vai formar uma nova substância, ou o pesticida vai continuar sendo pesticida e interagir com o ar? Aí está falando que vai formar outra coisa?*

418. Eliane: *Não.*

419. Wagner: *Não.*

420. Eliane: *Mas como vai separar? ((se refere ao modelo da figura 4)). Eu não sei.*

421. Pesquisadora 1: *Eliane você me falou assim, os pesticidas estão espalhados no ar ((movimento circular com as mãos)). Então, como você poderia representar ele aí?*

422. André: *Tirando os palitos que estão entre as bolinhas.*

423. Wagner: *Assim não estão ligados, só interagindo. ((aponta para o modelo figura 5)).*



Figura 5: Modelo reformulado do agroquímico no ar.

Nos turnos 398 a 404 do episódio transcrito, podemos notar a explicitação pelos integrantes do grupo dos códigos de representação usados no modelo da figura 4 ao serem questionados pela pesquisadora 1.

A fim de compreender o significado do termo “espalhadas” - explicitado pelo grupo em diferentes momentos de discussão - e de contrapor com o modelo apresentado (figura 4), ela questionou os estudantes sobre o significado do palito utilizado por eles (turnos de fala 408 ao 413), dando início ao segundo *teste do modelo*. Naquele momento, os estudantes parecem não ter reconhecido qualquer inconsistência em sua representação.

Por isso, nos turnos de fala 411 ao 416, a pesquisadora utilizou um exemplo referente à dispersão do agroquímico no ambiente familiar aos estudantes e questionou-os novamente sobre o significado do palito. Os estudantes expressaram que a intenção era representar a ligação entre as partículas do ar e dos agroquímicos pelo palito, o que nos fornece novos indícios sobre a indistinção entre ligações e interações químicas, além da

consideração das primeiras como entidades físicas, uma vez que o uso do palito para unir as bolinhas de isopor não houve qualquer menção às forças eletrostáticas que uniriam as partículas. Trabalhos como de Fernandez e Marcondes (2006); Queiroz (2009) e Lima et. al (2014) retratam este tipo de dificuldade dos estudantes em relação ao entendimento e à visualização das ligações, que pode estar associado à abstração de um tema distante das experiências dos estudantes.

A partir do conhecimento dessas ideias, a pesquisadora buscou diferenciar a formação de novas substâncias (reações químicas) do estabelecimento de interações entre as partículas das substâncias (turno 417). Essa ação parece ter levado os estudantes ao reconhecimento da incoerência (turnos 418 e 419) e da necessidade de reformular seu modelo (turno 420), pela compreensão de que não haveria uma reação química entre os componentes do ar e do agroquímico durante a dispersão.

Após essa discussão, o grupo expressou seu entendimento sobre as interações entre as partículas de agroquímicos com as partículas de ar por meio da fala de Wagner (turno 423) e da retirada dos palitos na reformulação do modelo (figura 5).

Durante a sexta aula, os estudantes foram solicitados a propor uma analogia para explicar o comportamento das partículas dos agroquímicos no ar (questão 1.2 da atividade 4). O episódio de ensino 7, apresenta os momentos iniciais da discussão dessa solicitação entre o grupo e a pesquisadora 1.

Quadro 10. Episódio de ensino 7

453. Eliane: *O que é analogia?*

454. Pesquisadora 1: *Lembra naquele primeiro dia que tínhamos o desenho do menino na esteira, correndo?*

455. André: *Lembro.*

456. Pesquisadora 1: *Então. Aquilo era uma analogia entre o menino na esteira e o equilíbrio químico. Você vai estabelecer uma relação disso daqui que vocês explicaram que está acontecendo ((mostra o modelo dos estudantes figura 5)) com algo semelhante, do seu cotidiano. Aqui eles estão fazendo o quê ((aponta para o modelo))?*

Elas estão paradas?

457. Wagner: *Não.*

458. Eliane: *Elas estão em movimento.*

459. André: *Tem choques.*

460. Pesquisadora 1: *Isso! Vocês podem pensar agora em uma relação disso ((aponta para o modelo)) com alguma coisa do seu dia a dia, que se pareça. Vocês vão estabelecer as relações de semelhança. Fazer uma analogia entre o que a gente acabou de falar, do movimento, dos choques, com alguma coisa do nosso dia a dia. Pensa um pouquinho aí.*

((o grupo começa a discutir entre si)).

461. Eliane: *Poderia ser aquele negócio de banheiro, porque espalha e dá um cheiro.*

462. Wagner: *Então fala com ela ((se referindo à pesquisadora)).*

463. Eliane: *Então, como chama aquele negócio de jogar no banheiro e dá cheiro.*

Aquilo que faz ((balança a mão e faz som com a boca de xiiiiiii))... É bom ar que fala?

464. Wagner: *Isso.*

465. André: *É.*

466. Wagner: *Pode ser quando eu vou usar um perfume assim... que eu jogo ((faz o movimento no corpo)).*

467. Eliane: *Mas isso vai ser só pra mim, no meu corpo. Tipo o bom ar vai se espalhar no ar todo. Tipo, se você estiver no quarto vai sentir.*

((após um momento a pesquisadora volta ao grupo)).

476. Pesquisadora 1: *O que vocês pensaram?*

477. Eliane: *É porque os pesticidas entram em contato com o ar atingindo a plantaçõ, né? Aí, sabe aquele negócio que você joga no cômodo, para dar cheiro?*

478. Pesquisadora 1: *O bom ar?*

479. Eliane: *Isso! Aí, tipo... se você jogar ele no quarto, ele vai se espalhar no quarto todo e vai dar o cheiro. Você vai sentir aquele cheiro, porque ele vai se espalhar através do ar.*

480. Pesquisadora 1: *Então, qual a relação de semelhança que a gente pode fazer com o bom ar e com os pesticidas no ar?*

481. Eliane: *Tipo... vai ser a mesma coisa. Tudo que acontecer com esse daí ((se referindo ao modelo da figura 5)), vai acontecer no bom ar. O pesticida vai estar espalhando suas partículas através do ar, ele vai se espalhando e atingindo as plantações. A mesma coisa acontece com o bom ar. Você vai jogar no ar e vai se espalhando. Tipo... qualquer lugar de um cômodo você vai sentir o cheiro. Normal, igual acontece com esse daí.*

((os estudantes ficam sozinhos para fazerem suas anotações, eles conversam sobre o modo com que irão redigir na atividade a primeira relação de similaridade na atividade)).

526. Pesquisadora 2: *As partículas aqui do ar e dos pesticidas elas estão paradinhas assim?* ((aponta para o modelo da figura 5)).

527. Eliane: *Não.*

528. Pesquisadora 2: *Como elas estão?*

529. Eliane: *Em movimento.*

530. Wagner: *Movimento.*

531. Pesquisadora 2: *E no caso do bom ar?*

532. Eliane: *Tipo... vai estar em movimento também, circulando.*

533. Pesquisadora 1: *Por quê?*

534. Eliane: *Porque tipo, ah...*

535. Wagner: *Em qualquer lugar do cômodo vai* ((faz movimento circular com o braço)).

536. Eliane: *Porque se você colocar no quarto... você espirrasse no quarto, vai ficar circulando e você vai sentir o cheiro no outro cômodo. Ele vai ficar circulando, em movimento.*

537. Pesquisadora 2: *Se elas estão se movimentando, elas podem se chocar umas nas outras? O pesticida no ar, e o bom ar no ar?*

538. Wagner: *Pode. Elas estão em movimento...*

539. André: *Pode, elas vão se chocar.*

Uma vez que os integrantes do grupo expressaram dificuldades no entendimento do significado de uma analogia, nos turnos de fala 453 ao 455, a pesquisadora lembrou o conceito de analogia por meio do exemplo contido na atividade 1 da questão 1.2. Além disso, ela promoveu questionamentos com relação ao modelo proposto pelo grupo com a intenção de levá-los a reconhecer aspectos importantes do domínio alvo (comportamento dos agroquímicos no ar).

A partir dessas discussões, o grupo apresentou indícios de entendimento da movimentação das partículas do ar e do agroquímico e de seus choques (turnos de fala 456 ao 459). A pesquisadora reforçou que os estudantes deveriam pensar em algo do seu dia a dia para que pudessem estabelecer as relações de similaridade com esses aspectos.

Dando início às *etapas de criação e expressão* da analogia, Eliane sugeriu aos seus colegas comparar o comportamento dos agroquímicos no ar com o odorizador de ambiente (turno 461). O perfume foi apresentado por Wagner (turno 466) como outra possibilidade de análogo; ideia que foi refutada por Eliane com a justificativa de que o alcance das partículas do odorizador de ambiente seria maior do que as do perfume.

O argumento de Eliane parece ter sido aceito pelo grupo, visto que deram continuidade à discussão do análogo proposto pela mesma, seja pelo fato de terem considerado plausível a justificativa de maior alcance do odorizador, ou porque se configurou em um ‘argumento de autoridade’, cuja aceitação está mais ligada ao *status* daquele que o produziu do que à plausibilidade das ideias que o embasam (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 2010).

No caso de Eliane, esse possível *status* parece evidenciado em diferentes momentos em que seus comandos e sugestões foram acatados pelo grupo, como: aquele em que ela ordena que Wagner inicie o modelo da figura 3 (turno 302); quando ela auxilia Mariana na construção do modelo (turno 309); quando ela sugere não modificar o modelo da figura 4 e apenas completá-lo após o primeiro teste (turno 356), opinando sobre onde deveriam ser colocadas as bolinhas de isopor (turno 360).

Ao retornar ao grupo a pesquisadora 1 solicitou aos estudantes que expressassem a analogia proposta (turno 476). Eliane se prontificou, explicitando como única relação de similaridade, o espalhamento do odorizador e do agroquímico no ar (turno 481). Para auxiliá-los na identificação de outras relações de similaridade na analogia proposta, a pesquisadora 2 se juntou à pesquisadora 1 para promover tal discussão com o grupo.

Ela questionou-os novamente sobre o comportamento das partículas a partir do modelo da figura 5 (turno 526). Isso possibilitou a identificação de outras duas relações de similaridade pelos estudantes, referentes aos aspectos discutidos anteriormente: a movimentação e os choques entre as partículas no alvo e no análogo (turnos de fala 527 ao 539). Essas relações encontram-se mapeadas no quadro 11.

Quadro 11. Relações de similaridade estabelecidas pelos estudantes entre a dispersão das partículas de um odorizador e as partículas de agroquímico no ar

Análogo (Comportamento do Bom Ar [®] no ar)	Correspondência	Alvo (Comportamento do Pesticida no ar)
Movimentação das partículas		Movimentação das partículas

Choque entre as partículas Bom Ar [®] com as partículas do ar		Choque entre as partículas dos agroquímicos com as partículas do ar
Espalhamento das partículas do Bom Ar [®] entre as partículas de ar		Espalhamento das partículas do agroquímico entre as partículas de ar

Apesar de terem reconhecido as três relações de similaridade mencionadas e mapeadas no quadro 11, estas não foram inter-relacionadas pelos estudantes, ou seja, eles não foram capazes de identificar relações de ordem superior, ou seja, relações de relações (Gentner, 1989). Isso significa que os estudantes não reconheceram que o espalhamento ocorreria pela movimentação e choques entre as partículas em ambos os domínios (relação causal, que inter-relaciona as relações de similaridade).

Outro ponto a ser ressaltado é o fato dos estudantes terem comparado dois sistemas dentro do mesmo domínio conceitual - agroquímico e odorizadores – os quais apresentam a mesma explicação de base para o comportamento de suas partículas no ar. Vosniadou (1989) chama esse tipo de comparação de analogias dentro do mesmo domínio.

Dando continuidade à discussão da analogia proposta, a pesquisadora 1 solicitou aos estudantes que apresentassem as limitações que haviam identificado na mesma. O episódio de ensino 8, transcrito no quadro 12, ilustra essa discussão.

Quadro 12. Episódio de ensino 8

545. Pesquisadora 1: *Lembra quando eu falei ((mostra na folha de atividade)) para vocês falarem da semelhança e da limitação? Então em qual limitação vocês pensaram?*

546. Eliane: *A diferença pode ser que esse daqui vai ser para dar cheiro ((se referindo ao odorizador)) e esse daí para matar... pode ser tóxico ((se referindo ao pesticida)), e esse de cá não ((se referindo ao odorizador)). Porque assim... se esse bom ar fosse para matar, você não poderia usar ele dentro de casa. Então pode ser essa diferença.*

547. Wagner: *Matar as pragas e esse ((aponta para o odorizador)) para perfumar o ambiente.*

548. Pesquisadora 2: *Entendi, isso pode ser uma limitação. Vocês conseguem pensar em outra?*

549. Eliane: *Não faço nem ideia.*

550. Pesquisadora 2: *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?*

551. Wagner: *Não.*

552. Eliane: *Acho que não, porque o vento que está lá fora é mais forte.*

553. Wagner: *Vai se espalhar mais rapidamente.*

554. Eliane: *O ar é mais forte e vai se espalhar mais rápido em lugar aberto do que no lugar fechado.*

555. Pesquisadora 2: *Isso mesmo, então está vendo vocês colocaram três relações e duas limitações. Agora é só anotar.*

Os estudantes identificaram na analogia proposta a limitação referente à diferença de toxicidade dos agroquímicos em relação ao odorizador (turnos 546 e 547), a qual parece ter sido baseada nas experiências vivenciais dos estudantes com a utilização de odorizadores e inseticidas. Outra limitação identificada com o auxílio da pesquisadora diz respeito às diferentes velocidades de difusão do odorizador em relação ao agroquímico, em decorrência da diferença na velocidade de movimentação do ar em ambientes externo e interno (turnos 552 a 554).

A partir das falas dos estudantes Eliane (turno 546) e Wagner (turno 547), temos indícios de que eles compartilham do significado atribuído pela estudante Maísa (turno de fala 113, quadro 3) ao termo “praga”, associado a algo ruim e que deve ser eliminado por meio do uso dos agroquímicos, no caso, os insetos.

Na sétima aula a professora apresentou para toda turma informações sobre a massa molar e a volatilidade dos agroquímicos, contidas no quadro 1 da atividade 4. Além disso, ela lembrou os conceitos de massa molar e volatilidade e forneceu instruções para a resolução das questões seguintes.

Após a explicação, a pesquisadora 1 dirigiu-se até o grupo a fim de questioná-los sobre a interpretação dos dados que estavam no quadro daquela atividade, dando início à discussão ilustrada no quadro 13, que caracteriza o episódio de ensino 9.

Quadro 13. Episódio de ensino 9

602. Pesquisadora 1: *Quais são as possíveis diferenças que existem entre esses três pesticidas?*

603 André: *A massa molar.*

604. Pesquisadora 1: *O Malathion então tem a massa molar de 330. Ela é o quê em relação a do Diclorvos?*
605. Wagner: *Maior.*
606. Pesquisadora 1: *E a da Cipermetrina?*
607. André: *Maior.*
608. Wagner: *Maior ainda.*
609. Pesquisadora 1: *E o que a massa molar tem a ver com a volatilidade aqui, de acordo com a tabela. Qual é a relação que vocês podem observar aí?*
610. Wagner: *Eu acho que quanto menor a massa molar, maior a volatilidade.*
611. André: *O Diclorvos, ele vai espalhar, andar mais rápido.*
612. Pesquisadora 1: *E por que ele vai se espalhar mais rápido?*
613. Wagner: *Porque ele tem menos massa.*
614. Pesquisadora 1: *E o Malathion?*
615. Wagner: *Tem massa molar maior e vai demorar mais a se espalhar.*
616. Pesquisadora 1: *O que vai acontecer com os pesticidas de maior massa?*
617. Wagner: *Que uns vão chegar primeiro.*
618. Pesquisadora 1: *O que mudou agora?*
619. Eliane: *A velocidade.*
620. Pesquisadora 1: *Então este modelo aqui explica o comportamento dos três pesticidas?*
619. Wagner: *Não. Esse modelo era o geral ((aponta para o modelo figura 5)). A gente não deu nome para nenhum, foi geral. Aqui por exemplo a gente tem que dar nome para cada pesticida.*
620. André: *Mas tipo, eu estou pensando assim, os maiores vão ocupar mais espaços que os menores. Então será que eles vão ficar mais parados? Se bem que é a massa. Então, como ele vai ficar?*
621. Wagner: *Aqui, André, a gente tem esse que é o ar ((aponta para a bolinha menor)). Para a gente reformular nosso modelo, tipo esses que tem mais massa ((aponta para as bolinhas)) são os maiores, aí o pequeno a gente coloca uma bolinha menor.*
622. André: *As menores vão ser as pequenininhas, e as pequenininhas passam mais fácil pelas maiores. E as maiores podem ser essas daqui oh ((aponta para as bolinhas de isopor maior)) pela massa do Diclorvos.*

623. Wagner: *Se a gente desse o nome por exemplo, esse daqui tem quantidade de massa menor então chegaria...*

624. André: *Passaria mais fácil.*

625. Wagner: *Chegaria mais rápido. Mas eu acho que se a gente desse nome...*

626. André: *Mas a massa vai interferir na velocidade... mas agora como vai fazer?*

627. Wagner: *Mas a diferença logicamente vai ser de boa. Os que tiver a massa molar menor, vai se espalhar mais rápido, terá maior velocidade. O que tiver massa molar maior demora mais, a velocidade é menor.*

Na tentativa de auxiliar os estudantes na interpretação das informações do quadro 1 da questão 1.3, nos turnos 602 ao 608, a pesquisadora 1 solicitou-lhes a avaliação dos valores das massas dos agroquímicos disponibilizadas e que buscassem relacionar esses valores com a volatilidade, cujo conceito acabara de ser recapitulado pela professora. Essa ação possibilitou aos estudantes comunicar sua compreensão da relação entre a massa e a volatilidade dos agroquímicos (turnos de fala 610 ao 619).

A partir deste indício de compreensão do grupo, a pesquisadora questionou se o modelo da figura 5 proposto por eles conseguiria contemplar esse aspecto do comportamento das partículas dos agroquímicos, passando pelo terceiro *teste do modelo*. Isso permitiu que os estudantes refletissem sobre a inadequação do modelo quanto à diferenciação das partículas de agroquímicos em relação à massa (turnos de fala 619 a 622). Nesses turnos de fala, os estudantes Wagner e André propuseram alterações nos códigos de representação - como a utilização de bolinhas de diferentes tamanhos e a nomeação das partículas dos agroquímicos - para reformulação do modelo, buscando representar que diferentes agroquímicos têm diferentes massas molares e volatilidades.

Durante a expressão dos pontos de reformulação do modelo da figura 5, os estudantes também foram capazes de relacionar a velocidade de difusão dos agroquímicos no ar com suas massas molares (turnos 623 ao 627).

Dando continuidade à sétima aula, o grupo iniciou a discussão proposta na questão 1.4 da atividade 4, ilustrada na transcrição do quadro 14.

Quadro 14. Episódio de ensino 10

784. Pesquisadora 1: *Vocês conseguem utilizar essa analogia ((se referindo a analogia proposta pelo grupo anteriormente)) para explicar as diferenças dos comportamentos dos pesticidas?*

785. Wagner: *Não.*

786. Pesquisadora 2: *No bom ar vocês falaram que as partículas estão se movimentando, não é? Se espalhando, não foi?*

787. Wagner: *Foi.*

788. Pesquisadora 2: *Mas ela explica que, em geral, uma molécula que tem uma massa molar maior vai se espalhar com uma velocidade menor?*

789. Wagner: *Tenho para mim que não.*

790. André: *Não.*

791. Pesquisadora 2: *Então é isso que vocês têm que pensar, sobre as relações que vocês já discutiram para decidir se é necessário reformular a analogia anterior ou fazer uma nova.*

Nos turnos de fala 784 ao 790, o grupo foi auxiliado pela pesquisadora a refletir sobre o potencial explicativo da analogia proposta anteriormente por eles em relação às diferenças de comportamentos dos agroquímicos discutidas (primeiro *teste da analogia*).

Embora os estudantes Wagner (turnos de fala 785 e 789) e André (turno 790) tenham fornecido indícios de que o grupo percebeu a necessidade de reformular sua analogia, eles tiveram dificuldade em fazê-lo. A professora, então, auxiliou-os nessa reformulação, como ilustra o episódio de ensino transcrito no quadro 15.

Quadro 15. Episódio de ensino 11

873. Professora: *Vamos comparar: o Malathion tem trezentos e trinta virgula trinta e seis gramas por mol e tem uma volatilidade baixa. O Diclorvos tem duzentos e vinte virgula noventa e oito gramas por mol e tem uma volatilidade alta, certo?*

874. Wagner: *Certo.*

875. Professora: *Então quem vai ter maior dispersão, por exemplo? Malathion ou Diclorvos?*

876. Wagner: *O Diclorvos.*

877. Professora: *O Diclorvos vai ter uma dispersão maior em comparação com o Malathion, não é? E a gente não comparou a massa molar e a volatilidade para chegar a essa conclusão?*

878. Wagner: *Sim.*

879. Professora: *Então. E se a gente pensar na ideia de dois tipos de bom ar?*

((estudantes ficam pensativo e discutem entre si.))

1005. Mariana: *Então com o bom ar também seria a mesma coisa.*
1006. Eliane: *Como?*
1007. Mariana: *Se a massa molar dele é mais alta ele vai se espalhar mais devagar.*
1008. André: *É só pegar dois bons ares com fórmula diferente.*
1009. Wagner: *Pega outro com fórmula diferente, massa molar diferente, igual os pesticidas que tem as fórmulas e as massas diferentes.*
1010. Eliane: *E como vamos colocar?*
1011. André: *Dois tipos de bom ar e olharia a fórmula molecular e a massa e compara com a volatilidade.*
1012. Wagner: *Quem tem menor massa molar vai ter maior volatilidade.*
1013. André: *E será mais rápido e vice-versa.*

Nos turnos de fala 873 ao 878, a professora questionou o grupo com o intuito de lembrá-los das propriedades (massa molar e volatilidade) dos três agroquímicos analisada na questão 1.3. A partir disso, ela sugeriu ao grupo uma reformulação no análogo proposto anteriormente: diferentes tipos de odorizadores (turno 879).

A professora deixou que os estudantes ficassem sozinhos para discutir e propor uma reformulação da analogia. Na discussão que se seguiu (turnos de fala 1005 ao 1013), temos indícios de que o grupo compreendeu a reformulação proposta pela professora e a partir daí conseguiu identificar e explicitar as relações de similaridade que poderiam ser estabelecidas entre o análogo e o alvo. Estas relações encontram-se identificadas no quadro 17 e foram exploradas durante a socialização das analogias com toda a turma (quadro 16).

Quadro 16. Episódio de ensino 12

1217. Pesquisadora 1: *Qual foi a analogia que vocês fizeram? Com o quê vocês compararam?*
1218. André: *Com o bom ar.*
1219. Professora: *E aí como vocês estabeleceram a comparação com o bom ar?*
1220. Mariana: *Nós identificamos a diferença das massas, que quando a massa molar é maior a partícula tem mais dificuldade de passar do estado líquido para o estado gasoso.*
1221. Professora: *Vamos só retomar. Qual é o seu análogo?*

1222. Mariana: *Estamos comparando o pesticida com o bom ar. As diferenças das massas são que quando a massa é maior, ele tem mais dificuldade de passar do estado líquido para o estado gasoso. O pesticida com massa menor irá ter mais facilidade de se espalhar no ar do que um com a massa maior. As moléculas no estado líquido estão um pouco atraídas umas nas outras e no gasoso se encontra com mais movimento. Nossa limitação é que o pesticida fica em um espaço aberto com vento e espalha mais rápido, e o bom ar é só em lugar fechado.*

1223. Professora: *Tá bom então. Essa diferença é a mesma que as outras analogias apresentadas pelos outros grupos do alcance. Se eu comparar apenas um bom ar ele vai ter a mesma composição, então teremos alguma diferença?*

1224. André: *Não.*

1225. Mariana: *Por isso a gente comparou o bom ar com o glade.*

1226. Wagner: *Dois tipos diferentes.*

1227. Mariana: *Dois tipos diferentes de marca.*

1228. Professora: *Entendi. Então o que vai acontecer com esses dois tipos diferentes?*

1229. Wagner: *Vai ter composição diferente o que levará a ter massa molar diferente.*

1230. Mariana: *E volatilidade diferente.*

1231. Professora: *Isso mesmo, a mesma ideia do perfume apresentada pelo outro grupo: dois tipos de perfume diferentes e com isso vão ter comportamentos diferentes. Assim acontece com o bom ar. Só que aí a dispersão é uma reação química?*

1232. Mariana: *Não.*

1233. Wagner: *Não.*

1234. André: *Não.*

1235. Mariana: *Ele vai apenas passar do estado líquido para o estado gasoso e espalhar.*

1236. Wagner: *Ele vai continuar sendo bom ar.*

Ao serem questionados pela professora os estudantes André e Mariana explicitaram novamente as relações de similaridade da analogia reformulada. O grupo apresentou como análogo dois tipos de odorizadores de ambiente (o Bom Ar® e o Glade®) e como alvo os três agroquímicos (Malathion, Diclorvos e Cipermetrina) (turnos de fala 1217 ao 1222).

Durante esse momento da socialização, temos indícios de que o grupo conseguiu estabelecer as três relações entre o análogo e o alvo mapeadas no quadro 17. Essas podem

ser expressas: compostos diferentes são constituídos de partículas com massas molares diferentes (turno 1229); a volatilidade de um composto depende da massa de suas partículas (turnos 1222 e 1230); partículas de maior massa molar tem maior dificuldade para passar da fase líquida para a gasosa (turnos 1220 e 1222).

Quadro 17. Analogia estabelecida pelos estudantes entre a dispersão das partículas de diferentes tipos de odorizadores e diferentes agroquímicos no ar e sua limitação

Análogo (Comportamento do Bom Ar [®] e do Glade [®] no ar)	Correspondência	Alvo (Comportamento dos agroquímicos no ar)
Odorizadores diferentes são compostos por partículas de massas molares diferentes		Agroquímicos diferentes são compostos por partículas de massas molares diferentes
A diferença de massa das partículas dos diferentes odorizadores determina a diferença de volatilidade destes		A diferença de massa das partículas dos diferentes agroquímicos determina a diferença de volatilidade destes
Partículas de maior massa molar têm maior dificuldade de passar da fase líquida para a gasosa		Partículas de maior massa molar têm maior dificuldade de passar da fase líquida para a gasosa
Limitação		
<ul style="list-style-type: none"> • O alcance de um odorizador de ar utilizado em ambiente fechado é menor que o do que o de um pesticida utilizado em ambiente aberto. 		

Como limitação dessa comparação o grupo identificou os diferentes alcances das substâncias ocasionado pela diferença de velocidade de movimentação do ar em ambientes fechados e abertos (turno 1222).

Além desses aspectos, o episódio de ensino 12 nos fornece um novo indício de que os estudantes compreenderam que a dispersão não é um fenômeno químico. Isto pode ser observado na resposta dos estudantes Wagner e Mariana (nos turnos 1231 ao 1236) ao questionamento feito pela professora.

Na oitava aula, a professora iniciou a discussão da atividade 5 com a retomada de alguns conceitos como: solubilidade, solvente e soluto. Além disso, ela explicou os cálculos de solubilidade em água, a partir dos quais as substâncias podem ser classificadas, de acordo com a Farmacopeia Brasileira, em: “muito solúvel”, “facilmente solúvel”, “solúvel”, “ligeiramente solúvel”, “pouco solúvel”, “muito pouco solúvel” e “praticamente insolúvel”.

A professora auxiliou os estudantes na realização dos cálculos que envolviam proporção direta entre as grandezas referentes à solubilidade dos três agroquímicos e na

classificação dos mesmos, de acordo com os níveis de solubilidade de um sólido em água. Toda a turma chegou ao consenso de que o agroquímico Malathion poderia ser classificado como “muito pouco solúvel”, o Diclorvos como “ligeiramente solúvel” e a Cipermetrina como “praticamente insolúvel”.

Dando continuidade à atividade, na questão 1.1 os estudantes foram solicitados a elaborar modelos para representar o comportamento das partículas dos agroquímicos em água, com base nas classificações realizadas anteriormente. A discussão dos estudantes sobre a forma como iriam realizar tal representação é ilustrada no episódio de ensino 13.

Quadro 18. Episódio de Ensino 13

1421. André: *Ele vai sumir ou vai ficar na água, esse praticamente insolúvel?*
1422. Mariana: *O praticamente insolúvel?*
1423. André: *É, ele vai ficar um pouquinho entre as partículas da água, só que vai ficar menos?*
1424. Wagner: *O praticamente insolúvel é que não dissolve quase nada, entendeu?*
1425. André: *Ah é.*
1426. Mariana: *Ele não vai dissolver quase nada. Podemos fazer o modelo com três potes com água e as bolinhas.*
1427. Wagner: *É, podemos fazer três potes de água bonitinho, igual fazíamos na escolinha.*
1428. Mariana: *São três potes.*
- ((estudantes tentam desenhar o modelo)).
1429. André: *Eu fiz assim ((se refere ao modelo representado na figura 6)).*

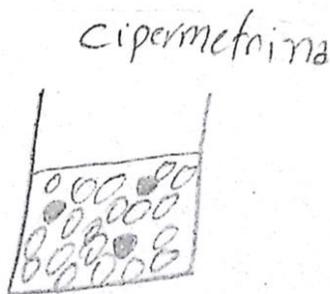


Figura 6: Modelo para o sistema Cipermetrina e água.

1430. Mariana: *E agora?*
1431. André: *Vamos desenhar o muito pouco solúvel.*

1432. Wagner: *O que eu vou colocar no copo?*

1433. Mariana: *Um monte de bolinhas.*

1434. Eliane: *É o comportamento dele dentro da água. Igual... a gente iria colocar ele para dissolver e aí teremos noção de como ele vai estar.*

1435. André: *Eu que não entendi como vocês estão fazendo. Eu só fiz assim, coloquei as partículas do Malathion dentro da água ((se referindo ao desenho 7)).*

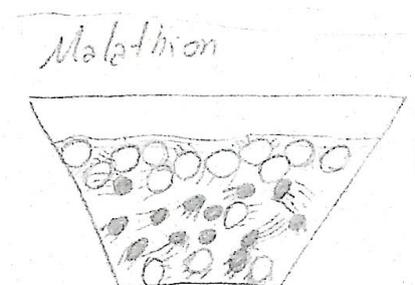


Figura 7: Modelo para o sistema Malathion e água.

1436. Wagner: *Isso, agora tem que desenhar um aqui com o Diclorvos.*

1437. André: *Eu não estou entendendo nada.*

1438. Mariana: *André, você tem que desenhar três copos. Em cada um precisa colocar um pesticida, como já está fazendo.*

1439. André: *Fazer assim? ((se refere a figura 8)).*

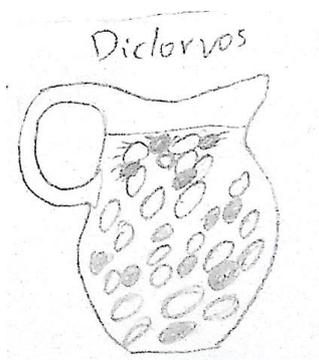


Figura 8: Modelo para o sistema Diclorvos e água.

1440. Wagner: *Isso mesmo, aqui oh ((aponta para o desenho na folha)). Vamos colocar nome nele. Vamos colocar Diclorvos.*

1441. Mariana: *A Cipermetrina é praticamente insolúvel. Quer dizer que ela se dissolve muito pouco na água. Que é muita água e pouca quantidade dela dissolvida.*

1442. André: *Entendi.*

1443. Wagner: *Agora esse daqui, ((aponta para o agroquímico Diclorvos)) vai ser ligeiramente solúvel, então ele vai se misturar mais na água. Isso eu estou falando do Diclorvos.*

1444. Mariana: *Isso mesmo.*

1445. Wagner: *Porque ligeiramente solúvel quer dizer que ele vai dissolver um pouco. Igual quando você pega um copo e coloca sal ele vai misturar lá dentro. Você não vai conseguir ver o sal, você só vai ver a água. Gostei da experiência que a gente fez uma vez... colocou açúcar, sal um monte de coisa para ver a solubilidade.*

Durante a elaboração e expressão dos modelos referentes aos três agroquímicos, os estudantes do grupo buscaram analisar e interpretar os dados referentes às classificações da solubilidade em suas representações. Isso pode ser notado desde o início do episódio, quando eles, primeiramente, tentaram compreender o fenômeno para, posteriormente, expressar, em seus modelos, essa compreensão sobre as diferentes solubilidades dos agroquímicos.

Nos turnos de fala 1421 ao 1425, é possível perceber a partir da discussão de André, Mariana e Wagner, a tentativa de André de interpretar o fenômeno no nível macroscópico (“*Ele vai sumir...*”, ou seja, desaparecer do campo visual; “*...ou vai ficar na água...*” ou seja, visível a olho nu), enquanto seus colegas já se referiam ao nível submicroscópico (“*ele vai ficar um pouquinho entre as partículas da água*”). Isso parece ter levado às incompreensões expressas por André em momentos posteriores da discussão (turnos 1435 e 1437). Algo que pode ter sido motivado pelo fato do fenômeno estar relacionado a aspectos perceptíveis identificados na vida cotidiana dos estudantes. De acordo com Carmo e Marcondes (2008), esses aspectos exercem forte influência na busca dos mesmos por explicações no nível macroscópico.

Nos turnos de fala 1426 ao 1440, os estudantes buscaram estabelecer consensualmente os códigos de representação e expressar os diferentes sistemas (modelos 6, 7, 8). Os modelos 7 e 8 se diferem pelo fato de que, no primeiro - associado ao soluto “muito pouco solúvel” - a maioria das partículas desta substância (representadas com círculos preenchidos) permanecem próximas entre si; enquanto no segundo – associado ao soluto “ligeiramente solúvel” – as partículas do soluto encontrarem-se dispersas entre as partículas de água.

O estudante André expressou os três modelos e, simultaneamente, sua incompreensão com relação aos aspectos que já eram consensuais entre os demais

integrantes do grupo. Isso parece justificar o fato de ao representar o sistema Malathion e água (modelo 7) o estudante ter afirmado: “*Eu só fiz assim, coloquei as partículas do Malathion dentro da água*”, sem refletir sobre a representação anterior proposta por ele (modelo 6). Na tentativa de auxiliá-lo, nos turnos de fala 1441 ao 1445, Mariana e Wagner tentaram explicar seus entendimentos a André, discutindo comparativamente sobre o comportamento dos agroquímicos Cipermetrina e Diclorvos em água para que houvesse um consenso de todos com relação a esses entendimentos.

Naquele momento inicial, apesar de não mencionarem as interações entre as partículas de soluto e solvente e de certas incompreensões ainda estarem presentes nessas discussões - como aquela expressa na fala de Wagner, que confunde os termos misturar e dissolver (turno 1445) -, os estudantes demonstraram uma compreensão adequada das diferenças qualitativas entre as solubilidades dos solutos em água a partir da análise e interpretação dos cálculos de solubilidade.

A fim de conhecer os modelos elaborados, a professora solicitou ao grupo uma explicação sobre os mesmos e, em seguida, a elaboração e expressão de uma comparação que contemplasse suas ideias, conforme ilustra o quadro a seguir.

Quadro 19. Episódio de Ensino 14

1598. Professora: *Vocês já propuseram o modelo de vocês? Como vocês propuseram o modelo?*

1599. Mariana: *A gente desenhou um copo para cada pesticida e desenhou como eles estariam em contato com a água ((se referindo a figura 6, 7 e 8)).*

1600. Professora: *Vocês desenharam um copo ((se referindo ao desenho da figura 6))...*

1601. Mariana: *A gente desenhou o recipiente só para mostrar o que acontece quando coloca o pesticida na água.*

1602. Professora: *Ah tá. Então, como seria o comportamento dos pesticidas em contato com a água?*

1603. Mariana: *O Malathion, como é um pesticida muito pouco solúvel. A gente colocou ele embaixo e a água em cima, só que no meio vai ter um pouquinho de contato entre eles.*

1604. Professora: *Porque você colocou ele embaixo e a água em cima?*

1605. Mariana: *Porque a gente não sabe a densidade do pesticida. Aí pensamos que era maior que a da água.*

1606. Professora: *Ah, vocês pensaram como se o pesticida fosse mais denso que a água... mas vai ocorrer interação entre as moléculas dos pesticidas e da água?*

1607. Mariana: *Sim, mas vai ser pouca porque ele é muito pouco solúvel. Então as moléculas vão se chocar... elas vão se chocar umas com as outras e algumas vão interagir um pouquinho com a água.*

1608. Professora: *Igual você falou Mariana, vai ter um mínimo de interação. Então, elas podem se chocar, mas não vai ter uma interação grande. E como vocês explicariam o comportamento do ligeiramente solúvel?*

1609. Mariana: *No desenho que a gente fez ((se refere à figura 8)) é como se não conseguíssemos distinguir um do outro, pois ele se dissolve na água. Mas as moléculas estariam todas espalhadas, todas misturadas umas nas outras.*

1610. Professora: *Entendi. Então agora vocês terão que explicar o comportamento dos pesticidas em água para um membro do governo e, para facilitar o entendimento dele, vocês terão que propor uma analogia. Com o que vocês comparariam o comportamento das partículas dos pesticidas em água em termos da solubilidade? Quais seriam as semelhanças e diferenças nessa comparação?*

1611. Mariana: *Com a areia e água, o Malathion.*

1612. Wagner: *O Diclorvos é ligeiramente solúvel, então pode ser o sal e a água... vai dissolver o sal na água.*

1613. Mariana: *Sal e a água e areia e a água.*

1614. Eliane: *A gente tem que achar uma coisa que se mistura e outra que não se mistura.*

1615. Mariana: *Isso, muito pouco solúvel e ligeiramente solúvel.*

1616. Eliane: *Pronto uai!*

1617. Mariana: *E agora?*

1618. Eliane: *Tem que fazer comparações tem que colocar qual a diferença e a semelhança.*

1619. Mariana: *Água versus areia e água versus sal, muito pouco solúvel e ligeiramente solúvel.*

Na nona aula, ao serem questionados sobre os modelos propostos na atividade, os estudantes prontamente expressaram suas ideias para a professora. Mariana iniciou a discussão, apresentando os três desenhos de recipientes contendo as partículas dos agroquímicos.

Para identificar se ainda restavam confusões entre os níveis de representação macro e submicroscópico, a professora fez um apontamento sobre a representação do recipiente no modelo do sistema Cipermetrina e água (figura 6). Diante desse apontamento, a justificativa fornecida por Mariana no turno de fala 1601 é indicativa de que a porção do sistema representada no recipiente servia apenas para simplificar a representação de um fenômeno que ocorre em proporções maiores na natureza. Essa justificativa pode indiciar certa compreensão pelos estudantes de que os modelos envolvem simplificações e aproximações e de que estas são decididas a partir de uma mistura de elementos da realidade e da teoria (JUSTI, 2006).

Dando continuidade à discussão, a professora indagou os estudantes quanto ao modelo da figura 8. Mariana, ao explicar a representação, considerou que o agroquímico, pelo fato de ser muito pouco solúvel e supostamente mais denso do que a água, se concentraria na parte inferior do recipiente. Além disso, é possível identificar durante essa discussão, uma compreensão sobre a existência de baixa interação entre o soluto e o solvente (turnos de fala 1602 ao 1608); e de nova distinção entre os níveis de representação (turno 1609), quando a estudante se refere ao modelo da figura 8 afirmando que, visualmente, não conseguiríamos distinguir os componentes, ao passo que suas partículas estariam espalhadas umas entre as outras.

Notamos aqui, uma evolução em relação à capacidade de visualização dos estudantes, uma vez que eles fizeram uso de sua representação submicroscópica para o sistema Diclorvos e água para entender o comportamento macroscópico do mesmo, o que, segundo Gilbert et al. (2010), é um ato de criatividade.

No turno 1610, o grupo foi solicitado pela professora a criar uma analogia para explicar a diferença de solubilidade dos agroquímicos em água. Na discussão entre os integrantes do grupo, foram sugeridos como análogos aos comportamentos dos sistemas Malathion e água e Diclorvos e água, os comportamentos dos sistemas areia e água e sal e água, respectivamente. Naquele momento, a estudante Eliane sugeriu pensar em coisas que “se misturam” e que “não se misturam” na água (turno 1614), indicando que mesmo que os estudantes tenham fornecido diferentes evidências de seu entendimento sobre o processo de dissolução, ainda não eram capazes de se expressar verbalmente a partir de terminologias adequadas à linguagem científica.

Isso é compreensível quando consideramos a forte influência que os diferentes contextos sociais e culturais desses estudantes exercem sobre sua aprendizagem de Ciências e reforça a necessidade apontada por Lemke (1997) de se atentar em como

ensinar ciência de modo que a linguagem científica passe a fazer sentido para os estudantes e a partir disso eles passem a utilizar suas termologias.

A discussão sobre a analogia foi interrompida pelo término da aula e foi retomada na semana seguinte (décima aula) com a recapitulação do modelo explicativo da figura 7. A professora realizou tal ação com o objetivo de que os estudantes tivessem uma noção clara das ideias centrais que embasavam o seu modelo. Em seguida, ela voltou a solicitar a elaboração e expressão de uma analogia para facilitar a compreensão de tais ideias, ilustrada no episódio 15.

Quadro 20. Episódio de Ensino 15

1755. Professora: *Agora, vamos para a analogia, né? Como vocês fariam uma analogia para que alguém pudesse compreender melhor isso que vocês me explicaram?*

1756. Eliane: *Então, para fazer a analogia, a gente pensou em outro produto, sabe? Como água com areia. A areia é muito pouco solúvel, vai se misturar um pouquinho com a água e depois vai para o fundo, como o Malathion. E o ligeiramente solúvel, pensamos no sal, porque a gente não consegue diferenciar quando temos água com o sal, que seria como o Diclorvos em água. E a Cipermetrina é praticamente insolúvel, seria o óleo com a água, porque eles não se misturam.*

1757. Professora: *Entendi. Vocês pensaram em alguma diferença? Aqui ((aponta para a folha de atividades)) vocês estariam comparando com qual pesticida?*

1758. Eliane: *Com o Malathion.*

1759. Professora: *Entendi, vocês estão comparando o Malathion com a água e areia, certo?*

1760. Eliane: *Isso. Certo.*

1761. Professora: *Então, como seria o comportamento da areia com a água?*

1762. Eliane: *Alguns grãos de areia iriam se dissolver na água e outros não.*

1763. Professora: *O que eu não conseguiria explicar através da água e da areia sobre o comportamento dos pesticidas na água? O que não explica?*

1764. André: *Se o pesticida não tiver cor, não vai dar para ver, já a areia vai dar.*

1765. Professora: *Entendi, então seria no visual, certo? Então, ali nos pesticidas, vamos imaginar no nível submicroscópico, que a gente não consegue ver a olho nu. Quanto você traz para essa questão aqui, ((se referindo à analogia)) você está vendo no macro, algo visível, por exemplo se você pegar um recipiente com água e colocar*

areia, você vai ver a areia descendo. É algo visível, não é? Vamos pensar nos outros se tem alguma outra limitação. O ligeiramente solúvel, vocês pensaram na água e no sal para o Diclorvos. A água com o sal é ligeiramente solúvel, certo?

1766. Eliane: *É, vai depender da quantidade de sal que colocar em água, assim como o Diclorvos.*

1767. André: *Se a gente misturar não vai dar para ver não, mas se a gente jogar uma quantidade maior, vai para o fundo.*

1768. Professora: *E se a gente for pensar no praticamente insolúvel com a água e óleo que vocês colocaram aí... é a Cipermetrina, certo?*

1769. Wagner: *Isso.*

1770. Eliane: *A gente fez assim... porque a gente não sabe da densidade do pesticida.*

1771. Wagner: *Isso pode ser uma limitação. No óleo ele fica por cima e a água fica por baixo e no pesticida a gente não sabe a densidade.*

1772. Professora: *Entendi. Então agora completem a atividade com isso que vocês me explicaram.*

((professora se afasta do grupo e os estudantes discutem entre si)).

1773. Wagner: *O que é para fazer? Semelhança?*

1774. Eliane: *Ela falou das diferenças e semelhanças. Eu acho que é a densidade das substâncias é uma diferença.*

1775. Wagner: *O que mais?*

1776. Eliane: *É, o que mais, Wagner?*

1777. Wagner: *Ah, eu acho que a capacidade de dissolver, elas são diferentes. Nem todos vão dissolver da mesma maneira.*

1778. Eliane: *A densidade, a gente sabe que são diferentes, cada um vai ter uma.*

1779. Wagner: *E semelhança? Só tem uma?*

1780. Eliane: *Acho que a gente pode colocar que o sal e os pesticidas são pós. Nem sei... O pesticida é gás, não?*

1781. Wagner: *A diferença também são as composições.*

1782. Eliane: *Sim, e a semelhança?*

1783. Wagner: *A gente pode falar que todos estão na água.*

1784. Pesquisadora 1: *E aí? Vocês conseguiram fazer tudo?*

1785. Wagner: *Está faltando a semelhança de um deles. Até agora a gente não conseguiu.*

1786. Pesquisadora 1: *Semelhança de qual?*

1787. Wagner: *De todos.*

1788. Pesquisadora 1: *Vamos pegar um por exemplo, o Malathion. Ele é muito pouco solúvel, né? Então, vocês compararam com a água e areia. Qual é a semelhança do Malathion que tem na água com areia que tem na água? O que você pode comparar? O que acontece aqui nesse pesticida com a água e da água com areia que é semelhante?*

1789. Wagner: *A solubilidade. Acho que é a capacidade de se dissolver.*

1790. André: *Porque ele foi classificado como muito pouco solúvel.*

1791. Pesquisadora 1: *Ou seja, um pouquinho do pesticida se dissolve na água, e a água com areia o que acontece?*

1792. André: *São a mesma coisa, o pesticida não vai se dissolver completamente, só um pouquinho.*

1793. Eliane: *Igual a areia na água, vai ficar um pouco de areia na água, mesmo a sua grande maioria indo para o fundo.*

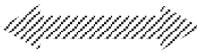
1794. Pesquisadora 1: *E a diferença?*

1795. Wagner: *As diferenças são nas composições.*

1796. Eliane: *E a densidade.*

Neste episódio, os estudantes estabeleceram duas comparações do tipo de mera aparência, cujas correspondências contemplaram, exclusivamente, propriedades descritivas e de nível macroscópico (vide quadros 21 e 23) e uma comparação do tipo similaridade literal (quadro 22), a qual contemplou correspondências de propriedades descritivas e uma relação de similaridade (GENTNER, 1989).

Quadro 21. Comparação de mera aparência entre o sistema areia e água e o sistema Malathion e água

Análogo (Sistema areia e água)	Correspondência	Alvo (Sistema Malathion e água)
A areia não se dissolve completamente em água		O Malathion não se dissolve completamente em água.
A areia se deposita no fundo do recipiente.		O Malathion se deposita no fundo do recipiente.
Limitação		
<ul style="list-style-type: none"> • A areia tem cor então é possível visualizar, já o agroquímico Malathion não pode ser visualizado. • A composição da areia é diferente da composição do agroquímico. • A densidade da areia é diferente da densidade do agroquímico. 		

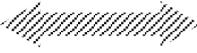
Nesta comparação entre os sistemas areia e água e Malathion e água, as duas correspondências apontadas pelos estudantes se referem às propriedades físicas “solubilidade” e “densidade” dos componentes dos sistemas, o que evidencia que o foco do grupo era apenas na menção dessas propriedades físicas dos sistemas (vide turnos de fala 1756, 1762 e 1766) e não na explicação do comportamento de suas partículas. Esse foco também pode ser evidenciado na identificação da primeira limitação dessa comparação, associada às colorações dos solutos (vide turnos de fala 1764 e 1767).

Quadro 22. Comparação de similaridade literal entre o sistema sal e água e o sistema Diclorvos e água

Análogo (Sistema sal e água)	Correspondência	Alvo (Sistema Diclorvos e água)
O sal se dissolve em água.		O Diclorvos se dissolve em água.
O sal não é visível em água.		O Diclorvos não é visível em água.
Existe uma quantidade máxima de sal para se dissolver em água.		Existe uma quantidade máxima de Diclorvos para se dissolver em água.
Limitação		
<ul style="list-style-type: none"> A composição do sal é diferente da composição do Diclorvos. 		

Ao compararem o sistema sal e água e o sistema Diclorvos e água, os estudantes novamente colocaram em correspondência a semelhança entre as solubilidades dos solutos em água, e a visualização dos mesmos quando adicionados em água (vide turno de fala 1756). Já na terceira correspondência eles relacionaram uma noção próxima a de coeficiente de solubilidade dos solutos, a qual se refere à quantidade máxima de um soluto que se dissolve em certa quantidade de solvente, em determinada temperatura (vide turnos de fala 1766 e 1767).

Quadro 23. Comparação de mera aparência entre o sistema óleo e água e o sistema Cipermetrina e água

Análogo (Sistema óleo e água)	Correspondência	Alvo (Sistema Cipermetrina e água)
O óleo não se “mistura” em água.		A Cipermetrina não se “mistura” em água.
Limitação		
<ul style="list-style-type: none"> A composição do óleo não é a mesma da Cipermetrina. A densidade do óleo não é a mesma da Cipermetrina. 		

Na comparação elaborada para o sistema Cipermetrina e água, o grupo estabeleceu uma comparação entre o aspecto físico dos sistemas comparados, expresso pelo termo “(não) mistura” e com base na classificação da solubilidade do agroquímico como “praticamente insolúvel” (vide turno de fala 1756, 1770 e 1771).

Apesar de nessas três comparações os estudantes terem se atentado mais para os aspectos visuais, a validade delas está na tentativa de representação da diferença qualitativa entre as solubilidades dos solutos dos sistemas alvo, que os estudantes imaginavam serem parecidas com as diferenças de solubilidade dos solutos dos sistemas análogo.

Na décima segunda aula, após o término das questões 1.1 e 1.2, a professora realizou a leitura da questão 1.3 e explicou para a turma que eles deveriam comparar os três agroquímicos quanto à possibilidade de contaminação da água. Para isso, eles deveriam levar em consideração as suas solubilidades em água e as quantidades dos mesmos permitida por lei em água potável e constante na folha de atividades.

Essa solicitação desencadeou uma discussão com a turma para a análise de qual agroquímico contaminaria mais e qual contaminaria menos a água. A partir dessa discussão, os estudantes chegaram à conclusão de que a Cipermetrina seria o agroquímico que menos contaminaria e o Diclorvos, o que mais contaminaria. Tal conclusão se deu pela análise de que a Cipermetrina, tendo sido classificada como “praticamente insolúvel”, demandaria uma maior quantidade desse soluto para atingir o nível de agroquímico na água estabelecido por lei: 0,0003g/L, ao passo que o Malathion, apesar de apresentar um nível permitido quase 7 vezes superior (0,002g/L), seria mais solúvel em água do que a Cipermetrina, o que permitiria que esse nível fosse atingido mais facilmente do que o primeiro. Já o Diclorvos, classificado como “ligeiramente solúvel”, demandaria uma menor quantidade deste agroquímico para o estabelecimento de interações com o solvente que acarretariam em uma maior contaminação da água, uma vez que o nível permitido por lei neste caso é de $9,944 \times 10^{-5}$ g/L.

Em seguida, os grupos foram orientados a desenvolver a questão 1.4, na qual eles deveriam explicar essa diferença de contaminação dos agroquímicos por meio do modelo proposto na questão 1.1. Essa solicitação caracteriza a etapa de *teste do modelo* e a discussão que a permeou está ilustrada no episódio 16.

1812. Pesquisadora 1: *Anotem na folha quem contamina mais e quem contamina menos.*

1813. André: *Diclorvos contamina mais.*

1814. Professora: *É, o Diclorvos contamina mais a água, né? Então, esse modelo que vocês fizeram aqui ((aponta para figura do modelo 8)), ele é capaz de explicar que o Diclorvos contamina mais a água? Quem está representando o Diclorvos neste desenho?*

1815. Eliane: *As bolinhas maiores são a água e a menores são o pesticida.*

1816. Pesquisadora 1: *Mas o desenho de vocês está do mesmo tamanho, só tem uns coloridos e outros sem colorir.*

1817. Mariana: *O Diclorvos são as coloridas, dos pesticidas, e água são as bolinhas sem colorir, as brancas.*

1818. Pesquisadora 1: *Tá bom, e se a gente for pensar que o Malathion é muito pouco solúvel e contamina a água a gente pode deixar o modelo desse jeito que está aqui? ((aponta para o modelo 7)). Vocês colocaram aqui essa quantidade de bolinhas de pesticida se misturando como as de água, não é?*

1819. Eliane: *É. Por isso tem água na parte de baixo.*

1820. Pesquisadora 1: *E ele contamina mais água do que a Cipermetrina, por causa da sua maior solubilidade em água, não é mesmo? Então, recapitulando: o Diclorvos contamina mais a água, e o Malathion fica no meio, entre ele e a Cipermetrina. O Diclorvos contamina mais a água, porque o nível permitido é mais baixo e ele é ligeiramente solúvel. Então, esse modelo aqui ((aponta para o modelo 8)) consegue representar isso?*

1821. Eliane: *Ele se dissolve em água.*

1822. Mariana: *Teria só que fazer um pouquinho mais de bolinhas aqui ((aponta para o modelo 8)), eu acho.*

((a aula terminou e a discussão foi retomada na aula seguinte)).

1850. Pesquisadora 1: *Olha só, vamos pensar aqui: o Diclorvos contamina mais, né? Então, quando o Diclorvos entrar em contato com a água o que vai acontecer?*

1851. Eliane: *O Diclorvos contamina mais a água, então, quando ele entrar em contato com ela ele vai se misturar mais.*

1852. Pesquisadora 1: *Vai se dissolver mais e contaminar mais a água, né? E nesse modelo aqui ((aponta para o modelo da figura 8)) que vocês fizeram, o Diclorvos se dissolve totalmente?*

1853. Wagner: *Não. Ele dissolve só um pouco. Algumas partículas dele se dissolvem em água e outras não.*

1854. Eliane: *Mas se ele contamina mais, não tem que ter muito Diclorvos. Tem que ter poucos Diclorvos e muito mais água, porque com um pouquinho dele a água já fica contaminada?*

1855. André: *Então, por isso mesmo! Olha aqui ((aponta para a folha)), as brancas são as de água e as escuras são os Diclorvos.*

1856. Eliane: *Uai! Nossa Senhora! As águas que tem que ser as pretas, porque tem mais água do que Diclorvos, né?*

1857. Mariana: *É.*

1858. André: *Mas é ao contrário ((se refere à coloração das partículas)).*

1859. Eliane: *As pretas têm que ser a água e as brancas, os Diclorvos.*

1860. André: *Não, as pretas são os Diclorvos.*

1861. Eliane: *Não, uai! Se for assim, vai ter muitos Diclorvos e pouca água. Olha só, a Cipermetrina que menos contamina, ela tem que ser mais do que a água. Agora esse daí que contamina mais, ele tem que ser menos do que a água.*

1862. André: *Hã?!*

1863. Eliane: *Não entendeu?*

1864. Wagner: *Nem eu.*

1865. Eliane: *Olha só, o Diclorvos contamina mais a água, certo? Então, uma pequena quantidade de Diclorvos já contamina mais a água. Até eu já me perdi no meu próprio raciocínio de tanto explicar.*

Na décima terceira aula a pesquisadora 1 recapitulou com o grupo a discussão sobre a relação entre a possibilidade de contaminação da água e a solubilidade dos agroquímicos (turnos de fala 1812 ao 1820). Podemos notar que os estudantes apresentaram certa dificuldade na compreensão dessa relação, uma vez que inicialmente as estudantes Eliane e Mariana analisaram o modelo da figura 8 em termos da representação da solubilidade do Diclorvos em água (turnos 1821 e 1822), mas na aula seguinte tal análise variou entre a apreciação das representações das figuras 8 e 6 em termos das diferentes solubilidades dos agroquímicos - realizada por Wagner e André - e

em termos apenas da quantidade de agroquímicos permitida por lei – realizada por Eliane e Mariana (turnos 1850 ao 1865).

Tal discordância fica evidente, por exemplo, no turno 1854, quando Eliane questionou a quantidade de bolinhas que representavam o agroquímico Diclorvos no desenho. Para ela, uma pequena quantidade de bolinhas coloridas seria suficiente para representar sua maior contaminação da água. André, ao contrário, considera que a representação da maior solubilidade desse agroquímico constante no modelo da figura 8 já seria suficiente para inferir sua maior contaminação da água (turno 1855).

Após essa discussão, os estudantes foram instruídos pela pesquisadora 3 a realizar a questão 1.5, que contempla a *avaliação das analogias* propostas. A discussão em torno dessa questão que se estabeleceu entre eles encontra-se ilustrada no episódio a seguir.

Quadro 25. Episódio de Ensino 17

2026. Pesquisadora 3: *E agora, o quê vocês irão fazer? A analogia. Daí, no caso, vocês podem usar a analogia anterior ou elaborar uma nova. E se vocês usarem a mesma vocês terão que explicar o porquê, ok?*

2027. Eliane: *Quase tipo a mesma coisa que isso daqui? ((se referindo aos modelos anteriores)).*

2028. Pesquisadora 3: *A analogia será referente a esse modelo que vocês fizeram aqui, né? Mas ela não é o modelo. Pode ser usada para facilitar o entendimento das ideias que vocês trouxeram em seu modelo. E se a analogia anterior não der conta de explicar esse comportamento representado aqui ((aponta para a folha)), vocês poderão modificar ela, ou criar uma nova. E caso vocês abandonem, vocês terão que explicar porque vocês estão preferindo abandoná-la e criar uma nova.*

((a pesquisadora deixa os estudantes sozinhos)).

2029. André: *Acho que a gente pode usar aquela analogia.*

2030. Eliane: *Acho que podemos sim, porque a água e a areia não se misturam, mesmo tendo uma grande quantidade.*

2031. Mariana: *A Cipermetrina para contaminar a água precisa de muita quantidade, mais do que o Diclorvos.*

2032. Eliane: *Vai ser a mesma coisa com o sal e a água. A gente precisa de pouca quantidade, agora de areia, a gente vai precisar de muita e mesmo assim, não vai*

dissolver quase nada, porque a areia sempre desce para o fundo, a maioria da areia. A interação com a água é pouca.

2033. Mariana: *O sal é que precisa de pouco, né? O sal é tipo a Cipermetrina, né?*

2034. Eliane: *Não, o sal é igual ao Diclorvos, porque ele é que dissolve mais.*

2035. Pesquisadora 1: *Qual é a analogia que vocês estão usando?*

2036. André: *A gente fez aquela outra.*

2037. Pesquisadora 1: *A analogia da água com o sal, e da água com a areia. Vocês lembram qual que era ligeiramente solúvel? Era do sal com a água?*

2038. André: *Era isso mesmo.*

2039. Pesquisadora 1: *Então, esse comportamento da água com sal, ajuda a vocês a explicar qual tipo de comportamento?*

2040. Eliane: *Dos pesticidas que contaminam mais.*

2041. Pesquisadora 1: *Por quê?*

2042. Eliane: *Calma aí, deixa eu pensar aqui.... Se você pegar um recipiente com a água, você não vai precisar de muito sal, porque ele vai interagir mais, vai se dissolver mais. Igual ao Diclorvos, que dissolve e também precisa de pouca quantidade para já contaminar a água.*

2043. Pesquisadora 1: *Então, isso é uma semelhança entre eles. Agora é pensar em outras e a limitação.*

2044. Eliane: *Ah, tem que colocar as semelhanças e as diferenças?*

2045. Pesquisadora 1: *Sim.*

2046. Eliane: *A composição do sal é diferente do agroquímico, por isso, o agroquímico contamina a água e o sal não.*

Durante a discussão sobre a analogia, o grupo chegou à conclusão de que eles iriam permanecer com os mesmos análogos: sistemas sal e água e areia e água para explicar o comportamento do agroquímico que mais contaminava e o que menos contaminava a água, respectivamente. As correspondências estabelecidas pelos estudantes na avaliação de suas comparações encontram-se mapeadas nos quadros 26 e 27.

O sistema Cipermetrina e água foi inicialmente comparado com o sistema areia e água. Isso porque o grupo identificou que a interação entre o soluto e o solvente naquele sistema não era suficiente para uma dissolução efetiva do soluto, mesmo se este fosse adicionado ao solvente em maiores proporções (turnos de fala 2029 ao 2032).

Quadro 26. Analogia entre os comportamentos dos sistemas areia e água e Cipermetrina e água

Análogo (Sistema areia e água)	Correspondência	Alvo (Sistema Cipermetrina e água)
A areia é praticamente insolúvel em água, porque a interação soluto-solvente é fraca		O agroquímico que menos contamina não se dissolve completamente em água, a interação soluto-solvente é fraca

Ao serem questionados pela professora sobre o sistema análogo sal e água (turno 2039), a estudante Eliane, nos turnos de fala 2040 ao 2042, associou-o ao sistema que mais contaminaria a água e explicou que, pelo fato do sal ser solúvel em água, devido a sua maior interação com o solvente, seu comportamento seria semelhante ao desse agroquímico em água. Em outras palavras, em ambas as comparações os estudantes foram capazes de elaborar analogias, a partir das quais estabeleceram relações causais entre a dissolução e as interações soluto-solvente. Desta forma, em contraste com o que ocorreu na atividade 4, os estudantes conseguiram identificar relações de ordem superior, ou seja relações de relações, indicando uma possível evolução no seu raciocínio analógico (GENTNER, 1989).

Adicionalmente, por meio da avaliação dessa segunda comparação, a estudante foi capaz de relacionar a capacidade de contaminação com a solubilidade do agroquímico, algo que não ocorreu na fase anterior de teste dos modelos, quando os estudantes ora pensavam em termos da solubilidade, ora em termos do nível de contaminação. Isso fica evidente no turno 2042, no qual Eliane afirmou que, no caso do Diclorvos, seria necessária uma pequena quantidade do mesmo para tal contaminação da água ocorresse; e no turno 2046, no qual a estudante destaca a diferença de toxicidade dos solutos comparados em consequência da diferença de composição dos mesmos.

Quadro 27. Analogia entre os comportamentos do sistema sal e água e Diclorvos e água

Análogo (Sistema sal e água)	Correspondência	Alvo (Sistema Diclorvos e água)
O sal é solúvel em água por ter uma maior interação soluto-solvente		O agroquímico que mais contamina é também o mais solúvel nela por ter maior interação soluto-solvente
Limitação		
<ul style="list-style-type: none"> • A composição do sal não é a mesma composição do agroquímico que mais contamina. 		

Para finalizar a atividade 5, na décima quarta aula, a pesquisadora 3 solicitou novas explicações sobre as comparações propostas e as limitações que os estudantes conseguiram indicar, como ilustra o episódio 18.

Quadro 28. Episódio de Ensino 18

2068. Pesquisadora 3: *Qual analogia vocês fizeram? Me expliquem.*
2069. André: *Da água com sal.*
2070. Pesquisadora 3: *Água e sal, vai ser semelhante a quê?*
2071. André: *Será o Diclorvos na água.*
2072. Pesquisadora 3: *Por quê?*
2073. Eliane: *Porque tanto o sal como o Diclorvos vão se misturar bem na água.*
2074. Pesquisadora 3: *Ah tá, vocês fizeram essa relação de que ambos irão solubilizar melhor em água, né? E a Cipermetrina, vocês compararam com o quê?*
2075. Eliane: *Com a água e areia.*
2076. Pesquisadora 3: *Me explica, então.*
2077. Eliane: *Porque tanto a Cipermetrina como a areia quando em contato com a água mesmo uma grande quantidade não vai conseguir dissolver bem.*
2078. Pesquisadora 3: *Porque a areia não interage muito com a água, né?*
2079. Eliana: *Não, não é a areia. Falei errado é o óleo.*
2080. Pesquisadora 3: *É óleo?*
2081. Eliane: *É, porque o óleo não interage muito bem com a água.*
2082. Mariana: *Porque é praticamente insolúvel.*
2083. Pesquisadora 3: *E qual é a diferença?*
2084. Eliane: *Na composição. Porque tipo assim, o Diclorvos ele é um produto tipo tóxico e o sal não.*
2085. Pesquisadora 3: *É com relação à Cipermetrina?*
2086. Eliane: *Ela é uma substância tóxica também.*
2087. Pesquisadora 3: *Ok. Mas o óleo ele é uma substância poluente e tóxica também?*
2088. Eliane: *Não. Isso vai depender de qual óleo, né?*
2089. Pesquisadora 3: *E vai depender da quantidade também, como vimos.*

Nos turnos de fala 2068 ao 2082 o grupo apresentou suas ideias para a pesquisadora 3, retomando as comparações entre os sistemas. No caso da Cipermetrina, que foi classificada como a que menos contaminava, embora inicialmente os estudantes

tenham comparado seu comportamento em água ao do sistema areia e água, no turno de fala 2079 Eliane reconheceu que houve um engano quanto ao análogo e passou a se referir ao sistema óleo e água.

Como semelhança entre esses sistemas, o grupo identificou que os solutos não interagem bem com a água, justificando a comparação de seu comportamento com o do agroquímico que menos contaminaria a água (turnos de fala 2077 ao 2082). Em relação à limitação, o grupo novamente relacionou a diferença de composição e à toxicidade dos solutos em ambos sistemas. Nessa discussão, a pesquisadora 3, adicionou a informação de que a quantidade de um componente também precisa ser considerada quando se analisa a sua toxicidade (turnos de fala 2083 ao 2089). Essa comparação encontra-se expressa no quadro 29.

Quadro 29. Analogia entre os comportamentos dos sistemas óleo e água e Cipermetrina e água

Análogo (Sistema óleo e água)	Correspondência	Alvo (Sistema Cipermetrina e água)
O óleo interage bem com a água		O agroquímico que menos contamina a água não interage bem com ela
Limitação		
<ul style="list-style-type: none"> • A composição do óleo é diferente da composição do agroquímico que menos contamina. • A toxicidade do óleo é diferente da toxicidade do agroquímico. 		

Esse episódio de ensino nos fornece evidências adicionais sobre o avanço na compreensão dos estudantes sobre a dissolução - a partir do estabelecimento da relação de similaridade que considera as interações entre as partículas de soluto-solvente em lugar, prioritariamente, propriedades descritivas dos sistemas no nível macroscópico (vide quadros 21 ao 23) – e sobre a relação entre a solubilidade dos agroquímicos e a contaminação da água pelos mesmos – por meio da discussão da limitação dessa comparação - reforçando a importância da fase de avaliação das comparações que ocorreu nos episódios 17 e 18.

Trabalhos como os de Ramos, Mendonça e Mozzer (no prelo) destacam a importância da etapa da avaliação dos modelos e analogias elaborados pelos estudantes, a qual favorece que eles analisem a validade dos mapeamentos frente as ideias e informações discutidas e auxilia a compreensão do professor do raciocínio mobilizado pelo grupo. Tal avaliação parece ter possibilitado aos estudantes a reorganização de ideias em níveis mais abstratos de representação, discutida por Carmo e Marcondes (2008), a

qual permitiu-lhes aprofundar suas compreensões qualitativas sobre as diferenças de intensidades das interações entre as partículas dos solutos e do solvente que determinam um processo de dissolução.

No episódio 18, no turno de fala 2073, Eliane ao responder o questionamento da pesquisadora 3 utilizou novamente o termo ‘misturar’ de forma incoerente com o entendimento que o grupo havia demonstrado sobre o fenômeno da dissolução. No turno subsequente, a pesquisadora 3 reformulou a afirmação, substituindo esse termo por ‘solubilizar’, momento a partir do qual os estudantes passaram a utilizá-lo de forma coerente com seu significado científico.

Isso realça a importância da mediação da pesquisadora no processo de inserção dos estudantes na cultura científica, o qual segundo Lemke (1997), envolve o “falar ciência” e, por isso, tem como um de seus objetivos auxiliar os estudantes a serem capazes de construir significados cientificamente aceitáveis com suas próprias palavras ao contrário de repetirem termos como papagaios.

Apesar de todos esses ganhos conceituais significativos evidenciados em nossa análise, o potencial da atividade 5 de fomentar discussões sobre os impactos ambientais e sociais ocasionados pela contaminação das águas pelos agroquímicos não foi explorado. Na introdução dessa atividade, por exemplo, afirma-se que os agroquímicos, ao serem transportados pela água, podem atingir as águas superficiais e o lençol freático. Isso poderia ter fomentado discussões como as propostas no trabalho de Fernandes e Stuardi (2015) sobre os impactos sofridos pelos animais e plantas, além dos riscos à saúde das populações. Aspectos morais e éticos também poderiam ter sido explorados, na discussão da questão 1.3 dessa atividade, quando os estudantes são solicitados a comparar os agroquímicos em relação à contaminação da água. No trabalho de Andrade et al. (2016b) por exemplo, os autores discutem o entendimento moral e ético dos estudantes associado ao papel do agricultor que utiliza o agrotóxico diante do julgamento da sociedade.

Após o término da discussão da atividade 5, foi entregue aos estudantes a atividade 6, composta por um texto intitulado “Ampliando as possibilidades do combate ao *Aedes aegypti*”. A professora sugeriu que cada estudante lesse alternadamente um parágrafo do texto, a fim de que todos participassem. Ela também forneceu instruções para que os estudantes resolvessem as questões 1.1 e 1.2 dessa atividade.

A pesquisadora 3, com o intuito de auxiliar os estudantes do grupo a avaliar os modelos e analogias anteriores, estabeleceu com eles discussões como a ilustrada pelo episódio de ensino a seguir.

Quadro 30. Episódio de Ensino 19

2100. Pesquisadora 3: *Gente, agora vocês terão que usar o modelo que vocês elaboraram antes para explicar esses comportamentos de agora ((se refere ao comportamento do óleo essencial)).*

2101. Eliane: *Aquele do bom ar?*

2102. Pesquisadora 3: *É, esse mesmo. Essa foi a analogia que vocês usaram, né? O que estavam tentando explicar com essa analogia? Vocês podem usar essa analogia que vocês fizeram para explicar o comportamento do farnesol no ar? Ou querem usar aquela que fizeram para a ideia da solubilidade primeiro? Essa que vocês acabaram de fazer?*

2103. Eliane: *O que é o farnesol?*

2104. Pesquisadora 3: *Olha, o farnesol é uma substância presente no óleo essencial.*

2105. Eliane: *Óleo o quê?*

2106. Pesquisadora 3: *Óleo essencial é um óleo que é extraído de plantas, flores e frutos. Não é igual ao óleo de cozinha, mas terá algumas características semelhantes. Pesquisadores usaram o óleo essencial em um vidrinho que continha algumas larvas do *Aedes aegypti* e eles observaram que uma quantidade muito pequena de óleo era suficiente para matar as larvas do mosquito em apenas um dia. E daí, eles estão fazendo estudos sobre a eficácia do óleo essencial no combate às larvas do mosquito. Agora queremos que vocês usem os modelos e analogias anteriores para explicar esse comportamento do óleo essencial, tanto no ar quanto na água. Vocês lembram dos modelos e analogias? São aqueles que vocês fizeram para os pesticidas. Lembram? Vocês fizeram qual analogia?*

2107. Eliane: *Do bom ar.*

2108. Pesquisadora 3: *Vocês usaram ele para explicar o comportamento do pesticida no ar, né? E agora, para esse último comportamento vocês fizeram qual analogia?*

2109. André: *Água e sal e água com areia.*

2110. Pesquisadora 3: *Então... essas analogias são capazes de explicar o comportamento do terpeno farnesol no ar e na água?*

2111. André: *Ah, não sei... Acho que do ar não, mas da água sim.*

2112. Eliane: *Acho que o da solubilidade a gente consegue e o do ar não, porque a da solubilidade é a mesma coisa.*

2113. André: *Acho que porque a gente usou a analogia da água e do óleo, aí eu acho que dá certo sim.*
2114. Pesquisadora 3: *Todos vocês concordam?*
2115. André: *O óleo não dissolve na água, não.*
2116. Pesquisadora 3: *O óleo não dissolve na água, não é mesmo? E aqui esse óleo essencial, ele dissolve na água?*
2117. Eliane: *Não, ele não dissolve em água também.*
2118. André: *Então, dá para a gente usar.*
2119. Pesquisadora 3: *Hum, então, podemos usar, porque as interações serão semelhantes?*
2120. André: *Acho que sim.*
2121. Pesquisadora 3: *Por quê?*
2122. Eliane: *Porque eles são semelhantes.*
2123. André: *Os dois terão a mesma interação, os dois são óleos e interagem de maneira semelhante na água, eles terão o mesmo comportamento.*
2124. Pesquisadora 3: *Então, essa analogia consegue explicar o comportamento da solubilidade, né? Se a analogia de vocês consegue explicar, vocês acham que o modelo de vocês vai dar conta também?*
2125. Wagner: *Vai.*
2126. Pesquisadora 3: *Então, registrem essa ideia aí, e depois vamos pensar na dispersão do ar.*

Nesta etapa de avaliação, ao utilizar os modelos e analogias criados anteriormente em um novo contexto, os estudantes tiveram a chance de identificar novas limitações e abrangências (MOZZER; JUSTI, 2018). Naquela situação o novo contexto foi propiciado pela análise do comportamento do farnesol - componente de óleos essenciais como os de capim-limão e citronela - no ar e na água em relação aos agroquímicos.

No início da atividade, a estudante Eliane apresentou dificuldade no entendimento dos termos farnesol e óleo essencial, o que levou a pesquisadora a uma explicação mais detalhada para que o grupo pudesse prosseguir com a atividade (turnos de fala 2100 ao 2107).

Após lembrarem a analogia feita na atividade 5, André e Eliane sinalizaram que a mesma poderia ser utilizada para explicar o comportamento do terpeno farnesol.

Isso porque eles identificaram como similares as baixas solubilidades do terpeno e do óleo de cozinha em água (turnos de fala 2108 ao 2125). Wagner afirmou que o modelo utilizado anteriormente também conseguiria explicar o comportamento do terpeno farnesol (turno de fala 2123), já que, em ambos os sistemas, os óleos (análogo e alvo) teriam uma interação semelhante em água.

O fato do grupo não apresentar maiores informações sobre o modelo anterior propriamente dito parece ter ocorrido porque os estudantes consideravam a justificativa da adequação das analogias quanto as similaridades que ocorriam naqueles sistemas suficiente para contemplar também a ideia que fundamentavam seu modelo. Isso é indicativo da importância do uso da analogia como uma ferramenta no desenvolvimento das habilidades dos estudantes no ato de modelar destacada por Oliva e Aragón, (2009), que pode ser traduzida neste episódio pelo entendimento de que as relações de similaridade entre os domínios comparados se fundamentavam no comportamento submicroscópico das partículas dos componentes dos sistemas: baixa interação entre elas.

Na décima quinta aula a professora retomou a discussão sobre a atividade com toda turma e, em seguida, os integrantes dos grupos deram prosseguimento à realização da atividade. A pesquisadora 3 retornou ao grupo para dar sequência à discussão iniciada anteriormente sobre a adequação dos modelos e analogias anteriores para representar o comportamento do farnesol, conforme ilustra o episódio de ensino a seguir.

Quadro 31. Episódio de Ensino 20

2151. Pesquisadora 3: *Vocês lembram o que a gente está analisando? O óleo essencial, né? Então, lembram lá no início de tudo... O que a gente estava discutindo? Era a respeito dos pesticidas, Malathion, Cipermetrina, não era? E agora nós viemos com uma outra proposta ao combate do mosquito, né? Que são os óleos essenciais e daí nós viemos perguntar para vocês se os modelos e analogias que vocês elaboraram antes, conseguem explicar o comportamento do óleo essencial na água e no ar. Daí vocês lembram que vocês me falaram que dava para usar a analogia de vocês? Qual que era mesmo? O que está escrito aí?*

2152. Eliane: *Do óleo de cozinha com a água.*

2153. Pesquisadora 3: *E aí o que isso é semelhante com o comportamento do óleo essencial em água?*

2154. André: *A densidade, igual a gente desenhou aqui ((mostra o modelo da figura 9)).*

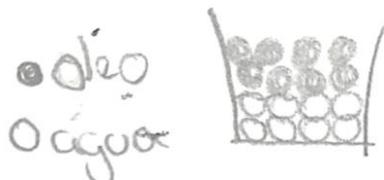


Figura 9: Modelo do sistema óleo em água.

2155. Pesquisadora 3: *A densidade pode ser parecida dos dois, né? Eles são óleos, né? Então, eles também terão propriedades físicas e químicas semelhantes, porque ambos são óleos, né? Não sabemos ao certo os valores dessa densidade, mas podemos afirmar que serão próximas. Mas, e se a gente for pensar no nível das partículas, essas aqui que vocês desenharam, o que vocês podem falar? O comportamento delas será semelhante?*

2156. André: *Sim.*

2157. Pesquisadora 3: *Por quê?*

2158. André: *Acho que vão... as bolinhas pretas vão ficar em cima e as outras vão ficar embaixo e elas não vão se misturar com a água ((aponta para o modelo da figura 9)).*

2159. Pesquisadora 3: *Ah, você acha que vai ser semelhante, porque a água vai ficar embaixo e o óleo vai ficar em cima?*

2160. André: *É.*

2161. Mariana: *Aí eu acho que interage, nessa parte que está encostando com a água aqui ((mostra a figura 9)).*

2162. Pesquisadora 3: *Quando o óleo e a água estão em uma mistura, vai existir uma interação entre eles?*

2163. Todos: *Sim.*

2164. Pesquisadora 3: *E essa interação, ela vai ser forte ou fraca?*

2165. Mariana: *Fraca.*

2166. Pesquisadora 3: *Então, por que que ela não vai ser forte?*

2167. Mariana: *Porque ele é pouco solúvel, praticamente insolúvel em água.*

2168. Pesquisadora 3: *Então, isso quer dizer o quê? Que algumas partículas estarão em contato com as outras de água?*

2169. Mariana: *Não. Elas vão estar perto e interagindo pouco, bem fraco.*

2170. Pesquisadora: *Então, qual é a semelhança entre o comportamento do óleo essencial na água e o óleo de cozinha na água*

2171. Mariana: *Eles não vão se dissolver bem na água.*

2172. Pesquisadora 3: *E quero que vocês me digam o que é diferente.*

2173. André: *Além da composição química?*

2174. Pesquisadora 3: *A composição química será diferente, né? O que mais?*

2175. Mariana: *O local onde eles são usados?*

2176. Pesquisadora 3: *Sim, são usados em locais diferentes. O que mais? Se vocês acharem mais alguma diferença, coloquem aí, tá? E coloquem as semelhanças também. Vou voltar para ver o que podemos comparar com o comportamento do óleo essencial no ar, está bem?*

Em resposta aos questionamentos da pesquisadora sobre as semelhanças entre o comportamento do óleo de cozinha e do óleo essencial em água, André apontou que, uma vez que as densidades dos compostos seriam semelhantes, os seus comportamentos em água também o seriam. Ele buscou explicar seu posicionamento por meio do modelo da figura 9 (turnos de fala 2158 ao 2160).

Apesar dessa menção à propriedade física densidade como uma semelhança entre os componentes dos sistemas comparados, o auxílio fornecido pela pesquisadora 3 (vide turno 2155) parece ter sido essencial para que os estudantes centrassem a discussão sobre as semelhanças no comportamento submicroscópico dos sistemas, fornecendo novas evidências sobre a sua compreensão da relação entre solubilidade e interação.

Isso possibilitou que Mariana explicasse a baixa interação entre as partículas de óleo e água, justificando a comparação entre o análogo e o alvo (vide turnos de fala 2161 ao 2171 e o quadro de mapeamento a seguir).

Quadro 32. Comparação de similaridade literal entre o sistema óleo e água e o sistema óleo essencial e água

Análogo (Sistema óleo e água)	Correspondência	Alvo (Sistema óleo essencial e água)
A densidade do óleo de cozinha		A densidade do óleo essencial
A baixa solubilidade do soluto (óleo de cozinha) no solvente (água) se deve às fracas interações entre suas partículas		A baixa solubilidade do soluto (óleo essencial) no solvente (água) se deve às fracas interações entre suas partículas
Limitação		
<ul style="list-style-type: none"> • A composição do óleo é diferente da composição do óleo essencial. • A finalidade dos óleos são diferentes. 		

Quanto às limitações o grupo conseguiu identificar novamente as composições químicas e a finalidade dos óleos como aspectos que não poderiam ser comparados (turnos de fala 2172 ao 2176).

Assim, apesar dos estudantes terem mencionado a densidade como um atributo semelhante entre os domínios comparados, o auxílio da pesquisadora foi essencial para que os mesmos não utilizassem essa propriedade para justificar a baixa solubilidade dos solutos em água. Tal concepção é bastante comum entre os estudantes e foi identificada em estudos como os de Blanco e Prieto (1997) e Ebenezer e Erickson (1996). Esse auxílio possibilitou o estabelecimento de uma similaridade literal, em lugar de uma comparação de mera aparência, que seria o caso se os estudantes ficassem restritos à discussão daquela propriedade.

A pesquisadora deixou os estudantes sozinhos por um tempo para que eles registrassem por escrito suas ideias. Depois, ela retornou para continuar auxiliando os estudantes na avaliação de seus modelos e analogias a partir da retomada de conceitos discutidos anteriormente conforme ilustra o episódio 21.

Quadro 33. Episódio de Ensino 21

2192. Pesquisadora 3: *Então, vamos pensar lá... temos um recipiente e dentro dele tem o óleo essencial. Daí, eu lanço em um ambiente. Esse óleo pode se chocar com as partículas de ar? Vocês acham que o comportamento do óleo será semelhante ao que acontece com o bom ar? Pensando lá no nível das partículas, pensando nas partículas do óleo e do ar. Daí eu vou lá e espirro esse óleo em uma sala, por exemplo. Vocês acham que as partículas irão se chocar com as partículas do ar?*

2193. Wagner: *Vai.*

2194. André: *Vai sim, porque ele não vai sair de um canto sozinho, tem que ter as partículas de ar lá para eles se chocarem e se espalharem pelo ar.*

2195. Pesquisadora 3: *Isso mesmo! Então, os choques que irão ocorrer entre as partículas de óleo e do ar. E vai fazer o quê com ele?*

2196. André: *Vai espalhar.*

2197. Pesquisadora 3: *Vai espalhar. E isso é parecido com aquilo que vocês propuseram com o bom ar ou a ideia é diferente?*

2198. Wagner: *É igual.*

2199. Pesquisadora 3: *E o que será diferente?*

2200. Mariana: *Um é gás.*

2201. Pesquisadora 3: *Da mesma forma isso pode acontecer com o óleo?*

2202. Eliane: *Pode.*

2203. Pesquisadora 3: *A massa do óleo é 222,37 gramas e é semelhante a massa do Diclorvos, se a gente olhar naquela outra folha da primeira atividade. Vou anotar ali no quadro para a gente comparar. ((Anota as massas molares dos três agroquímicos no quadro)). E ele ((se refere ao Diclorvos)) tem uma alta volatilidade, né? Mas vocês lembram o que é a volatilidade?*

2204. Todos: *Não.*

2205. Pesquisadora 3: *Tem a ver com a facilidade com que uma substância muda do estado líquido para o estado gasoso. Vou dar um exemplo para vocês. Quando eu passo um pouco de álcool no braço, ele evapora rapidinho. A gente não sente um geladinho?*

2206. André: *Sim.*

2207. Pesquisadora 3: *Então, ele evapora muito rápido, né? Então, o que quer dizer essa alta volatilidade? Quer dizer que quando a substância passa de líquido para gasoso isso ocorre mais facilmente para umas substâncias do que para outras, por isso, elas mudam de um estado para outro mais rapidamente em uma certa temperatura. Se ele passa de líquido para gasoso rapidamente, isso quer dizer também que a massa pode influenciar nesse caso, como já foi discutido. Mas, por quê?*

2208. André: *Não sei.*

2209. Pesquisadora 3: *Então, vamos pensar aqui... é mais fácil eu empurrar para tirar do lugar... alguém que é gordinho ou magrinho?*

2210. André: *Alguém magro.*

2211. Pesquisadora 3: *É mais fácil eu empurrar alguém que é magro, né? Então, aquela partícula que tem menor massa, vai entrar em movimento com mais facilidade do que aquela que tem maior massa, né? Vocês concordam?*

2212. Todos: *Sim!*

2213. Pesquisadora 3: *Então, isso vai ajudar vocês a explicar o comportamento do óleo essencial e a analogia que vocês fizeram com o bom ar. Quando vocês elaboraram a analogia do bom ar, o que vocês tinham pensando ali? Como o bom ar funciona? Se eu espirrar um bom ar aqui na sala... quando eu espirro o bom ar, sai o gás ou sai o líquido?*

2214. André: *Líquido.*

2215. Eliane: *Gás.*

2216. Pesquisadora 3: *O gás ou o líquido?*
2217. André: *O gás. Está certo.*
2218. Pesquisadora 3: *Quando a gente pega o bom ar e balança o que dá para a gente perceber?*
2219. Wagner: *Que é um líquido.*
2220. Pesquisadora 3: *E quando eu espirro, dá para a gente saber que ele passou do estado líquido para gasoso quando passou por aquele burquinho, né? E se eu tivesse um óleo essencial, daria para fazer dessa mesma forma. Vocês acham que seria possível ele se espalhar assim?*
2221. André: *Sim.*
2222. Pesquisadora 3: *Por quê?*
2223. André: *Porque pode passar pelo mesmo lugar e vai virar gás, tipo o Diclorvos. Elas vão estar em movimento, vão se chocar e se espalhar pelo ambiente. Vai acontecer igual ao bom ar.*
2224. Pesquisadora 3: *E o que é diferente nessa comparação entre o óleo essencial e o bom ar?*
2225. Mariana: *Uai, o bom ar é para deixar com cheiro bom, o ambiente, e o óleo essencial é para matar a larva dos mosquitos.*
2226. Pesquisadora 3: *Tem funções diferentes, né? O que mais?*
2227. André: *A volatilidade.*
2228. Pesquisadora 3: *É, a volatilidade deles será diferente, né?*
2229. Eliane: *A composição deles também, por isso que a volatilidade é diferente.*

Dando prosseguimento a avaliação do modelo e da analogia produzidos para representar o comportamento dos agroquímicos, o grupo passou a discutir sobre o comportamento das partículas do óleo no ar. Wagner e André consideraram que a analogia anteriormente proposta com o odorizador de ar também poderia ser utilizada para explicar o comportamento do óleo essencial no ar. A semelhança em ambos os casos, de acordo com eles, seria o processo de dispersão dos compostos quando lançados no ar que se dá pelos choques entre as partículas (turnos de fala 2192 ao 2198).

Buscando recordar o entendimento construído para o conceito de volatilidade, a pesquisadora anotou no quadro os valores das massas molares dos três agroquímicos e do farnesol para que os estudantes pudessem compará-los e para que estabelecessem relação entre esses dados e a facilidade/dificuldade com que esses compostos passariam para o

estado gasoso, numa dada temperatura. Ela tentou facilitar a compreensão dos estudantes sobre essa relação a partir de uma comparação entre duas pessoas com pesos diferentes, e a facilidade/dificuldade de se retirá-las do lugar, empurrando-as (turnos de fala 2203 ao 2212).

Após essa retomada, no turno de fala 2223, André foi capaz de expressar a compreensão de que, como o Diclorvos e o bom ar, o óleo essencial poderia passar para o estado gasoso ao ser aspergido no ar e que, de forma semelhante àqueles compostos, suas partículas se dispersariam no ar pelos choques entre as partículas. Isso indica que nessa nova fase de avaliação da comparação proposta, os estudantes conseguiram perceber a abrangência das relações de similaridade da analogia anterior para explicar o comportamento do novo alvo, o óleo essencial.

Durante a identificação das limitações da comparação para explicar o comportamento do farnesol, os estudantes perceberam que as diferenças de função e de volatilidade seriam resultantes da diferença de composição dos sistemas e, em consequência, destacaram estes como os aspectos não comparáveis (turnos de fala 2224 ao 2229). Notamos uma evolução com relação a algumas das limitações semelhantes identificadas por eles em comparações anteriores – como a comparação entre o comportamento do odorizador no ar e o comportamento dos agroquímicos no ar elaborada na atividade 4 (vide quadro de mapeamento 15) e a comparação entre o sistema óleo e água e Cipermetrina e água elaborada na atividade 5 (vide quadro de mapeamento 22) -, pois os estudantes apenas mencionavam as diferentes funções (por exemplo, matar ou não insetos) ou propriedades (por exemplo: elevada ou baixa toxicidade; maior ou menor alcance) dos compostos, enquanto nesta atividade 6 eles procuraram relacionar propriedades e composição química.

Nos estudos de Clement (2008), ao analisar um caso de elaboração de analogia pelo próprio estudante, o autor ressalta a importância do papel ativo de criticá-las e modificá-las ou mesmo rejeitá-las, até que estejam satisfeitos e obtenham uma apresentação válida da mesma. De forma similar, o episódio de ensino 21 parece retratar um momento em que os estudantes atingem esse grau de satisfação com sua proposição, uma vez que o grupo conseguiu evoluir e ampliar suas discussões tanto com relação à abrangência quanto das limitações da analogia a partir de sua avaliação no novo contexto.

Na décima oitava aula os estudantes começaram a resolver a questão 1.2, na qual eles foram solicitados a indicar outras alternativas para o controle do mosquito. O diálogo que se estabeleceu encontra-se ilustrado no episódio 22, transcrito no quadro a seguir.

Quadro 34. Episódio de Ensino 22

2236. Eliane: *Tem outras maneiras?*
2237. Mariana: *Tem sim.*
2238. Wagner: *Não deixar vasilha com água parada. Tirar todo o lixo do lugar.*
2239. Eliane: *Então, vamos fazer essa já ((se refere à questão 1.2)). Lavar as caixas d'água sempre, deixá-las tampadas.*
2240. Mariana: *Não deixar a água parada.*
2241. Eliane: *Não deixar águas paradas em potes e pneus, eu coloquei assim. O mais importante é a água parada.*
2242. Pesquisadora 3: *Fecharam aí?*
2243. Eliane: *Lacrou!*
2244. Pesquisadora 3: *Já pegou dengue?*
2245. Eliane: *Tenho tempo não ((risos)).*
2246. Wagner: *Tem mais alguma coisa hoje?*
2247. Pesquisadora 3: *Agora vocês irão fazer a 7, já que vocês acabaram a atividade 6, né? Vou entregar a folha aqui para vocês lerem.*

Para finalizar a atividade 6 os estudantes na questão 1.2 discutiram outras possibilidades de controle ao mosquito *Aedes aegypti*. O grupo apontou diferentes soluções como: não deixar vasilhas, pneus e potes com água parada; retirar o lixo; manter as caixas d'água tampadas e limpas, evidenciando familiaridade e facilidade na discussão dessas alternativas (turnos de fala 2236 ao 2241).

Ao serem questionados sobre a doença dengue, a estudante Eliane afirmou em tom de brincadeira: “*Tenho tempo não*” (turno de fala 2245). Tal afirmação nos fornece indícios sobre as várias outras responsabilidades sociais e econômicas dos estudantes além dos estudos e sobre sua consciência dos possíveis transtornos e prejuízos que “ficar doente” significaria para eles. Isso poderia ter fomentado discussões sobre políticas públicas de prevenção de doenças e as consequências sociais e econômicas de epidemias.

Discussões dessa natureza foram contempladas no trabalho de Martins et al. (2018) sobre a Doença de Chagas. Em sua proposta, os autores exploraram aspectos como: o papel das desigualdades socioeconômicas na incidência dessa doença; distribuição espacial da doença em áreas rurais periféricas e nos diversos países; os conceitos de saúde e doença, função, malfuncção e questões éticas da prática médica;

aspectos médico-hospitalares e farmacológicos; aspectos ambientais e anatômico-fisiológicos das doenças, entre outros.

Conrado, Nunes-Neto e El-Hani (2016) apontam o potencial dessas discussões de promover a explicitação e argumentação mais profunda pelos estudantes sobre valores individuais e coletivos, contribuindo para o desenvolvimento de atitudes de solidariedade e tolerância com pontos de vistas.

Dando continuidade à décima sétima aula, o grupo recebeu a atividade 7 para que pudessem ler. Em seguida, a pesquisadora 1 foi até os estudantes para discutir sobre o risco potencial de contaminação dos agroquímicos e do óleo essencial ao meio ambiente devido à persistência dos compostos conforme ilustra o episódio 23.

Quadro 35. Episódio de Ensino 23

2248. Eliane: *É para falar qual deles apresenta maior risco potencial para o meio ambiente?*

2249. Mariana: *É.*

2250. Eliane: *Então, é só a gente ver aquele que permanece por maior quantidade de dias.*

2251. Mariana: *É a Cipermetrina. Fica no ambiente até 110 dias.*

2252. Eliane: *E você ainda não pode ficar no local quando for aplicado.*

2253. Mariana: *Só pode voltar depois de 30 dias.*

2254. Eliane: *É, então esse é o pior de todos.*

2255. Wagner: *Então, a gente coloca isso e ainda fala que ele tem uma longa permanência no ambiente, poluindo mais o meio ambiente.*

2256. Pesquisadora 1: *Por que vocês colocaram a Cipermetrina?*

2257. Wagner: *Ah, porque ela fica muito no ambiente. Por causa da longa permanência dela no ambiente.*

2258. Pesquisadora 1: *Então, o quadro 5, quais informações ele traz para gente? Traz o pesticida, a degradação.*

2259. Wagner: *A persistência e o intervalo.*

2260. Pesquisadora 1: *Isso. O que seria essa persistência? O que ela significa?*

2261. Eliane: *Algo que persiste e que fica muito tempo em um lugar.*

2262. Pesquisadora 1: *Então, é esse tempo que aquela coisa vai ficar naquele local, né? Ele descreveu o tempo de cada um deles aí no quadro 5, né? E esse intervalo de segurança? O que seria ele?*

2263. Eliane: *É um tempo que é determinado para que algum ser possa entrar naquele local depois que o pesticida foi lançado. Para não ter risco de morte por causa de contaminação, essas coisas.*

2264. Pesquisadora 1: *Então, daí ele pergunta qual deles vocês consideram que tenha maior risco para o meio ambiente, né? Analisando todos esses dados, vocês chegaram em qual conclusão?*

2265. Todos: *Cipermetrina.*

2266. Pesquisadora 1: *Beleza. Agora justifiquem para mim a escolha de vocês usando os dados.*

2267. Eliane: *Precisamos pensar.*

2268. Mariana: *É a Cipermetrina, porque ela fica de 7 a 110 dias no ambiente e não pode entrar nenhum ser no local até atingir 30 dias.*

2269. Pesquisadora 1: *Isso mesmo. Vocês podem usar tanto a persistência quanto o intervalo de segurança para justificar.*

Na questão 1.1 os estudantes foram questionados sobre quem apresentava maior risco de contaminação ao meio ambiente. Para respondê-la eles interpretaram e analisaram os dados constantes no quadro 5 da atividade 7 (vide anexo 1) sobre a degradação, a persistência e o intervalo de segurança. Nos turnos de fala 2248 ao 2255 os estudantes chegaram à conclusão de que a Cipermetrina seria a substância que mais contaminaria o meio ambiente com base nos dois últimos parâmetros mencionados: maior persistência e maior intervalo de segurança.

Em seguida, a pesquisadora 1 questionou-os quanto à resposta fornecida pelo grupo para tomar conhecimento sobre os fatores que influenciaram a seleção da Cipermetrina e o entendimento dos estudantes dos mesmos. Nessa discussão, os turnos de fala 2256 ao 2269, nos fornecem evidências de que eles foram capazes de expressar significados coerentes sobre os termos persistência (“*Algo que persiste e que fica muito tempo em um lugar*”) e intervalo de segurança (“*É um tempo que é determinado para que algum ser possa entrar naquele local... Para não ter risco de morte por causa de contaminação...*”).

Assim, esse episódio é representativo da evolução dos estudantes durante as atividades com relação à interpretação e análise de dados que foram utilizados como evidências para sustentar a sua conclusão sobre o potencial de contaminação da Cipermetrina e para justificá-la. A importância do desenvolvimento dessa capacidade

argumentativa pelos estudantes é destacada em estudos como os de Jiménez Aleixandre e Agraso (2006) e Jiménez e Díaz de Bustamante (2003), uma vez essa capacidade está associada a uma aprendizagem significativa dos conceitos científicos e à habilidade de raciocinar a partir dos critérios considerados necessários para avaliar as diferentes opções ou explicações colocadas frente a eles.

Com o auxílio das pesquisadoras 1 e 3 os estudantes iniciaram a resolução da questão 1.2, a qual tinha como objetivo avaliar os modelos e analogias anteriores com base nas novas informações trazidas na atividade 7. O episódio 24 ilustra esse momento.

Quadro 36. Episódio de Ensino 24

2273. Pesquisadora 3: *Vocês já fizeram? Podem falar a resposta para mim?*
2274. Wagner: *Eu coloquei aqui, não sei se está certo.*
2275. Pesquisadora 3: *Pode falar.*
2276. Wagner: *Eu coloquei aqui sobre a composição química. Eu coloquei que o tempo de degradação pode variar com a composição química. Por isso, uns têm maior facilidade de se degradar do que outros.*
2277. Pesquisadora 3: *Sim. Vamos ver aqui, qual deles vai se degradar mais rápido?*
2278. Eliane: *O óleo essencial de capim limão.*
2279. Wagner: *É isso mesmo.*
2280. Pesquisadora 3: *É, o óleo de capim limão vai se degradar mais rápido. E o que isso significa?*
2281. Wagner: *Esse aqui, o óleo essencial, já vira outra substância mais rápido quando está no ar ou na água.*
2282. Eliane: *O que é DDT?*
2283. Pesquisadora 3: *É um tipo de pesticida.*
2284. Pesquisadora 1: *Diclorodifeniltricloreto.*
2285. Pesquisadora 3: *Vamos olhar a persistência do Malathion... De 1 a 18 dias. Isso é muito ou pouco, comparado aos outros?*
2286. Eliane: *Mais ou menos, se eu for comparar com outros, né?*
2287. Pesquisadora 3: *Se eu comparar com o Diclorvos?*
2288. Eliane: *Vai ser mais. O Malathion vai ficar mais tempo no ar.*
2289. Pesquisadora 3: *E se eu comparar com a Cipermetrina?*
2290. Eliane: *Ela vai ser muito maior, né?*
2291. Pesquisadora 3: *Então, qual deles demora mais para se degradar?*

2292. Eliane: *A Cipermetrina. Quer dizer que é o tempo que ela demora para estar sumindo, acabando e virando uma outra substância. Isso no caso da Cipermetrina, ela demora de 17 a 110 dias para se transformar em outra substância, e isso é um tempo muito grande. Esse pesticida vai ficar muito tempo no ar, né?*
2293. Todos: *Vai.*
2294. Pesquisadora 3: *E isso é bom ou ruim?*
2295. Todos: *Ruim.*
2296. Pesquisadora 3: *Por quê?*
2297. Mariana: *Porque vai trazer vários danos. Sei lá.*
2298. Pesquisadora 3: *Isso! Pode causar danos por ficar tanto tempo no ar. E nessa outra coluna, o que nós temos de informação é o intervalo de segurança. E o que é isso? Como vocês falaram, é o tempo que eu posso entrar em casa sem risco, depois de usar aquele pesticida. Qual deles tem o menor tempo?*
2299. Wagner: *O óleo essencial é o mais seguro, porque eu posso usar o óleo e estar no ambiente.*
2300. Pesquisadora 3: *O óleo essencial do Capim limão, né? Qual demora mais tempo para eu poder estar no ambiente?*
2301. Eliane: *Cipermetrina.*
2302. Pesquisadora 3: *Só posso entrar no ambiente depois de 30 dias. Vocês são capazes de explicar aquele que se degrada mais rápido no ar e na água usando os modelos e analogias anteriores?*
2303. Eliane: *Mas como assim?*
2304. Pesquisadora 3: *Olha, vocês elegeram aquele que se degrada mais rapidamente no ar e na água, não foi?*
2305. Mariana: *Foi o óleo.*
2306. Pesquisadora 3: *O modelo e a analogia anterior que vocês criaram, dá conta de explicar isso?*
2307. Eliane e Mariana: *Não.*
2308. Pesquisadora 3: *Por quê?*
2309. Wagner: *O óleo vai se misturar, mas não vai virar outra substância, igual também com o que a gente falou do óleo de cozinha, ele não vai virar outra substância.*
2310. Pesquisadora 3: *E agora o que vocês pretendem fazer?*
2311. Wagner: *Outra comparação.*

Na discussão caracterizada pelos turnos de fala 2273 ao 2281 o grupo se baseou nas diferentes composições químicas das substâncias analisadas para justificar sua facilidade/dificuldade de se degradar e esboçou uma tentativa de relacionar esse dado à persistência dessas substâncias (vide turno de fala 2276). Além disso, é possível notar a partir da fala de Wagner no turno 2281, o entendimento dos estudantes sobre o termo degradação, quando o estudante o associa à ideia de transformação química (“... *já vira outra substância*”).

Em seguida, após o esclarecimento sobre o termo DDT, as pesquisadoras auxiliaram os estudantes a explicitar de forma mais detalhada seus entendimentos sobre a relação entre a degradação e a persistência, solicitando deles a comparação entre os dados dos agroquímicos com o do óleo essencial (turnos de fala 2285 ao 2293). Essa relação foi sintetizada na fala de Eliane (turno 2292): “... *tempo que ela [Cipermetrina] demora para estar sumindo, acabando e virando uma outra substância.*”.

Uma recapitulação do significado de tempo de persistência também foi realizada pelas pesquisadoras no sentido de auxiliar os estudantes na comparação dos dados (turnos 2298 ao 2302). Isso permitiu que eles identificassem o óleo essencial como aquele de uso mais seguro (turno 2299) e a Cipermetrina como o agroquímico menos seguro (turno 2301).

Ao serem solicitados a avaliar seus modelos e analogias anteriores com base nestas noções associadas à degradação dos compostos (turno 2302 ao 2311), os estudantes chegaram à conclusão de que deveriam reformular a analogia com o sistema óleo de cozinha e água pelo fato dela não expressar a ideia de transformação química (vide turno de fala 2309).

Na décima oitava aula, a discussão centrou-se na avaliação da adequação da analogia com odorizador de ar para explicar o comportamento do óleo essencial no ar, como ilustra o episódio 25.

Quadro 37. Episódio de Ensino 25

2446. Pesquisadora 1: *Na atividade fala que o óleo essencial de Capim Limão se degrada rapidamente na presença de luz, né? Com a analogia do bom ar, a gente consegue explicar esse comportamento do óleo essencial no ar?*

2447. Wagner: *Acho que não, porque o continua sendo bom ar. Na nossa comparação não pensamos se ele degrada ou não no ar.*

2448. Pesquisadora 1: *Então, a gente pode usar essa mesma analogia para explicar o comportamento do óleo essencial no ar?*

2449 Wagner: *Então, acho que isso é uma limitação, né? Isso é o que a gente não consegue explicar. A degradação no ar. E o que a gente consegue, é que ele vai se espalhar no ar e o óleo essencial também vai se espalhar. Aí vamos precisar de outra comparação.*

2450. Pesquisadora 1: *Então, não iríamos conseguir usar essa analogia para explicar que ele se degrada, não é?*

2451. Wagner: *Não.*

2452. Pesquisadora 1: *Vocês conseguem pensar em alguma outra analogia ou modelos para explicar isso? Ou vocês têm alguma ideia para reformular os modelos e as analogias que vocês propuseram?*

2453. Wagner: *Não.*

2454. Pesquisadora 1: *Então, vou deixar vocês pensarem um pouco nisso. Aí, daqui a pouco eu volto.*

2455. Wagner: *Está difícil.*

2456. Pesquisadora 1: *Sem pressão. Vocês podem pensar aí. Às vezes através do modelo vocês conseguem pensar em alguma coisa. Quando as partículas dos pesticidas entram em contato com as partículas do ar, o que acontece?*

2457. Wagner: *Alguns são facilmente degradados.*

2458. Professora: *E o que é a degradação?*

2459. Wagner: *Quando ocorre uma reação e tem a transformação de uma substância em uma nova substância.*

2460. Professora: *Isso. Então, a questão é vocês pensarem em como os modelos e as analogias de vocês vão dar conta de explicar isso no nível submicroscópico. Como era o modelo de vocês?*

2461. Wagner: *Aquele outro a gente tinha feito, deixa eu pensar. Assim, que ela entrasse em contato com o ar, ela ia se espalhar, né? Nossa, está difícil pensar nessa transformação no nosso modelo!*

Ao ser questionado pela pesquisadora sobre a capacidade da analogia com o odorizador de explicar a degradação dos compostos no ar, o estudante Wagner se deu conta de que está se tratando de uma limitação da comparação, uma vez a mesma não foi proposta com o objetivo de contemplar tal aspecto (turnos de fala 2446 ao 2449). Assim,

nessa avaliação de sua analogia em outro contexto, os estudantes perceberam a necessidade de elaborar uma nova comparação que contemplasse o novo alvo, ou seja, que pudesse ser usada com confiança na transferência de resultados relacionados ao comportamento do análogo para o alvo (CLEMENT, 2008).

Apesar dessa compreensão sobre a necessidade de elaboração de uma nova comparação proporcionada pelo processo de avaliação, os estudantes expressaram sua dificuldade de propor uma nova analogia. Diante disso, a pesquisadora recapitulou o significado que eles elaboraram para o conceito de degradação e solicitou que avaliassem se esse aspecto estaria contemplado em seus modelos anteriores (turnos de fala 2450 ao 2460). Os estudantes identificaram a necessidade de se propor reformulações em seus modelos também, expressa por Wagner no turno 2461, por meio da frase: “*Nossa, está difícil pensar nessa transformação no nosso modelo!*”

O grupo deu início à elaboração das novas representações e, para finalizar a atividade 7, a professora dirigiu-se até eles com o intuito de discutir essas reformulações, conforme ilustra o episódio 26.

Quadro 38. Episódio de Ensino 26

2478. Professora: *Isso aí que você desenhou é a dispersão dos óleos essenciais no ar?* ((aponta para o modelo da figura 10 que, naquele momento, só continha a representação à esquerda dessa figura).



Figura 10: Modelo reformulado da difusão e degradação do óleo essencial no ar.

2479. Wagner: *Isso. Eles vão se transformar em outra substância.*

2480. Professora: *Porém, as moléculas lá continuaram sendo as do ar?*

2481. Wagner: *Eu acho que o ar vai sim, mas agora, as outras partículas do óleo essencial vão mudar. Eu acho.*

2482. Professora: *E como vocês representariam isso?*

2483. Wagner: *Tem que fazer aqui, né? Junto com o ar, né?*

2484. Professora: *Vocês têm que me mostrar isso que você falou.*

2485. Wagner: *Pode ser assim?* ((aponta para a representação que consta na parte direita da figura 10)).

2486. Professora: *Aqui, você está representando o início* ((parte da esquerda da figura 10)) *e aqui* ((parte da direita da figura 10)) *o final?*

2487. Wagner: *É. Aqui* ((parte da direita da figura 10)) *tem a interação do óleo essencial transformado com o ar.*

2488. Professora: *Entendi. Agora vocês têm que pensar na interação com a água. Como que elas são? Pode ser dessa maneira aqui* ((aponta para a figura 10))?

2489. Wagner: *Acho que não, não podemos. Esse seria só o do ar. Geralmente, quando colocamos na água, o óleo, as bolinhas do óleo* ((se refere às partículas de óleo representadas por círculos no modelo da figura 9)) *vão ficar em cima e as da água vão ficar aqui embaixo. Não vão ficar todas misturadas dessa maneira.*

2490. Professora: *Então, representem isso aí.*

2491. Wagner: *Eu coloquei assim mais em cima,* ((mostra a parte da esquerda da figura 11)) *E desse jeito aqui, representa que tem uma pouca interação, está interagindo pouco, mas de alguma forma ele está interagindo um pouquinho.*

2492. Professora: *Isso. E no final, como ficaria?*

2493. Wagner: *Está difícil de representar isso aqui. Eu estou pensando, se com a reação eles vão... misturar, se espalhar na água...*

2494. Professora: *Podem representar da sua maneira.*

2495. Wagner: *Pode ser que aconteça de espalhar. A gente não sabe a reação que pode ocorrer e que tipo de substância irá formar. Então, acho que pode ficar assim...*

((elabora a representação da parte direita da figura 11)).

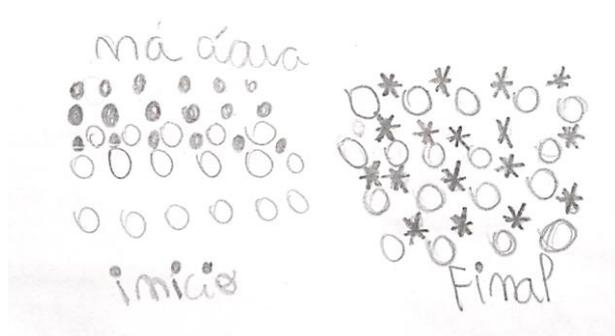


Figura 11: Modelo da degradação e dissolução do óleo essencial em água.

Notamos no episódio 26 que a limitação identificada pelo grupo na analogia com o odorizador - explicar o processo de degradação – norteou as reformulações dos modelos, resultando nas representações das figuras 10 e 11.

Tais aspectos podem ser identificados a partir das discussões estabelecidas entre Wagner e a professora nos turnos de fala 2478 ao 2487 sobre a transformação química sofrida pelo óleo essencial disperso no ar e representada no modelo da figura 10 e sobre sua transformação quando adicionado à água e representada no modelo da figura 11 (turnos de fala 2488 ao 2485). Este modelo, além de representar o aspecto da transformação química, evidencia a consideração das noções de densidade e solubilidade que foram sendo elaboradas ao longo das atividades. Tal modelo também evidencia, em associação ao que foi afirmado por Wagner no turno de fala 2495, que os estudantes compreenderam a capacidade de solubilidade como uma propriedade específica da matéria, visto que, no estado final, a nova substância foi representada supostamente considerada solúvel em água.

Este episódio demonstra a função das analogias identificada por Clement (2008) como fontes de ideias para a proposição de modelos e, mais especificamente no caso analisado, da avaliação das analogias como fonte de ideias para a reformulação de modelos.

Nos trabalhos de Martins et al (2018) e Andrade et al. (2016b), a partir de uma SD centrada na problemática da doença de chagas, as dimensões histórica, ambiental, social e ética foram contempladas na discussão de aspectos como: a história da ciência e dos cientistas associados à descoberta e caracterização da doença; os motivos para o uso dos agroquímicos seus malefícios e benefícios socioambientais; o uso de EPI e o contato direto e indireto com os agroquímicos; a injustiça ambiental e social e os valores morais envolvidos no uso dos agroquímicos. Isso nos leva a refletir sobre as possíveis discussões que poderiam ter sido promovidas durante o desenvolvimento da atividade 7, especialmente nas dimensões ambiental e econômica para contemplar aspectos não explorados, como: as consequências da contaminação do ar e da água pelos agroquímicos; a relação custo-benefício da produção desses compostos e dos óleos essenciais; a eficácia no controle ao agente transmissor da doença, correlacionada ao seu tempo de permanência no ambiente, entre outros.

Na décima nona aula a professora orientou a turma sobre a atividade 8. Como parte desta atividade, os estudantes assistiram dois vídeos de entrevistas com um médico sanitário e um químico ambiental, na qual expressaram os seus pontos de vista em

relação ao uso dos agroquímicos. Eles também ouviram das pesquisadoras a leitura da transcrição de uma terceira entrevista realizada com uma professora universitária e pesquisadora da área de Química Orgânica.

Após o término das entrevistas, a professora da turma e as pesquisadoras indagaram os estudantes sobre pontos relevantes das entrevistas, como: a informação sobre uma mesma enzima presente no mosquito e nos seres humanos; a questão de alguns agroquímicos serem cancerígenos; os métodos de prevenção ao mosquito *Aedes aegypti*; a frequência do uso de repelentes nos seres humanos, em especial em gestantes; e o uso de produtos naturais como uma alternativa para controlar a transmissão de doenças pelo mosquito.

Em seguida, a professora entregou a atividade 9 e explicou o que deveria ser realizado pelos estudantes na aula seguinte. Nesta aula, a pesquisadora 1 auxiliou os estudantes a relembrem o que foi realizado por eles ao longo da SD, recapitulando os modelos e analogias criados pelo grupo e destacando que as ideias que os embasaram deveriam auxiliar no seu posicionamento contra ou a favor ao uso dos agroquímicos. Isso é ilustrado pelo episódio 27.

Quadro 39. Episódio de Ensino 27

2526. Pesquisadora 1: *Vocês entenderam o que era para fazer?*

2527. Eliane: *Não.*

2528. Pesquisadora 1: *Olha só, vocês precisam pensar primeiro em todas as atividades que vocês fizeram, e aí, com base no que discutimos nelas, vocês vão se posicionar se são contra ou a favor o uso dos pesticidas. Entendeu?*

2529. André: *Do natural ((se refere ao óleo essencial)) ou do industrializado ((se refere aos agroquímicos))?*

2530. Wagner: *No geral, né?*

2531. Pesquisadora 1: *É, no geral. Diante de todas as opções e discussões que fizemos, vocês são a favor ou contra? Vamos lá na atividade 4, vocês podem dar uma olhada lá. Imaginem que você e seu grupo são parte de uma comissão técnica que deverá elaborar um parecer sobre o uso ou não dos pesticidas. Lembra que vimos o comportamento dos pesticidas no meio ambiente?*

2532. Todos: *Sim.*

2533. Pesquisadora 1: *Quando você fez a analogia do bom ar, você estava pesquisando o quê?*

2534. Wagner: *Acho que o comportamento deles no ar. Estava fazendo isso.*
2535. Pesquisadora 1: *Vocês fizeram também a comparação dele com óleo de cozinha em água, né?*
2536. Wagner: *Foi.*
2537. Pesquisadora 1: *Então, todas essas ideias que vocês apresentaram e fomos discutindo, estávamos avaliando o comportamento dos pesticidas na água e no ar. Então, o que podemos perceber?*
2538. Wagner: *Que eles degradam, ocorre uma reação química.*
2539. Pesquisadora 1: *Então... vimos que isso acontece. Lembra lá, quando vimos a solubilidade? Que se eles caíssem na água, eles iriam solubilizar ou não? Tudo isso que nós discutimos, vocês devem analisar para escrever o parecer. E para chegar ao parecer, vocês deverão procurar estabelecer um consenso entre vocês, se vocês são a favor ou contra o uso dos pesticidas em comum acordo.*
2540. André: *A favor.*
2541. Eliane: *Depende do pesticida, porque a gente viu que cada um se comporta de um jeito diferente do outro. Então, temos que pensar...*
2542. Pesquisadora 1: *Então, isso aí já é uma coisa que precisa ser discutida entre vocês. Somos a favor, mas temos que analisar o tipo de pesticida que iremos utilizar... E aí vocês devem justificar.*
2543. Wagner: *É pode ser isso.*
2544. Pesquisadora 1: *Então... vocês podem começar a pensar nisso para guiar a discussão e a escrita do parecer.*
2545. Eliane: *Porque depende de cada reação que vai ocorrer, vai depender do comportamento dele, eu sei lá...*
2546. Pesquisadora 1: *É o que mais? Além da reação? Temos que saber também o quê?*
2547. Mariana: *Se ele é tóxico.*
2548. Pesquisadora 1: *Tóxico... e o quê mais?*
2549. Eliane: *O tempo de persistência, o intervalo de segurança.*
2550. Pesquisadora 1: *Tudo isso aí que vocês falaram, deverá ser levado em consideração para escrever o parecer sustentado por suas ideias sobre esses aspectos. Vocês deverão se posicionar e justificar esse posicionamento a partir dessas ideias que vocês construíram ao longo das atividades.*

2551. Wagner: *Ah, os óleos naturais. Acho que ele é melhor.*
2552. Pesquisadora 1: *Você acha que são os óleos essenciais?*
2553. Wagner: *É, acho que são eles mesmo.*
2554. Pesquisadora 1: *Então, caso vocês concordem que são os óleos essenciais, vocês deverão justificar a escolha.*
2555. Eliane: *Porque tudo que é natural é melhor.*
2556. Pesquisadora 1: *Na hora em vocês forem ler o parecer, vocês deverão defender o posicionamento de vocês e explicar o porquê dos outros compostos não serem adequados para combater o mosquito transmissor.*
2557. Wagner: *É vamos defender a nossa ((posição)) e atacar e falar mal dos outros.*
2558. Pesquisadora 1: *Por exemplo, vocês têm que pensar porque vocês não escolheram o Malathion, ou o Diclorvos, ou a Cipermetrina. Então, comecem a escrever o texto de vocês que depois eu volto aqui.*

Ao longo da discussão a pesquisadora lembrou aspectos importantes que os estudantes poderiam levar em consideração ao elaborar o posicionamento do grupo: a analogia com o bom ar usada para explicar o comportamento das substâncias no ar (turno de fala 2533); a analogia com o sistema óleo e água para explicar o comportamento de algumas substâncias em água (turno de fala 2535); a propriedade solubilidade analisada para as diferentes substâncias (turno de fala 2539). Essas ações da professora, as quais também podem ser verificadas nos turnos de fala 2542, 2550, 2558, 2560 e 2562, contribuíram para que o grupo percebesse a importância da justificativa para a validade e defesa de seu posicionamento.

Durante a recapitulação realizada pela pesquisadora 1, Wagner citou a degradação das substâncias como um fator importante de ser considerado no posicionamento (turno 2538). André ao se posicionar a favor do uso dos agroquímicos foi logo interrompido por Eliane que se posicionou deixando explícito que tal posicionamento dependeria do tipo de agroquímico, justificando que cada um tem um comportamento e que, por isso, seria necessário analisar esses comportamentos antes de se decidirem (turnos de fala 2540 e 2541). Nestes turnos, portanto, vemos a influência das ações da pesquisadora 1 no reconhecimento pelo grupo da importância de fundamentar o seu posicionamento nos dados e evidências discutidos nas atividades. Isso possibilitou que Mariana e Eliane, nos turnos 2545 ao 2549, indicassem dados relevantes

para serem considerados na escrita do parecer como: o tipo de reação do agroquímico no ambiente; a toxicidade, o tempo de persistência e o intervalo de segurança.

O reconhecimento pelos estudantes da importância de se reunir dados e evidências para se posicionar perante uma questão socioambiental pode indicar o início do desenvolvimento do pensamento crítico, competência que, de acordo com Jiménez Aleixandre (2010), é necessária para a formação de opiniões conscientes referentes às decisões na sociedade.

Apesar disso, no turno de fala 2555, Eliane afirmou ser a favor dos óleos essenciais pelo fato de que “tudo que é natural é bom”. Neste caso, justificativa fornecida pela estudante para a escolha não foi sustentada por qualquer evidência construída durante as atividades. Ao contrário, ela parece embasada no senso comum que associa as origens natural e artificial dos produtos como sinônimas de qualidades benéficas e malélicas, respectivamente. Isso levou a pesquisadora a reforçar mais uma vez a importância de buscar dados e evidências para justificar o posicionamento do grupo.

Na vigésima primeira e vigésima segunda aula, o grupo passou a estabelecer discussões tentando atender as instruções da Pesquisadora 1 sobre a consideração de informações importantes discutidas nas atividades na elaboração do parecer, conforme ilustra o diálogo a seguir.

Quadro 40. Episódio de Ensino 28

- | |
|--|
| <p>2626. Wagner: <i>Somos contra ao uso dos pesticidas. Por quê?</i></p> <p>2627. Eliane: <i>Tem que envolver tudo isso que a gente falou.</i></p> <p>2628. Wagner: <i>Sabe o que vai ser difícil?</i></p> <p>2629. Eliane: <i>O quê?</i></p> <p>2630. Wagner: <i>Porque a gente vai ter que falar dos outros, porque eles fazem mal.</i></p> <p>2631. Eliane: <i>Uai, é só a gente falar que é contra algum deles.</i></p> <p>2632. Wagner: <i>Podemos colocar assim: como somos contra a alguns tipos de pesticidas...</i></p> <p>2633. André: <i>Coloca que gente é contra a Cipermetrina e a favor dos óleos essenciais.</i></p> <p>2634. Eliane: <i>Não seria o Malathion? Ou a Cipermetrina?</i></p> <p>2635. André: <i>Malathion, eu acho.</i></p> <p>2636. Wagner: <i>Agora a gente tem que falar da solubilidade, da persistência, temos que falar disso. Qual você tinha ido contra aquela hora?</i></p> <p>2637. Eliane: <i>Contra? Eu não tinha ido não.</i></p> |
|--|

2638. André: *Foi sim, contra o Malathion.*
2639. Eliane: *Tá! Agora prossiga, salta um espaço aí, e fala que somos a favor dos óleos essenciais.*
2640. Wagner: *Mas temos que terminar esse aqui, para conseguir passar para o outro. Nossa está difícil de escrever isso hoje! Cada um é uma coisa.*
2641. Eliane: *Qual que a gente escolheu? O Diclorvos?*
2642. Wagner: *O Diclorvos, mas o Malathion contamina mais.*
2643. Eliane: *Aqui, o Diclorvos que contamina mais na água. Na água aqui já é o Diclorvos. No ar já é o Malathion. Cada um contamina mais num lugar.*
- ((a pesquisadora 1 se aproxima do grupo)).
2644. Pesquisadora 1: *Então, isso é muito importante para vocês argumentarem.*
2645. Eliane: *Você ouviu o que a gente estava falando?*
2646. Pesquisadora 1: *Peguei no ar... Mas é isso aí mesmo que vocês vão escrever no texto.*
- ((os estudantes ficam sozinhos novamente)).
2647. Wagner: *Muito pouco solúvel, volatilidade baixa...*
2648. Eliane: *É isso aí, agora deixa eu ver aqui...*
2649. Wagner: *Difícil é que o Malathion contamina menos...*
2650. Eliane: *Ah, ele contamina pouco, né? Vamos ver a solubilidade dele? É baixa. A volatilidade é baixa, sua massa molar é alta.*
2651. Wagner: *Acho que não precisa colocar a massa.*
2652. Eliane: *Coloca sim. Sua persistência é baixa em comparação com a Cipermetrina.*
2653. Wagner: *Difícil decidir.*
2654. Eliane: *Sua persistência é baixa e somos a favor do Malathion.*
2655. Wagner: *Malathion?*
2656. Eliane: *A volatilidade dele é baixa e persistência baixa.*
2657. Wagner: *E tem a contaminação.*
2658. Eliane: *Temos que falar da contaminação dele ((se refere ao Malathion)) no ar e na água. Do Diclorvos é alta na água, agora do Malathion, na água e no ar...*
2659. Wagner: *Tem que falar o que contamina mais ou menos?*
2660. Eliane: *Mas a gente escolheu aquele que contamina menos.*

2661. Wagner: *A gente pode colocar aqui embaixo. Agora temos que falar da degradação.*
2662. Eliane: *Pode colocar aí embaixo que a degradação do Malathion no ar e na água é rápida. O Diclorvos degrada rapidamente na presença de luz do sol, pela ação de bactérias...*
2663. Wagner: *Agora é o posicionamento.*
2664. Eliane: *Como assim?*
2665. Wagner: *Eu não sei, isso é muito difícil.*
2666. Eliane: *Agora vamos pegar outra coisa para a gente colocar aí. Massa não está pedindo aí não, né?*
2667. Wagner: *Não.*
2668. Eliane: *Agora vamos colocar a comparação. Temos que colocar os modelos e analogias que fizemos para ajudar a explicar.*
2669. Wagner: *O modelo do Malathion?*
2670. Eliane: *É do Malathion também, coloca os desenhos que a gente fez. E do Diclorvos também.*
2671. Wagner: *Ele ((se refere ao Diclorvos)) contamina mais em contato com a água.*
2672. Eliane: *É preciso pequenas quantidades de Diclorvos para se contaminar grandes quantidades de água.*
2673. Wagner: *Agora é o outro, qual que é o Malathion?*
2674. Eliane: *É. Coloca aí o Malathion, no ar e na água.*
2675. Wagner: *Precisamos utilizar uma grande quantidade para conseguir contaminar a água.*
2676. Eliane: *Agora vou olhar no ar ((volta a consultar os dados do quadro 5)). Coloque isso aqui. No ar é isso aqui, olha ((se refere a persistência dos agroquímicos)). Explicamos eles na água, agora temos que falar no ar. Coloca aqui embaixo. Agora não sei explicar mais do Diclorvos.*
2677. Wagner: *Eu também não.*
2678. Eliane: *Coloca que ele tem pouca persistência e pode ter contato no local.*
2679. Wagner: *E se degrada rapidamente.*
2680. Eliane: *Coloca que ele degrada rápido na presença de luz. Agora coloca o Malathion.*
2681. Professora: *Gente mais 10 minutos para vocês terminarem aí e socializarem.*

2682. Pesquisadora 1: *Posso ajudar vocês com alguma coisa?*

2683. Eliane: *Agora está fluindo.*

Ao iniciar a discussão, o grupo se posicionou a favor dos óleos essenciais e contra os agroquímicos, em especial a Cipermetrina (turnos de fala 2633 e 2639). Notamos que devido à dificuldade dos estudantes de sustentar sua decisão quanto ao uso dos óleos essenciais em dados e evidências, a partir do turno de fala 2641, eles abandonaram este posicionamento e começaram a avaliar os pontos positivos e negativos dos agroquímicos Malathion e Diclorvos.

Dos turnos de fala 2641 ao 2680 o grupo comparou os comportamentos desses agroquímicos com relação: à solubilidade, explicando que devido ao fato do Malathion ser classificado como ‘muito pouco solúvel’, ele contaminaria menos do que o Diclorvos, classificado como ‘ligeiramente solúvel’ (turnos de fala 2647, 2649, 2650, 2658, 2671, 2672, 2675); à volatilidade mais baixa do Malathion se comparada a do Diclorvos (turnos de fala 2650, 2656), à persistência mais baixa do Malathion em comparação a da Cipermetrina (turnos de fala 2652, 2654) e; à rápida degradação do Diclorvos e seu intervalo de segurança em relação ao Malathion (turnos de fala 2678 ao 2680). Esse processo de avaliação levou os estudantes a concluírem que o Malathion apresentava mais pontos positivos em relação ao Diclorvos e à Cipermetrina.

Para auxiliar na comparação das solubilidades desses agroquímicos, os estudantes atentaram para a recomendação da pesquisadora de usar os modelos e as analogias propostos anteriormente. Com base no modelo da figura 8 (atividade 5), Wagner e Eliane afirmaram que seria necessária uma quantidade pequena de Diclorvos para contaminar uma proporção grande de água. Em contrapartida, eles explicitaram que precisariam de uma maior quantidade do Malathion para contaminar a água conforme modelo da figura 7 (atividade 5). Assim, eles consideraram positivo este outro ponto para defender o uso do Malathion em relação ao Diclorvos e sustentaram seu argumento no modelo explicativo proposto por eles na atividade 5, a partir do qual o grupo foi capaz de interpretar e relacionar os dados do quadro 4 (atividade 5) sobre a quantidade de agroquímico permitida em água potável com a solubilidade dos agroquímicos.

Apesar da maioria das evidências trazidas pelos estudantes sustentarem seu posicionamento a favor do Malathion, em alguns momentos (como nos turnos de fala 2657 ao 2662; 2676 ao 2680) notamos certa dificuldade do grupo de prosseguir na defesa do uso desse agroquímico. Nesses momentos, eles não encontraram evidências para

sustentar a afirmação de que o Malathion contaminaria menos o ar e a água do que o Diclorvos, uma vez que ao analisarem o quadro 5 perceberam que persistência do Malathion poderia chegar a 18 dias, enquanto a do Diclorvos apenas 7. Os estudantes chegaram a um impasse, alegando não conseguir explicar mais.

Durante a discussão dos estudantes neste episódio de ensino, notamos a colaboração de todos na construção de um posicionamento sustentado, que expressa uma tomada de decisão com relação ao uso dos agroquímicos. A relevância desse processo de argumentação coletiva é destacada por autores como Teixeira et al (2010) e Jiménez Aleixandre e Pereiro-Muñoz (2005) que entendem que o argumento dialógico é construído em discussões que, como essa, envolvem um esforço colaborativo entre dois ou mais participantes, na tomada de decisão sobre uma questão sociocientífica.

Na vigésima terceira aula, a professora solicitou que um representante de cada grupo lesse o parecer elaborado em voz alta para toda a turma, começando pelo grupo 1. De início, os estudantes não queriam ler, se mostrando tímidos. Depois de muita insistência da parte da professora, André iniciou a leitura sem muita disposição. Quando questionado por ela sobre a analogia mencionada no parecer (vide figura 12) o representante não soube responder.

Combate do mosquito *Aedes Aegypti* (Pesticidas)
 Somos contra o uso de alguns tipos de pesti-
 cidas, como por exemplo o DDT, por sua solu-
 bilidade ser alta, volatilidade alta e sua persistência
 é baixa e somos a favor do malathion, contendo
 uma volatilidade baixa, solubilidade baixa e baixa persi-
 stência.
 Pelando em consideração também o tempo de degradação:
 O malathion degrada-se rapidamente tanto na
 água, quanto no ar, já o DDT se degrada-se rapi-
 damente na presença de luz e no solo pela ação
 de bactérias.
 Análogia na água = é necessário uma pequena
 quantidade de DDT para contaminar uma grande
 quantidade de água em relação ao malathion, que
 precisamos usar uma quantidade maior para contami-
 nar a água.
 Análogia no ar = DDT tem pouca persistência
 e se degrada-se rapidamente na presença de luz.
 malathion - sua persistência é maior em relação
 ao DDT, sua degradação ocorrerá com mesmo
 tempo tanto em água quanto no ar usando necessa-
 riamente um maior intervalo de segurança.

Figura 12: Parecer do grupo 1

Ao analisarmos o parecer (figura 12), notamos que o grupo, ao contrário do que ocorreu durante as discussões, apresentou consideráveis limitações em sua produção escrita. Isso porque, além de não seguir as orientações de redação apresentadas na atividade 9 (anexo 1), os estudantes não conseguiram elaborar um texto científico de natureza argumentativa. Suas ideias foram apresentadas em tópicos relacionados aos dados que foram discutidos ao longo da SD, sem demonstrar como esses dados sustentavam seu posicionamento.

Outro fato importante a ser destacado é a ausência do uso de informações fornecidas pelos especialistas nas três entrevistas para sustentar ou criticar a decisão tomada pelos estudantes sobre o Malathion. Os três especialistas opinaram sobre os agroquímicos e óleo essencial, ressaltando aspectos, como: a importância de se analisar a toxicidade dos agroquímicos para o uso doméstico; a contaminação que eles podem causar no meio ambiente e nos seres humanos; os efeitos do Malathion no inseto e os possíveis efeitos similares nos seres humanos, especialmente no sistema nervoso; estudos

que investigam efeitos cancerígenos do Malathion; os métodos de prevenção da proliferação do mosquito vetor de doenças; a importância de se utilizar os repelentes; a regularidade de tempo com que estes devem ser aplicados para garantir seu efeito nos seres humanos; os óleos essenciais como alternativas aos repelentes convencionais; como estes devem ser armazenados para manter suas propriedades; dentre outros.

Como afirmado, notamos que o grupo não levou em consideração nenhuma dessas informações trazida pelos três especialistas, talvez pelo fato de terem escolhido o agroquímico que foi apontado por um desses especialistas como o mais prejudicial à saúde humana, ou pelo simples fato de acreditarem que os diferentes dados presentes nas atividades nas quais eles se envolveram por um tempo considerável seriam mais relevantes para justificar sua escolha do que o ponto de vista dos especialistas.

Alguns autores como Oliveira e Carvalho (2005), De Moraes e Motokane (2009) e Yamada e Motokane (2013) discutem a importância da produção textual como um processo de ampliação do conhecimento dos estudantes na alfabetização científica, mas ponderam que escrever demanda um esforço cognitivo que vai além do entendimento dos conceitos e dos termos científicos. Nossos dados realçam uma menor desenvoltura dos estudantes na estruturação de suas ideias durante a redação do parecer, quando comparada a sua desenvoltura nas últimas discussões.

Isso chama a nossa atenção para a importância de se inserir mais atividades que visem à produção textual e para a necessidade de se desenvolver mecanismos de auxílio aos estudantes para que consigam organizar suas ideias e apresentá-las na forma de um texto científico, dada a relevância dessa habilidade para processo de alfabetização científica (YAMADA; MOTOKANE, 2013).

Frente às diferentes estratégias de resistência do grupo 1 com relação à leitura e ao esclarecimento das ideias expressas no parecer, a professora resolveu dar prosseguimento à leitura dos pareceres dos demais grupos. Ao final desse processo, ela informou aos estudantes da turma que eles deveriam reformular a redação dos pareceres, uma vez que, na maioria dos textos, ao contrário do que haviam feito durante as discussões, eles apenas se posicionaram sem defender suas ideias.

A professora mais uma vez reforçou a importância de os estudantes justificarem suas escolhas a partir dos dados que foram analisados, dos modelos e das analogias produzidos durante a sequência didática e de outros aspectos sociais e ambientais que poderiam auxiliar nessa justificativa do posicionamento do grupo. Em seguida, a

pesquisadora 1 informou aos estudantes que os pareceres reformulados seriam novamente apresentados durante as entrevistas posteriores com cada um dos grupos.

4.1 Entrevista

Antes de agendar as entrevistas, a pesquisadora explicou aos estudantes que ela seria realizada com todos os grupos, mas que a participação na mesma seria destinada àqueles integrantes que tivessem disponibilidade e interesse. Foram realizadas três entrevistas, pois todos os integrantes de um dos grupos não manifestaram interesse em participar. Elas duraram cerca de 30 minutos e foram guiadas por um roteiro com um total dezesseis questões (vide anexo 7).

O grupo em análise realizou a entrevista em um dia posterior ao convite e contou com a participação de todos os seus quatro integrantes. O quadro 41 contém a transcrição das interações estabelecidas entre os estudantes e a pesquisadora durante a discussão das duas primeiras questões do roteiro.

Quadro 41. Trecho 1 – Discussão das Questões 1 e 2 do roteiro de entrevistas

1. Pesquisadora 1: *Minha primeira pergunta para vocês é: qual foi o parecer do grupo de vocês diante da questão colocada pela professora, sobre decidir quanto ao uso ou não dos pesticidas com base na avaliação de sua eficiência e de seus efeitos tóxicos?*
 2. André: *Eu não entendi a pergunta não.*
 3. Pesquisadora 1: *Qual foi o parecer? Vocês não tinham que decidir sobre o uso ou não dos pesticidas, o grupo de vocês se posicionaram de que forma?*
- ((os estudantes discutem sobre quem vai ler as respostas)).
4. Mariana: *Somos contra o uso de alguns tipos de pesticidas, como por exemplo, o Diclorvos por sua solubilidade e volatilidade serem altas.*
 5. Eliane: *Não é para ler tudo não.*
 6. Pesquisadora 1: *Pode ler o que vocês escreveram.*
 7. Mariana: *Somos a favor do Malathion pois ele contém uma volatilidade baixa, solubilidade baixa e baixa persistência. Levando em consideração também o tempo de degradação, o Malathion degrada-se rapidamente na água quanto no ar. Já o Diclorvos degrada-se rapidamente na presença de luz e no sol pela ação das bactérias.*
 8. Pesquisadora 1: *Então vocês são a favor dos pesticidas?*
 9. Wagner: *Não de todos.*

10. Mariana: *Dos menos prejudiciais para os seres humanos.*
11. Pesquisadora 1: *No caso desses três pesticidas apresentados vocês se posicionaram a favor do Malathion, não foi? Então, quais foram as principais ideias, evidências que vocês consideraram para tomar essa decisão?*
12. Eliane: *Estou com vergonha.*
13. Pesquisadora 1: *Não precisa ficar não. A gente tá aqui conversando. Não tem mais ninguém ouvindo só o grupo. Então, pode me falar eu quero entender porque vocês escolheram o Malathion.*
14. Eliane: *Então, porque a gente tentou olhar qual era menos prejudicial para a natureza e para a gente.*
15. Pesquisadora 1: *Mas a partir do quê vocês tomaram essa decisão?*
16. Eliane: *Da composição, das persistências, sei lá...*
17. Mariana: *Através dos testes que a gente fez para saber, sobre a massa molar, solubilidade e os outros.*
18. Pesquisadora 1: *Através dessas atividades que a gente fez é que vocês chegaram nisso, né? E como vocês avaliam essa decisão, foi algo fácil ou difícil de ser tomado e por quê?*
19. Eliane: *Acho difícil, porque na água ele tem uma reação e no ar ele já tem outro tipo de reação. Aí é meio confuso a gente decidir se ele polui muito ou se ele polui pouco o meio ambiente.*
20. Pesquisadora 1: *E teve um consenso de todo mundo para o parecer final? Todo mundo concordou que o pesticida a ser usado era o Malathion?*
21. Eliane: *Não, eu não concordo, não.*
22. André: *Foi ela que falou isso!*
23. Wagner: *Ela concordou, a gente fez e todo mundo concordou e agora já mudou.*
24. Pesquisadora 1: *Por que você não concorda, Eliane?*
25. Eliane: *Porque antes eu queria colocar outro pesticida só que eles quiseram colocar isso. Aí, eu só aceitei.*
26. Wagner: *Você queria colocar o Diclorvos.*
27. Eliane: *Não, eu queria colocar aquele óleo lá, vocês falaram que ele não era pesticida.*
28. André: *Mas não é não.*
29. Mariana: *Era para escolher entre os três pesticidas.*

30. Pesquisadora 1: *Mas olha, era para decidir quanto ao uso ou não do pesticida. Você poderia não querer usar nenhum. Então olha, se te deu a opção de usar ou não, vocês não precisariam escolher um para colocar, entendeu? O parecer era para decidir se vocês são a favor ou não. Mas e agora, afinal de contas o que vocês resolvem?*
31. Wagner: *Eu continuo com o ponto de vista de que sou a favor, mas não de todos os pesticidas.*
32. Mariana: *Dos menos prejudiciais.*

A pesquisadora iniciou a entrevista questionando os estudantes quanto ao parecer do grupo e sobre a questão problema. Mariana afirmou que seu grupo era a favor do agroquímico Malathion e, em complemento, Wagner ponderou que eles não eram a favor de todos eles, mas apenas dos menos prejudiciais para os seres humanos (turnos de fala 7 ao 10).

O grupo também retomou dados que sustentaram a sua escolha inicial e que estavam presentes no parecer escrito, por exemplo: a composição e a persistência (turno de fala 16); a massa molar e a volatilidade (turno de fala 17).

No entanto, ao serem questionados se todos estavam de acordo com a decisão pelo Malathion, Eliane se posicionou contra e Mariana esclareceu que tal decisão havia sido tomada, devido ao entendimento de que eles deveriam optar por um dos três agroquímicos (turno de fala 21 ao 29).

Dando prosseguimento à entrevista, a pesquisadora questionou o grupo com relação sobre a suficiência das informações ao longo das atividades para embasar essa decisão e sobre pontos positivos e negativos dos pareceres dos outros grupos (vide quadro 42).

Quadro 42. Trecho 2 – Discussão das Questões 3, 4, 5 e 6 do roteiro de entrevistas

33. Pesquisadora 1: *Então, as informações apresentadas nas atividades sobre a solubilidade, volatilidade, degradação dos pesticidas e do óleo essencial foram suficientes para vocês tomarem essa decisão?*
34. Eliane: *Foram sim, porque foi através delas que a gente chegou a essa conclusão.*
(pesquisadora 1 entrega as folhas de atividades para o grupo).
35. André: *Uai, eu não sou a favor.*
36. Pesquisadora 1: *Então, por que você não é a favor? Vamos lá!*

37. André: *Não, isso aí é sacanagem. Pode não.*
38. Pesquisadora 1: *Eu perguntei se havia um consenso, então não teve um consenso do grupo. Então me fala, porque você é contra o uso de pesticidas no combate ao mosquito.*
39. André: *É porque tipo, até a fórmula molecular vai prejudicar, mesmo utilizando pouco, eles são prejudiciais ao meio ambiente.*
40. Pesquisadora 1: *Você está me falando que independente da composição do pesticida ele é prejudicial?*
41. André: *Isso! Independente se vai usar uma quantidade maior ou menor, eu sou contra o uso deles e a favor dos óleos essenciais.*
42. Pesquisadora 1: *Entendi, e vocês consideram que tenha faltado alguma outra informação para fazer o parecer? Algum outro tipo de informação que eu poderia ter trazido nas atividades?*
43. Eliane: *Não, essas foram suficientes para tomar a decisão.*
44. Pesquisadora 1: *E quanto ao parecer dos outros grupos no caso na semana passada, só vocês foram a favor do Malathion e todos os outros eram a favor dos óleos essenciais. Teve alguma coisa que eles falaram lá que seria positivo ou negativo?*
45. Wagner: *Teve sim, de positivo dos óleos seria o fato de não precisar deixar o local quando aplicado, por exemplo.*
46. André: *De negativo seria o tempo que só dura vinte e quatro horas.*
47. Wagner: *Eu também acho que existe alguns tipos de pragas que o óleo essencial não vai ser capaz de combater, porque na verdade ele atinge apenas a larva desse mosquito, né?*

No turno de fala 35, André se posicionou contra a decisão tomada pelo grupo e a favor dos óleos essenciais, justificando seu posicionamento com base na capacidade de contaminação do meio ambiente pelos agroquímicos mesmo em pequenas quantidades (turnos de fala 35, 39 e 41).

A partir da análise dos quadros 41 e 42 é possível notar que dois fatores foram determinantes na tomada de decisão pelo grupo: a interpretação de que eles deveriam optar por um dos agroquímicos e a prevalência do ponto de vista de alguns integrantes sobre o de outros (argumento de autoridade). A compreensão desses dois aspectos parece ter sido determinante para a expressão da decisão de André, contrária à do grupo.

Isso é coerente com o entendimento de Pedretti (2003) sobre a tomada de decisão como parte de um processo intrinsecamente complexo, carregado de possibilidades e pontos de vista diferentes, e que se manifestam para resolução de um problema, o que de fato parece ter ocorrido nas discussões do grupo como evidenciam os indícios apresentados nos turnos de fala 20 ao 23, 27 ao 29 (quadro 41) e turno 35 ao 41 (quadro 42).

Como um ponto positivo do uso dos óleos essenciais eles identificaram não ser necessário sair do local e, como pontos negativos, apontaram a duração da ação do mesmo e o fato de não controlar outras “pragas” (turnos de fala 42 ao 47). Neste momento, percebemos que o grupo foi capaz de avaliar o ponto de vista defendido pelos integrantes dos outros grupos com base nas informações sobre a persistência e intervalo de segurança fornecidas na atividade o que nos dá novas evidências do desenvolvimento do raciocínio argumentativo dos estudantes (JIMÉNEZ ALEIXANDRE; AGRASO, 2006).

Na sequência da entrevista, os estudantes foram questionados sobre o papel dos modelos e analogias propostos na tomada de decisão e sobre como eles avaliaram o processo que vivenciaram durante as aulas (vide quadro 43).

Quadro 43. Trecho 3 – Discussão das Questões 7 e 8 do roteiro de entrevistas

48. Pesquisadora 1: *Nas atividades quatro, cinco, seis e sete foi apresentado algumas características dos pesticidas e do óleo essencial, pedindo para vocês fazerem analogias e modelos. Vocês acham que essas atividades auxiliaram na decisão final?*

49. Mariana: *Eu acho que sim, porque sem essas atividades a gente não ia ter a curiosidade de olhar, de fazer a analogia e comparar, saber como é o comportamento deles.*

50. Eliane: *Sim, porque foi através delas que tivemos os dados de cada tipo dos pesticidas e do óleo essencial.*

51. Pesquisadora 1: *Vocês podem citar um modelo ou uma analogia que mais influenciou no processo? Que vocês mais se identificaram, depois de todas as atividades que foram feitas.*

52. Wagner: *Teve a do bom ar e da água com óleo e água com areia, essas foram as mais marcantes.*

53. Mariana: *Para mim a da água com areia e água com sal.*

54. Pesquisadora 1: *E qual dessas vocês acham que podem ter influenciado mais no processo de decisão? Ou vocês acham que todas auxiliaram?*

55. André: *Para mim a do bom ar foi a que mais auxiliou.*
56. Pesquisadora 1: *E qual era a semelhança entre o bom ar e o pesticida no ar?*
57. Wagner: *A gente tinha lá que os dois iriam se dispersar no ar ((o estudante gesticula para explicar a dispersão)), que as moléculas de pesticidas entrariam em contato com as de ar.*
58. Pesquisadora 1: *E qual seria a diferença, a limitação que a gente teria nessa analogia?*
59. Wagner: *Que a composição do bom ar seria diferente do pesticida.*
60. André: *A volatilidade, massa molar e a persistência vai ser diferente, um fica menos tempo que o outro.*
61. Eliane: *A toxicidade do pesticida.*
62. Pesquisadora 1: *E como vocês avaliam essas atividades sobre os pesticidas que vocês fizeram em sala de aula, foram atividades positivas ou negativas?*
63. Wagner: *Foram positivas, porque às vezes a gente usava em casa, mas não tinha conhecimento nenhum, usava sem consciência do risco que poderia causar à saúde. Só pegava e às vezes ia lá no inseto e jogava.*

Neste trecho da entrevista temos indícios da influência positiva da modelagem analógica na atribuição de significados pelos estudantes quando, a partir da analogia do odorizador de ar mencionada por André no turno de fala 55, os estudantes explicitaram seus entendimentos sobre o processo de dispersão como consequência da relação analógica possibilitada pela comparação e da limitação da mesma, referente às diferenças de comportamentos dos compostos resultante de suas diferentes composições (turnos de fala 55 ao 61). Isso realça a importância da elaboração e crítica das analogias proporcionadas pelas etapas de criação e avaliação da modelagem analógica no entendimento conceitual dos estudantes (SILVA; MOZZER, 2015; ANDRADE, 2018).

E para finalizar a pesquisadora questionou os estudantes sobre quão preparados se sentiam em relação ao tema discutido na SD e sobre sua opinião em relação à inserção das questões sociocientíficas na educação básica, conforme ilustra o quadro a seguir.

Quadro 44. Trecho 4 – Discussão da Questão 9 do roteiro de entrevistas.

64. Pesquisadora 1: *Hoje, na sociedade e na mídia, se fala muito sobre o assunto do mosquito *Aedes aegypti*. Depois das nossas discussões, vocês se sentissem mais preparados para opinar sobre o uso dos pesticidas no combate ao mosquito?*

65. Eliane: *Acho que sim, porque nas atividades tivemos muitos dados que a gente não sabia, deu para aprender sobre as prevenções... porque eu não sabia que existia esse óleo essencial, eu nunca nem tinha ouvido falar desse óleo e foi bom também, porque mostrou que ele é capaz de matar as larvas dos mosquitos. Então, eu acho que foi legal.*

66. Pesquisadora 1: *Vocês acham que suas aulas de química, da forma como elas acontecem regularmente, teria o mesmo impacto na discussão desse assunto? Sobre o tema pesticidas?*

67. Wagner: *Não, porque a gente ficou mais preparado para falar do assunto.*

68. Eliane: *Acho que não, porque do jeito que foi proposto a discussão deu para entender mais quando a gente trabalhou junto. Se desse só um texto a gente não ia entender totalmente igual a gente fez a analogia, aí deu para a gente entender mais sobre os pesticidas.*

69. Pesquisadora 1: *Então, você acha que a analogia e os modelos foram algo positivo no sentido de aprofundar mais o conhecimento?*

70. Eliane: *Sim, porque através deles a gente conseguiu explicar várias coisas.*

71. Wagner: *Foi a partir deles que a gente teve condição de pensar na reação que poderia está acontecendo, e discutir só com um texto ele poderia não estar bem detalhado, explicando igual a gente conseguiu entender a partir de todo esse trabalho.*

Ao serem questionados se se sentiam preparados, após a vivência da SD, para opinar sobre o tema, os estudantes responderam positivamente, ressaltando a importância dos dados fornecidos nas atividades, como aquele da eficiência dos óleos essenciais (representados pelo componente farnesol) no controle à larva do mosquito (turnos de fala 64 ao 67).

Podemos atribuir esse resultado também ao interesse dos estudantes de discutir o problema autêntico e real do uso de agroquímicos no seu cotidiano. Prins et al. (2008) definem uma prática autêntica “*como um grupo homogêneo de pessoas trabalhando em problemas do mundo real e questões sociais* (p. 1869)”. Neste trabalho, os estudantes citaram a importância do grupo e de como a troca de informações e discussões foram necessárias para que eles pudessem compreender, analisar e concluir sobre o comportamento dos agroquímicos (turnos de fala 66 ao 71).

Outro aspecto destacado foi o processo da modelagem analógica vivenciado por eles, uma vez que os estudantes apontaram que foi a partir da construção social de

modelos e analogias que eles conseguiram raciocinar sobre e explicar o comportamento dos agroquímicos. Isso realça o uso desses recursos como artefatos de pensamento que auxiliam os estudantes na elaboração de entendimentos sobre os conhecimentos científicos (ANDRADE, 2018; MOZZER; JUSTI, 2018).

Para finalizar a entrevista a pesquisadora questionou os estudantes sobre uma situação em que os mesmos deveriam opinar sobre os agroquímicos perante uma outra pessoa. O quadro 45 contém a transcrição dessa parte da entrevista.

Quadro 45. Trecho 5 – Fechamento da Discussão em relação ao parecer

128. Pesquisadora 1: *Se eu chamasse alguém para conversar com vocês e falasse assim: esse grupo vai falar com vocês qual é o melhor composto para usar, como vocês iriam fazer?*
129. André: *Se for para combater o mosquito, eu falaria para usar os óleos essenciais, porque tipo você não vai precisar sair do ambiente para utilizar ele.*
130. Mariana: *Ele não polui o meio ambiente, pode aplicar ele no local e ficar.*
131. Wagner: *Ele não é prejudicial à saúde.*
132. André: *Agora se fosse para ela usar na plantação de maçã, lá na lavoura dela, eu ia falar para usar o Malathion para combater as pragas.*
133. Wagner: *Por causa da volatilidade dele ser baixa, e usando pequenas quantidades não vou conseguir atingir grandes áreas.*
134. Mariana: *Mas falaria também que mesmo assim é prejudicial.*
135. Wagner: *Eu acho que ele polui menos em relação aos outros, mas polui.*
136. Pesquisadora 1: *Então está bem, tem mais alguma coisa que vocês querem falar?*
137. Wagner: *Não.*
138. Pesquisadora 1: *Acho que eu perguntei tudo o que gostaria de saber. Muito obrigada pela participação de vocês!*

Neste trecho, a pesquisadora apresentou uma nova ocasião para os estudantes se posicionarem. Naquele momento, eles distinguiram seus posicionamentos de acordo com dois tipos de situação: controle ao mosquito transmissor, situação em que indicariam o óleo essencial e; controle às pragas em uma plantação de maçã.

Ao se referirem ao Malathion como o composto mais apropriado para a segunda situação, os estudantes citaram novamente sua volatilidade e dispersão como propriedades que justificariam tal indicação. Neste caso, novamente, eles não levaram em

consideração os argumentos trazidos nas entrevistas dos especialistas nem as inconsistências encontradas na comparação com as propriedades do Diclorvos (vide turnos de fala 128 ao 135).

Lee (2007) em uma pesquisa sobre tomada de decisão sobre o tabagismo, aponta a necessidade dos estudantes criticarem evidências a fim de colocar seus pontos de vista em perspectiva, ponderando-os e desenvolvendo uma opinião consciente em relação a outros valores que possam não ter sido levados em consideração em uma primeira análise. No nosso trabalho, embora os estudantes tenham vivenciado um momento de apreciação dos pareceres emitidos por seus pares, que permitiu-lhes analisar criticamente soluções alternativas aos agroquímicos, supomos que a ausência de outros momentos de crítica de evidências ao longo da SD foi responsável pelas incongruências associadas à escolha do Malathion, e pelo fato deles assumirem condutas diferentes nas situações de controle ao mosquito e às pragas de uma lavoura.

5. RESPOSTA ÀS QUESTÕES DE PESQUISA

Visando responder as duas questões de pesquisa que nos propusemos investigar, elaboramos o quadro 46 com os objetivos de aprendizagem referentes às dimensões conceitual, procedimental e atitudinal que foram alcançados pelos estudantes no desenvolvimento das atividades da SD, de acordo com nossa análise.

Quadro 46. Objetivos alcançados

Atividade / Encontro	Principais conteúdos	Dimensão Conceitual	Dimensão Procedimental	Dimensão Atitudinal
Atividade 1	Equilíbrio Químico e analogia	Compreendem o dinamismo do equilíbrio químico a partir da relação de similaridade com o atleta em movimento da esteira.	Identificam as relações de similaridade entre o análogo e o alvo fornecidos na atividade.	-
Atividade 2 e 3	Dedetização e pesticidas; uso e consequências dos agroquímicos; uso do DDT durante a Segunda Guerra Mundial; casos de dengue, zika e febre chikungunya; controle do mosquito transmissor de doenças	Compreendem o significado do termo dedetização e seu uso.	Opinam sobre as consequências do uso do agroquímico.	Reconhecem alguns dos malefícios do uso de um agroquímico para a vida humana.

Atividade 4	Pulverização aérea de agroquímicos; dispersão, volatilidade e massa molar dos agroquímicos	Compreendem a pulverização aérea.	Elaboram e expressam modelos concretos para a dispersão do agroquímico no ar.	-
		Compreendem a existência de diferentes gases presentes na atmosfera.	Reconhecem limitações no modelo proposto referentes à representação de ligações entre o agroquímico e o ar e à pequena quantidade de bolinhas de isopor de partículas usada para representá-los. Justificam a adequação do código de representação (palito) referente à ligação entre as partículas.	-
		Compreendem a interação química existente entre as partículas dos agroquímicos com as partículas do ar.	Propõem reformulações nos modelos para abranger as novas evidências (diferentes gases presentes na atmosfera; interações entre as partículas). Justificam a alteração do modelo pelo acréscimo das bolinhas de isopor. Justificam a retirada dos palitos referentes as ligações pela ideia de interações à distância.	-
		Compreendem a relação entre a massa molar e a volatilidade dos compostos.	Expressam possibilidade de análogos (perfume e odorizador) e selecionam um deles mediante justificativa. Elaboram e expressam uma analogia com três relações de similaridade.	-
		Compreendem a velocidade de dispersão das partículas com suas massas molares.	Propõem reformulação na analogia do odorizador de ar para abranger novas evidências (volatilidade e massa molar).	Cooperam para o entendimento coletivo das proposições.

			Expressam o análogo reformulado e formulam explicações para auxiliar no entendimento dos pares. Reconhecem as limitações da analogia entre o odorizador de ar e os agroquímicos em termos das diferenças de toxicidade, velocidade de difusão e alcance dos componentes comparados.	
Atividade 5	Solubilidade em água; poluição e contaminação do ambiente pelos agroquímicos; parâmetro da quantidade dos agroquímicos em água potável permitida por lei.	Compreendem os cálculos e classificam as substâncias quanto ao nível de solubilidade.	Elaboram e expressam modelos concretos para a solubilidade dos três agroquímicos em água.	-
		Compreendem a diferença qualitativa entre as solubilidades dos solutos (agroquímicos) em água, a partir da análise dos cálculos.	Elaboram um modelo e o expressam por desenho para o sistema Cipermetrina e água. Formulam explicações para auxiliar o entendimento das representações pelos pares.	Cooperam para o entendimento coletivo das proposições.
		Compreendem a diferença entre a proporção representada nos modelos propostos e aquelas associadas ao fenômeno.	Elaboram um modelo e o expressam por desenho para o sistema Malathion e água.	
		Compreendem a baixa interação entre soluto e solvente no modelo do Diclorvos e água a partir da classificação de sua solubilidade (ligeiramente solúvel).	Elaboram um modelo e o expressam por desenho para o sistema Diclorvos e água. Formulam explicações para auxiliar o entendimento das representações pelos pares. Justificam a adequação do código de representação referente à porção do	Cooperam para o entendimento coletivo das proposições.

			sistema agroquímico e água (desenho do copo).	
		Compreendem apenas propriedades físicas dos componentes dos sistemas (mas não caracterizam seu comportamento em termos de interações entre soluto/soluto e solvente/soluto).	Elaboram e expressam uma comparação de mera aparência entre os sistemas areia e água e Malathion e água.	
		Compreendem a noção de coeficiente de solubilidade.	Elaboram e expressam uma comparação de similaridade literal entre os sistemas sal e água e Diclorvos e água.	-
		Compreendem apenas propriedades físicas dos componentes dos sistemas (mas não caracterizam seu comportamento em termos da solubilidade em água a nível submicroscópico). Compreendem a diferença qualitativa entre as solubilidades dos solutos dos sistemas aquosos.	Elaboram e expressam uma comparação de mera aparência entre os sistemas óleo e água e Cipermetrina e água.	-
		Compreendem a solubilidade do agroquímico com a quantidade permitida por lei e identificam aquele que mais contamina e o que menos contamina a água.	Reconhecem as limitações de suas comparações quanto às diferenças de composição e toxicidade dos componentes dos sistemas comparados. Expressam e justificam a conclusão sobre o grau de contaminação dos agroquímicos em relação à água.	-

		Compreendem o uso do termo científico “solubilizar” no processo de dissolução.	Reformulam seus modelos, abrangendo as novas evidências (dados da quantidade de agroquímico em água permitida por lei). Expressam pontos de vista diferentes e selecionam um deles mediante justificativa em relação à contaminação do agroquímico expressa no modelo. Justificam o código de representação referente às bolinhas coloridas e brancas pela proporção de agroquímico e água no sistema.	-
		Compreendem a relação entre a quantidade de soluto que pode estar dissolvida em certa quantidade de água e a sua capacidade de contaminação do mesmo.	Avaliam as comparações anteriores em termos das relações de similaridades estabelecidas com base na solubilidade, densidade e aspectos físicos dos sistemas comparados e propõem reformulações.	-
Atividade 6	Óleos essenciais e suas ações; formas de controle ao mosquito <i>Aedes aegypti</i> .	Compreendem, a nível submicroscópico, o comportamento do óleo essencial em relação a fraca interação entre suas partículas. Identificam como semelhante a solubilidade e a interação de compostos apolares com a água (óleo essencial e óleo de cozinha).	Avaliam o modelo e a analogia do sistema óleo e água com base nas novas evidências (dados de degradação, solubilidade e massa molar do farnesol). Elaboram e expressam uma comparação de similaridade literal entre os sistemas óleo de cozinha e água e óleo essencial e água. Apontam soluções preventivas para o controle da transmissão de doenças causadas pelo mosquito <i>Aedes aegypti</i>	A partir de reflexão, atribuem valor negativo à doença com relação à sua sobrevivência. Discutem sobre as possibilidades de controle ao mosquito <i>Aedes aegypti</i> e os malefícios que o mosquito pode causar.

		Compreendem as diferenças de propriedades dos compostos como resultantes de suas composições químicas diferentes.	Reconhecem as limitações da comparação quanto às similaridades de aspectos físicos e em relação às diferenças de finalidades e composições dos componentes dos sistemas comparados.	-
		Compreendem a volatilidade do óleo essencial e o efeito desta na dispersão do óleo essencial no ar atmosférico.	Identificam abrangência das relações de similaridades da analogia do odorizador de ar para explicar o comportamento do óleo essencial ao ser aspergido no ar. Reconhecem limitações da analogia entre o odorizador de ar e o óleo essencial em relação às diferenças de função e volatilidade dos componentes dos sistemas comparados.	-
Atividade 7	Persistência dos agroquímicos e do óleo essencial; contaminação dos agroquímicos.	Interpretam e analisam os dados sobre degradação, persistência e intervalo de segurança.	Apontam a Cipermetrina como a substância de maior risco de contaminação para o meio ambiente e elaboram uma justificativa.	Reconhecem o malefício da Cipermetrina para o meio ambiente.
		Compreendem o significado dos termos degradação, persistência e intervalo de segurança.	Identificam as substâncias que oferecem maior e menor risco ao meio ambiente e justificam.	-
		Compreendem a degradação com a persistência dos agroquímicos e do óleo essencial.	Avaliam as analogias propostas do odorizador de ar e do sistema óleo de cozinha e água em termos da transformação química dos componentes.	-
		Compreendem a noção de transformação química dos agroquímicos e do óleo essencial.	Reconhecem a necessidade de reformular a analogia do odorizador de ar em termos da degradação e	-

			persistência dos componentes dos sistemas comparados.	
		Compreendem a degradação em relação ao novo alvo (óleo essencial).	Reconhecem as limitações de suas comparações em relação à degradação dos compostos no ar.	-
		Compreendem a capacidade de solubilidade como propriedade específica da matéria.	Reformulam o modelo do comportamento do óleo essencial no ar para abranger as novas evidências (dados de difusão e degradação do óleo essencial no ar).	-
		Compreendem a noção de densidade e solubilidade das substâncias.	Reformulam o modelo de dissolução do óleo essencial em água para abranger as novas evidências (dados da degradação).	-
Atividade 8	Ações e efeitos dos agroquímicos; outras alternativas para controlar a transmissão de doenças pelo mosquito; uso de repelentes e óleos essenciais.	_(6)	-	-
Atividade 9	Respeito às normas estabelecidas; responsabilidade com os dados e evidências	Relembrem as noções de solubilidade, volatilidade, degradação, persistência, intervalo de segurança discutidos nas	Identificam dados relevantes para a escrita do parecer.	-

⁶ Nesta atividade não associamos nenhuma aprendizagem às três dimensões, pois a professora apenas apresentou as entrevistas realizadas com os especialistas. Algumas perguntas feitas aos estudantes, tinham o intuito apenas de verificar se eles haviam escutado/lido as informações.

	utilizados para o posicionamento; autoridade em relação aos conhecimentos elaborados.	atividades, e analogias e modelos propostos.		
		Reconhecem a importância de dados e evidências relacionados às reações de degradação do agroquímico no ambiente, à toxicidade, ao tempo de resistência e ao intervalo de segurança para justificar sua escolha.	Comparam os agroquímicos (Diclorvos e Malathion) para justificar uma escolha. Refutam a possível escolha do agroquímico Diclorvos e elaboram justificativa para a escolha do Malathion.	-
Entrevista	Discussões em torno da decisão expressa no parecer	Compreendem as noções de volatilidade, solubilidade, persistência, degradação dos agroquímicos.	Justificam a escolha do agroquímico Malathion, expressam no parecer a partir de dados de volatilidade, solubilidade, persistência e degradação obtidos nas atividades. Expressam pontos de vista diferentes em relação à decisão do parecer (quanto à escolha do Malathion ou óleo essencial) e selecionam um deles (Malathion). Elaboram justificativa para tal escolha. Apontam o uso dos agroquímicos como prejudicial ao meio ambiente.	Reconhecem e refletem sobre os danos que a má utilização dos agroquímicos pode causar ao meio ambiente e à saúde humana.
		Interpretam e compreendem as propriedades físico-químicas do óleo essencial.	Reconhecem aspectos positivos e negativos em relação ao parecer dos demais grupos. Avaliam o ponto de vista defendido pelos demais grupos (quanto à escolha dos óleos essenciais), com base na	Refletem sobre os efeitos dos agroquímicos no meio ambiente e nos seres humanos.

			persistência e intervalo de segurança, dados fornecidos na atividade.	
		Compreendem a função dos modelos e analogias como ferramentas de pensamento.	Explicitam a compreensão sobre o comportamento das substâncias por meio dos modelos e analogias propostos. Apontam o uso da modelagem analógica como ferramenta importante para a aprendizagem.	-

Em resposta à nossa primeira questão de pesquisa - “*como se desenvolveram as aprendizagens dos estudantes nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal ao longo da sequência didática que aborda uma QSC sobre o uso dos agroquímicos fundamentada na modelagem analógica?*” -, buscamos identificar e discutir, a partir dos objetivos alcançados pelos estudantes, a evolução de suas aprendizagens. Neste sentido, a discussão da dimensão procedimental foi atrelada à conceitual, visto que os processos de execução (procedimentos) associados à modelagem analógica e à argumentação, os quais permearam toda SD, repercutiram no desenvolvimento de suas aprendizagens conceituais.

A partir do quadro 46 percebemos uma notória expressividade das aprendizagens nessas dimensões, que pode ser justificada, essencialmente, pelas formas como a SD foi elaborada e conduzida, ou seja, ela foi estruturada para auxiliar os estudantes, por meio de informações de diferentes fontes e da mediação do professor, na tomada de decisão sobre o uso dos agroquímicos, a partir da elaboração, crítica e reformulação de modelos e analogias associados aos conceitos científicos trabalhados.

Evidenciam a evolução no entendimento dos estudantes em relação a conceitos e noções como: a composição do ar atmosférico por diferentes gases; a relação entre as massas molares e a velocidade de dispersão das partículas; as diferenças qualitativas na solubilidade dos solutos (agroquímicos) em água; as diferenças nas interações entre as partículas do soluto e do solvente; a transformação química dos compostos no ambiente, entre outros.

Como afirmado, identificamos uma interdependência entre as aprendizagens conceituais e procedimentais. Ao *elaborar e expressar modelos e analogias* por meio de diferentes modos de representação (principalmente, concreto, desenhos e verbal), os estudantes conseguiram expressar suas ideias iniciais, coerentes ou não com as científicas, e a partir da discussão e negociação destas ideias com o grupo e com a professora, esclarecê-las e justificar os códigos de representação adotados. Esses procedimentos possibilitaram avanços nos entendimentos dos estudantes.

Por exemplo, na atividade 5 eles apresentaram seu modelo referente ao sistema Diclorvos e água e justificaram a representação de um recipiente delimitador (desenho de um copo – vide figura 8) como um recurso de simplificação da representação de um fenômeno que ocorre em proporções maiores na natureza. Naquele momento, além de justificar a adequação da escolha dessa representação para a professora os estudantes auxiliaram seus colegas no entendimento das ideias expressas na representação proposta.

Nos momentos em que o grupo se deparava com novos dados e com a consequente necessidade de explicá-los a partir dos modelos e analogias propostos, os estudantes iniciavam a *fase de testes* dos mesmos. Isso possibilitou-lhes a análise de suas ideias e explicações, o que, na maioria das vezes, os conduzia à reformulação de seus modelos e analogias na tentativa de contemplar as novas evidências; e à construção de novas justificativas.

Para exemplificarmos, tomemos a atividade 5, quando o grupo foi solicitado a utilizar o modelo anterior, no qual representaram, por meio de desenhos, o sistema Cipermetrina e água e Diclorvos e água em termos da solubilidade relativa dos solutos (vide figura 6 e 8), para explicar o comportamento do agroquímico que mais e do que menos contaminava em água. A partir dos novos dados sobre a quantidade de agroquímico permitida por lei, eles perceberam a necessidade de reformular seus modelos, levando-os a expressar verbalmente sua representação da quantidade relativa dos agroquímicos, necessária para contaminar a água. Além disso, naquele momento, os estudantes expressaram pontos de vista diferentes e foram capazes de selecionar um deles ao avaliarem a adequação da justificativa para a representação do grau de contaminação dos agroquímicos frente a da representação de suas solubilidades.

A *avaliação dos modelos e analogias* propostos nas atividades também contribuiu significativamente para o desenvolvimento dos conhecimentos dos estudantes, pois, ao possibilitar que eles usassem esses modelos e analogias em novas situações, eles conseguiram identificar/propor novas relações de similaridade em suas, propor representações mais abrangentes e identificar suas limitações.

Na atividade 6, por exemplo, no momento em que o grupo foi solicitado a explicar o comportamento do farnesol em água utilizando a comparação de mera aparência elaborada anteriormente com o sistema óleo e água (vide quadro 23), eles a reformularam, de forma a expressar, por meio de uma comparação do tipo similaridade literal, uma relação de similaridade. A partir dessa comparação reformulada, eles evidenciaram a compreensão da relação entre a solubilidade de um soluto no solvente e a interação entre suas partículas por meio das justificativas fornecidas durante as interações discursivas.

Já na atividade 7, os estudantes avaliaram seu modelo proposto para explicar a dispersão dos compostos no ar e na água (vide figura 9). Naquela ocasião, eles conseguiram relacionar a difusão dos compostos no ar com a sua degradação neste meio (vide figura 10) e a dissolução dos mesmos na água com a sua degradação neste meio

(vide figura 11). Dessa forma, percebemos que os estudantes foram capazes de conjugar seus entendimentos de conceitos científicos em modelos mais abrangentes do que os precedentes.

Como parte da fase de avaliação, a identificação e expressão das limitações das comparações (aspectos que não são comparáveis entre o análogo e o alvo) pelos estudantes, em específico, nos possibilitou identificar ganhos de aprendizagem conceitual. Esses ganhos podem ser atribuídos ao fato da atividade promover novas oportunidades para que os estudantes estabelecessem interações discursivas diante dos questionamentos da professora e da pesquisadora sobre aqueles aspectos.

Na atividade 5 podemos identificar ganho conceitual em relação às limitações apresentadas pelos estudantes ao compararem os sistemas “óleo e água” e “Cipermetrina e água” (quadro 23) quanto à composição. Após discussões, ao compararem novamente os sistemas: “óleo e água” e “Cipermetrina e água” (quadro 29), os estudantes conseguiram compreender a relação entre a composição dos compostos e a sua toxicidade, o que demonstra evolução em sua aprendizagem conceitual.

Destacamos também uma evolução das aprendizagens procedimentais dos estudantes relacionadas à própria elaboração de comparações, uma vez que inicialmente eles elaboraram comparações de mera aparência e similaridades literais (comparações de menor grau de abstração e poder preditivo) e ao final da SD passaram a elaborar analogias. Isso foi influenciado pela e influenciou as aprendizagens conceituais como pôde ser evidenciado, por exemplo na atividade 5.

Nessa atividade, a princípio os estudantes propuseram uma comparação de mera aparência entre os sistemas óleo e água e Cipermetrina e água (vide quadro 23), a partir da qual contemplaram apenas seus entendimentos sobre os sistemas comparados em termos de suas propriedades físicas: sistemas bifásicos similares. Após a inserção de novos dados e as discussões estabelecidas entre os estudantes e as pesquisadoras, o grupo conseguiu evoluir seu entendimento sobre o comportamento do sistema, identificando as interações do soluto e solvente como uma relação de similaridade possível entre domínios comparados e transformando a comparação proposta em uma analogia (vide quadro 29).

Como discutido, a partir do quadro 46 observa-se indícios de evolução de aprendizagens atitudinais durante as atividades de forma menos expressiva que as demais. Apesar disso, a natureza de algumas das temáticas discutidas e/ou a mediação que a professora fazia delas, possibilitava a manifestação de valores, normas e atitudes.

Nas atividades 4 e 5, quando foram solicitados a elaborar modelos e analogias para explicar a volatilidade e solubilidade dos agroquímicos, a disponibilidade em cooperar e auxiliar seus pares, principalmente na compreensão das representações e de termos e ideias científicas, mostra-nos indícios dessas aprendizagens atitudinais promovidas pela vivência da SD.

Outros indícios dessas aprendizagens também são encontrados na atividade 6, quando o grupo foi solicitado a exemplificar métodos de controle ao mosquito *Aedes aegypti* diferentes do uso de agroquímicos e de óleos essenciais. Os estudantes reconheceram a doença (dengue) como algo prejudicial à sobrevivência humana (identificaram o malefício do mosquito aos seres humanos como transmissor de uma doença que pode levá-los à morte), apontando e discutindo soluções preventivas para controlar a transmissão de doenças pelo mosquito (como não deixar vasilhas, pneus e potes com água parada, retirar o lixo e manter as caixas d'água tampadas e limpas). Naquele momento os estudantes foram capazes de avaliar a situação pensando no bem-estar individual e coletivo.

A aprendizagem de valores, normas e atitudes é a mais complexa, conforme discute Conrado (2017). Para a autora, ela envolve em maior grau elementos de afetividade e interesse; influencia a compreensão e a reflexão sobre as dimensões conceituais e procedimentais, além de abranger uma rede de relações estabelecidas com o ambiente educativo. Nos episódios de ensino analisados neste trabalho, percebemos tal influência uma vez que os estudantes que demonstravam certo domínio de conteúdo conceitual se dispunham a interferir e auxiliar seus pares na elaboração de modelos e analogias e no entendimento conceitual o que repercutiu também na forma como os mesmos refletiram, analisaram e propuseram atitudes frente à situação-problema.

Em resposta à nossa segunda questão de pesquisa - *“em que medida os estudantes se apropriaram dessas aprendizagens na tomada de decisão sobre o uso de agroquímicos?”* – buscamos identificar através da análise do parecer (atividade 9) e da entrevista realizada com o grupo, aspectos que nos indicam apropriações referentes às aprendizagens conceitual, procedimental e atitudinal.

Em relação ao parecer que foi elaborado pelos estudantes, observamos que o mesmo foi sustentado apenas por aprendizagens conceituais e procedimentais, conforme quadro 46 (atividade 9). Notamos que, ao optar pelo agroquímico Malathion, o grupo se preocupou em apresentar comparações e modelos que ressaltassem propriedades físico-químicas desse composto consideradas mais adequadas/eficientes para o controle ao

mosquito transmissor em relação às mesmas propriedades do Diclorvos. Esses conhecimentos foram usados pelos estudantes para refutar a escolha do Diclorvos, que chegou a ser cogitada.

Como discutido anteriormente, a partir da análise das interações discursivas que se estabeleceram na elaboração e socialização do parecer na atividade 9, não identificamos aprendizagens na dimensão atitudinal. Naquele momento, isso parece ter sido influenciado pela interpretação inadequada do grupo em relação à questão-problema (entendimento de que teriam que optar por um dos agroquímicos) e/ou por não terem levado em consideração (ou considerado pouco relevantes) as informações que foram apresentadas pelos especialistas nas entrevistas, durante a atividade 8.

Já na entrevista, identificamos aprendizagens nas três dimensões. Em um primeiro momento os estudantes mantiveram sua escolha em relação ao Malathion, sustentados pelos seus entendimentos sobre solubilidade, volatilidade e degradação, mesmo percebendo certas inconsistências em relação a outro agroquímicos (como a degradação do Diclorvos em 7 dias, contra a do Malathion em 18).

No entanto, quando o grupo foi esclarecido sobre o fato de não haver necessidade em optar por um dos três agroquímicos e que os mesmos poderiam optar pelo óleo essencial, se o julgassem pertinente, eles passaram a elaborar argumentos sustentados em uma justificativa plausível sobre o comportamento deste como uma alternativa para controlar a transmissão de doenças pelo mosquito, o que possibilitou aos mesmos avaliar criticamente a sua escolha. Isso foi evidenciado, porque os estudantes foram capazes de apontar possíveis benefícios do óleo essencial (*“Ele não polui o meio ambiente, pode aplicar ele no local e ficar”*) e efeitos nocivos dos agroquímicos como a contaminação ao meio ambiente e a intoxicação aos seres humanos.

O fato deles terem sido solicitados a avaliar o parecer emitido pelos outros grupos na situação de entrevista, também parece ter auxiliado os estudantes a expressar suas ideias em relação ao óleo essencial (como o fato dele não poluir o meio ambiente, não ser prejudicial à saúde, ser de fácil aplicação e ter efeito por apenas 24 horas), a partir das quais eles evidenciaram reconhecer os benefícios e as limitações desses compostos.

Apesar desses dois momentos de avaliação, ao raciocinarem sobre um possível controle de insetos em uma lavoura de maçã, o grupo manteve sua opção pelo agroquímico Malathion. Isso nos leva a perceber que, embora diferentes aprendizagens conceituais e procedimentais pelos estudantes tenham sido indicadas durante a SD, elas não foram suficientes para um posicionamento crítico dos estudantes frente à QSC. De

acordo com Solbes e Torres (2012) o pensamento crítico é assumido como uma necessidade, para que os estudantes estruturarem seus argumentos para tomarem posições diante das situações sociais, desempenhando um papel ativo nas decisões culturais e científicas. Diante de nossos resultados, entendemos que tal processo tem mais chances de sucesso, quando as aprendizagens atitudinais são pensadas, fomentadas e promovidas no Ensino de Ciências em paralelo com as demais. Entendemos também que a construção de aprendizagens nas três dimensões discutidas nesta pesquisa é um processo lento e contínuo, não alcançado unicamente pelo desenvolvimento de uma SD, mas que precisa ser refletido e planejado ao longo da vida escolar se objetivarmos a formação de estudantes ativos preconizada por pesquisadores como Solbes e Torres (2012), Aikenhead (2005), Hodson (2011), Conrado e Nunes-Neto (2018).

6. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Este trabalho partiu do nosso interesse em investigar a aprendizagem dos estudantes da Educação Básica ao vivenciarem uma SD fundamentada no processo de modelagem analógica envolvendo um dilema de relevância social. Ao escolhermos a situação-problema sobre o uso dos agroquímicos como uma alternativa para controlar a transmissão de doenças pelo mosquito *Aedes aegypti* e centrarmos as discussões promovidas na SD no processo de elaboração, crítica e revisão de modelos e analogias tínhamos como objetivo promover, desenvolver e aprimorar as aprendizagens dos estudantes que contribuíssem para a sua formação cidadã.

Isso motivou-nos a buscar respostas para nossas duas questões de pesquisa: i) *como se desenvolveram as aprendizagens dos estudantes nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal ao longo da sequência didática que aborda uma QSC sobre o uso dos agroquímicos fundamentada na modelagem analógica?*; e (ii) *em que medida os estudantes se apropriaram dessas aprendizagens na tomada de decisão sobre o uso de agroquímicos?* Nesta seção, retomamos alguns aspectos que foram evidenciados e discutidos ao longo deste trabalho para tecer nossas conclusões, buscamos apresentar algumas possibilidades de modificações da SD, como uma implicação imediata de nossa análise e tecer algumas implicações futuras do nosso trabalho para a pesquisa e para o ensino de Ciências.

Em relação a nossa primeira questão de pesquisa observamos que ao longo da SD, os estudantes discutiram com seus pares e analisaram dados para fundamentar suas proposições, o que possibilitou-lhes uma avaliação crítica e a reformulação das mesmas ou a elaboração de novas proposições. Nesse processo, entendemos que as aprendizagens nas dimensões conceitual e procedimental foram privilegiadas e se tornaram efetivas e significativas. As atividades promoveram o desenvolvimento das capacidades dos estudantes de interpretar, discutir e concluir sobre os dados referentes à composição dos agroquímicos e dos óleos essenciais, sua volatilidade, solubilidade, persistência e intervalo de segurança.

Entendemos que a modelagem analógica forneceu ricas oportunidades para que os estudantes desenvolvessem suas aprendizagens nessas duas dimensões. Ao *elaborar e expressar* modelos e analogias, o grupo além de expor suas ideias iniciais, conseguiu avançar nos entendimentos conceituais propostos nas atividades, já que ao discutirem entre si, com a professora e as pesquisadoras, os estudantes eram estimulados a *testar*

seus modelos e analogias a partir de novos dados ou de críticas aos seus fundamentos e a reformulá-los para que esses modelos e analogias ampliassem seu poder de explicação e suas justificativas. Eles também se depararam com novas situações nas quais *avaliaram* seus modelos e analogias quanto a essa abrangência explicativa e as suas limitações, o que os auxiliou na compreensão de novas ideias que ainda não eram familiares a eles como a semelhança do processo de dispersão das partículas do agroquímico e do óleo essencial quando lançados no ar.

Assim, em consonância com o que outros pesquisadores como Mozzer e Justi (2015; 2018) e Oliva e Aragón (2009) evidenciaram em seus trabalhos, nossos resultados corroboram a conclusão de que os modelos e as analogias criados e modificados durante o processo de modelagem analógica foram as ferramentas de pensamento e de linguagem que possibilitaram o desenvolvimento de aprendizagens conceituais e procedimentais, como as identificadas neste trabalho. Isso pode ser justificado pela relação de mediação que os modelos estabelecem com a teoria científica e o mundo (entidades representadas) (MORRISON; MORGAN, 1999); pelo papel que as analogias podem assumir no processo de modelagem analógica como fontes de ideias para a criação e aprimoramento de modelos (NERSESSIAN, 2002; CLEMENT, 2008); e por modelos e analogias possibilitarem a comunicação de ideias (JUSTI, 2010).

Além da notória expressividade das aprendizagens nas dimensões conceituais e procedimentais evidenciada neste trabalho, os estudantes externaram também algumas aprendizagens atitudinais, embora de forma mais tímida que as demais. Dentre elas: a disponibilidade de auxiliar e cooperar com o grupo; a representação da doença dengue como um fator negativo à saúde humana; e o apontamento de soluções para prevenção da doença em decorrência da preocupação com o bem-estar social. Essas aprendizagens foram atribuídas muito mais à própria natureza do tema discutido e aos questionamentos realizados pela professora e as pesquisadoras durante as discussões estabelecidas no desenvolvimento da SD do que por ações direcionadas a essa finalidade constantes na proposta.

De acordo com Conrado (2017) para que ocorra uma aprendizagem atitudinal é importante e necessário que os estudantes conheçam, reflitam, analisem e avaliem as normas e os valores referentes à questão-problema, além de tomar uma posição avaliando sobre seu próprio posicionamento. Isso aponta para a importância de que a proposta de ensino proporcione momentos explícitos para que essas capacidades sejam desenvolvidas.

Em relação a nossa segunda questão de pesquisa, por meio da análise do parecer e da entrevista realizada com o grupo, identificamos na expressão e discussão do seu posicionamento, aspectos que remetem as suas apropriações em relação às aprendizagens nas três dimensões. Na análise do parecer escrito, evidenciamos aprendizagens nas dimensões conceitual e procedimental, por exemplo, a partir: da preocupação do grupo de comparar os agroquímicos Malathion e Diclorvos com base nos modelos e analogias propostos para explicar suas propriedades físico-químicas; e do uso dessas ferramentas de linguagem e pensamento para justificar a escolha de um agroquímico em relação a outro agroquímico. Apesar do grupo fornecer justificativas sobre sua escolha, notamos que não consideraram/fizeram uso de algumas informações que lhes possibilitariam uma avaliação mais crítica dos dados disponibilizados, muitas delas constantes nas entrevistas com os especialistas (como a da ação do Malathion sobre o inseto, no qual atua diretamente sobre o sistema nervoso, provocando convulsão devido ao bloqueio da mesma enzima presente no ser humano).

Já na análise da entrevista realizada com os integrantes do grupo, notamos apropriações de aprendizagens nas três dimensões. No início da entrevista, ao expressaram novamente seu posicionamento, os estudantes sustentaram sua escolha pelo agroquímico Malathion com dados de solubilidade, volatilidade, degradação e persistência, evidenciando assim aprendizagens nas dimensões conceitual e procedimental.

Além disso, o grupo avaliou o parecer de seus colegas que se posicionaram a favor do uso de óleos essenciais no controle ao vetor das doenças apontando, de forma plausível, aspectos positivos (o fato deles não poluírem o meio ambiente e não ser necessário se retirar do local onde são aplicados) e negativos (o tempo limitado de ação desses compostos) da decisão de seus pares e a avaliação dos efeitos dos agroquímicos ao meio ambiente e à saúde humana durante esse processo (aprendizagens na dimensão atitudinal).

Apesar disso, o grupo apresentou posicionamentos diferentes perante duas situações análogas: em uma delas defenderam o uso do óleo essencial para o controle ao mosquito *Aedes aegypti*; e na outra sugeriram o uso do agroquímico Malathion ao controle de insetos (“pragas”) em uma plantação de maçã. Esse duplo posicionamento do grupo, reafirma a baixa criticidade em relação a sua decisão tomada e nos alerta para a necessidade de auxiliar os estudantes a pensar sobre as evidências e refletir sobre seus valores, para que eles conseguissem elaborar argumentos mais críticos que expressem

decisões apropriadas, responsáveis e eficazes em questões de caráter social, econômico, ambiental, moral e ético (LEE, 2007; HODSON, 2011).

Assim, como uma implicação dos resultados de nossa pesquisa e das discussões dela decorrentes refletimos sobre alguns focos de reformulação da SD que precisam ser considerados, os quais são elencados a seguir.

O primeiro deles seria a substituição do termo “pesticida” por “agroquímico” pelo fato de adequar-se melhor à problemática proposta, visto que o termo anterior carrega uma carga valorativa negativa sobre os insetos.

Um segundo foco seria aprofundar as discussões das questões referidas como “sondagem” na atividade 2. De acordo com Conrado e Nunes-Neto (2018) esse tipo de questionamento são questões orientadoras, que deveriam ter um papel não apenas de sondagem, mas de mediação entre a questão-problema e os objetivos de aprendizagem.

O terceiro foco seria considerar o atual Projeto de Lei (PL) 6.299/2002, conhecido como “PL do veneno”, que flexibiliza as regras frente à fiscalização e aplicação de agrotóxicos. As modificações dizem respeito até a terminologia: do termo ‘agrotóxico’, usado apenas no Brasil, para o termo ‘pesticida’, utilizado em outros países. A problematização desta nova legislação na SD seria importante para uma discussão mais profunda sobre as consequências ambientais e sociais de sua implementação.

O quarto foco seria não rotular a comissão de estudantes como “técnico-científica” para que possa haver uma abrangência maior na discussão de diferentes pontos de vista que ultrapassam a dimensão científica.

Como quinto foco de mudança, percebe-se a atividade 5, sobre a solubilidade dos agroquímicos, como potencialmente interessante para se discutir a respeito da contaminação dos lençóis freáticos e seus impactos causados na vida humana e dos demais seres vivos. Além disso, pode-se explorar discussões sobre aspectos morais e éticos associados ao papel do agricultor que utiliza o agroquímico e aos motivos que o levam a tal utilização.

O sexto foco seria a promoção de discussões sobre políticas públicas de prevenção às doenças mencionadas na SD (Dengue, Zika e Chikungunya) e as consequências sociais e econômicas das epidemias geradas pelas ineficiências das medidas preventivas destas doenças.

O sétimo foco seria as discussões que poderiam ter sido fomentadas durante a atividade 7 em relação às dimensões ambientais e econômicas relacionadas ao

custo/benefício/prejuízos do uso dos agroquímicos em comparação com a alternativa dos óleos essenciais para o controle ao mosquito transmissor.

O oitavo foco diz respeito à disponibilização de outras fontes de informação além daquelas dos “porta-vozes” da ciência; ou seja, os pontos de vista de profissionais variados, como produtores rurais, vendedores das lojas de agroquímicos e consumidores dos chamados produtos orgânicos, por exemplo, também precisariam ser considerados se almejamos a problematização de aspectos éticos e morais, que poderiam proporcionar aprendizagens na dimensão atitudinal mais ampla do que aquelas que alcançamos. A intencionalidade na exploração desses aspectos precisa ser explicitada na proposta e sua importância reconhecida pelo professor para que ideias como as que foram manifestadas pelos estudantes pesquisados, que associaram os insetos a pragas que precisam ser eliminadas possam ser problematizadas a partir de reflexões éticas sobre as relações entre animais, natureza e seres humanos.

O nono foco seria centrar a proposta nas outras alternativas para o controle de transmissão das doenças pelo mosquito (como os óleos essenciais e o plantio de agroflorestas) como um maior estímulo aos estudantes para a implementação de novas ações e para a reflexão sobre a conduta de adoção de pesticidas e sua real necessidade.

O décimo foco, estreitamente relacionado ao anterior, estaria associado à necessidade de se explorar o ensino explícito de ética e filosofia moral na SD proposta.

Diante desses apontamentos entendemos que uma implicação possível e futura do nosso trabalho seria o desenvolvimento da SD reformulada em novos contextos de ensino de Química. Supomos que por meio dessas reformulações a dimensão atitudinal receberia a consideração intencional e necessária ao desenvolvimento das aprendizagens nesta dimensão, o que justificaria a avaliação dos efeitos das apropriações dessas aprendizagens sobre as tomadas de decisão dos estudantes, como uma implicação deste trabalho para a pesquisa na área.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. S. Collective Decision Making in the Social Context of Science. *Science Education*, v. 69, p. 453-475, 1985.

_____. Research into STS science education. *Educación Química*, v. 16, p. 384-397, 2005.

ALMEIDA, A. V. Os insetos brasileiros descritos pelo naturalista Georg Marcgrave. *Episteme*, v. 25, 2007.

ANDRADE, G. M. P. C. **O papel dos questionamentos da professora em um processo de ensino de química fundamentado na modelagem analógica**. 2018. 158 f. Dissertação (Mestrado) Departamento de Educação - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Ouro Preto - Instituto de Ciências Humanas e Sociais

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. Florianópolis, Brasil 2017.

ANDRADE, M. A. S. et al. Abordagem sobre Agrotóxicos em uma Sequência Didática Colaborativa baseada em Questões Sociocientíficas. *Indagatio Didactica*, v. 8, n. 1, p. 1083-1097, 2016a.

ANDRADE, M. A. S. et al. Agrotóxicos como questão sociocientífica na Educação CTSA. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 33, n. 1, p. 171-191, 2016b.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. 2002. 248 Tese de doutorado Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis.

AZEVEDO, R. O. M. et al. Questões sociocientíficas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v. 9, n. 18, p. 84-98, 2013.

BELEI, R. A. et al. O Uso de Entrevista, Observação e Vídeogravação em Pesquisa Qualitativa. *Cadernos de Educação*, n. 30, p. 187-199, 2008.

BIANCHI, V. **A Construção dos conceitos sobre as interações ecológicas e suas implicações nas práticas agrícolas**. 1998. 104 f. Dissertação Departamento de Pedagogia - Curso de Mestrado em Educação nas Ciências, UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

BLACK, M. **Models and Metaphors: Studies in Language and Philosophy**. Cornell University Press: 1962.

BLANCO, A.; PRIETO, T. Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: A cross-age study (12 to 18). **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 3, p. 303-315, 1997.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, E. N. **Dicloro Difenil Tricloetano (DDT) - vindas e idas de sua história para contextualizar o ensino de Química**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília - DF.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 16, n. 4, p. 279-293, 2007.

BRANGER, P.; TEODORO, N. S.; SILVEIRA, T. G. A sociedade de risco e a influência dos agrotóxicos. **Mosaico Social - Revista do Curso de Ciências Sociais da UFSC**, n. 6, p. 201-215, 2012.

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9ª ed.: Prentice-Hall, 2005.

BRUM, E.; FORTALEZA, C. H. G. Comunicação e Desenvolvimento Sustentável: Influência da mídia no comportamento do consumidor. **Revista Imes**, v. 5, n. 10, 2005.

CAMPOS, J.; ANDRADE, C. F. S. Susceptibilidade larval de duas populações de *Aedes aegypti* a inseticidas químicos. **Revista Saúde Pública**, v. 35, p. 232-236, 2001.

CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando Soluções em Sala de Aula - uma Experiência de Ensino a partir das Ideias dos Alunos. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 37-41, 2008.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T. e GRECA, I. M. (Ed.). **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. 3ª edição. Ijuí: Unijuí, 2011. p.13-47.

CIRCUNVIS, B. C. Organoclorados e Organofosforados: Principais características e seus efeitos potenciais à saúde humana **UNINGÁ Review**, n. 3, p. 50-61, 2010.

CLEMENT, J. **Creative Model Construction in Scientists and Students: The role of imagery, analogy and mental simulations**. Dordrecht: Springer, 2008.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research Methods in Education**. (6th ed.). London and New York, NY Routledge Falmer, 2007.

_____. **Research Methods in Education**. 7. London and New York: RoutledgeFalmer, 2011.

COLL, C.; SOLÉ, I. La importancia de los contenidos en la enseñanza. **Investigación en la Escuela**, v. 3, p. 19-27, 1987.

_____. Aprendizaje significativo y ayuda pedagógica. **Revista Candidus**, n. 15, p. 16-20, 2001.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento crítico**. 2017. 237 f. Tese de doutorado Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física, Salvador, 2017.

CONRADO, D. M. et al. Ensino de biologia a partir de questões sociocientíficas: uma experiência com ingressantes em curso de licenciatura. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1132- 1147, 2016.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. XVI Encontro Nacional de Educação em Ciências, 2015, Lisboa, Portugal.

_____. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: NOVAES, A. B.;SERPA, A. S. P., et al (Ed.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 77-118.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N.; EL-HANI, C. N. Análise de argumentos em uma questão sociocientífica no ensino de biologia. **Revista da SBEnBio**, n. 9, p. 5522 - 5534, 2016.

DE MORAES, L. S.; MOTOKANE, M. T. Argumentação em textos escritos de alunos de ensino fundamental sobre aquecimento global: análise das justificativas. **Enseñanza de Las Ciencias**, n. Número Extra, p. 680-683, 2009.

DELVAL, J. **Introdução à prática do método clínico - descobrindo o pensamento das crianças**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.

EBENEZER, J. V.; ERICKSON, G. L. Chemistry students' conceptions of solubility: a phenomenography. **Science Education**, v. 80, n. 2, p. 181-201, 1996.

FERNANDES, C. S.; STUANI, G. M. Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. **Educação & Realidade**, v. 40, n. 3, p. 745-762, 2015.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre Ligação Química. **Química Nova na Escola**, n. 24, p. 20 - 24, 2006.

FERRAZ, O. L. Os profissionais de educação infantil: intervenção e pesquisa. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 4, p. 95 - 109, 2001.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário da língua portuguesa**. Dicionário da língua portuguesa. Curitiba: Positivo: 2222 p. 2010.

FURTADO, R. F. et al. Atividade larvívora de óleos essenciais contra *Aedes aegypti*. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 843-847, 2005.

GARCEZ, W. S. et al. Substâncias de Origem Vegetal com Atividade Larvicida contra *Aedes aegypti*. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 363-393, 2013.

GENTNER, D. The mechanisms of analogical learning. In: VOSNIADOU, S. e ORTONY, A. (Ed.). **Similarity and Analogical Reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p.199-241.

GENTNER, D.; MARKMAN, A. B. Structure mapping in analogy and similarity. **American Psychologist**, v. 52, n. 1, p. 45-56, 1997.

GIERE, R. **Explaining science: A cognitive approach**. Chicago: University of Chicago Press, 1988.

GILBERT, J.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching Science Education**. Basel, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

GILBERT, J.; QUEIROZ, A. S.; JUSTI, R. The use of a Model of Modelling to develop visualization during the learning of ionic bonding. In: TASAR, M. F. e ÇAKMAKCI, G. (Ed.). **Contemporary Science Education Research: Internacional Prespectives**. Ankara, Turkey: Pegem Akadem, 2010. p.43-51.

GRACE, M. Teaching citizenship through science: socio-scientific issues as an important component of citizenship. **Prospero**, v. 12, n. 3, p. 42-53, 2006.

HODSON, D. In a search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 5, p. 541-562, 1992.

_____. **Looking to the Future: Building a Curriculum for Social Activism**. Sense Publishers, 2011.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. Diseño Curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciências. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 203-126, 1998.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas**. Barcelona: Graó, 2010.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. La argumentación sociocientífica contribuye al pensamiento crítico. In: (Ed.). **10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas**. Barcelona: Graó, 2010. p.121-133.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; AGRASO, M. F. A Argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento na sala de aula. **Educação em Revista**, v. 43, p. 13-33, 2006.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; PEREIRO-MUÑOZ, C. Argument Construction and Change while Working on a Real Environment Problem. In: (Ed.), 2005. p.419-431.

JUSTI, R. Proposição de um modelo para análise do desenvolvimento do conhecimento de professores de Ciências sobre modelos. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, Bauru.

_____. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 2, p. 173-184, Janeiro 2006.

_____. Modelos e modelagem no ensino de química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: DOS SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Ed.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010.

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.

KHISHFE, R. Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction in the context of Socioscientific Issues: An effect on student learning and transfer. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 6, p. 974-1016, 2014.

KNUUTTILA, T. **Models as epistemic artefacts: Toward a non-representationalist account of scientific representation**. 2005. Helsinki, Finland: University of Helsinki.

KOLSTO, S. D.; RACTLIFFE, M. Social aspects of Argumentation. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education**: Springer, 2007. cap. 6, p.117 - 136.

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LEE, Y. C. Developing decision-making skills for socio-scientific issues. **Journal of Biological Education**, v. 41, n. 4, p. 170 - 178, 2007.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores**. Grupo Planetta (GBS), 1997.

LIMA, A. M.; MOZZER, N. B. Análise do Entendimento Conceitual em uma Sequência Didática sobre o Uso de Pesticidas Fundamentada na Modelagem Analógica. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 1, p. 82-87, 2019.

LIMA, R. P.; SANTOS, M. L.; SILVA, E. L. Proposta para a reelaboração conceitual por meio de atividade experimentais. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 4, 2014.

LOPES, R. M. et al. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1275-1280, 2011.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2ª edição. Rio de Janeiro: E.P.U., 2015.

MAIA, P. F. **Habilidades investigativas no ensino fundamentado em modelagem**. 2009. 239p. Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2009.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na formação de professores para o Ensino de Ciências. **Enseñanza de Las Ciencias**, VII Congresso, v. Número extra, 2005.

MANSOUR, N. Science-Technology-Society (STS): A new paradigm in Science Education. **Bulletin of science, technology and society**, v. 29, n. 4, p. 287-297, 2009.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, P. E. A. NIMF Nº 5 GLOSSÁRIO DE TERMOS FITOSSANITÁRIOS. 2009.

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. **A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades**. 2010. 351 Tese de doutorado Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista

MARTINS, L. et al. Dengue, Zika e Febre Chikungunya: a abordagem socioecológica de saúde a partir de uma questão sociocientífica **Revista da SBEnBio**, n. 9, p. 3845 - 3856, 2016.

MARTINS, L. et al. Doença de Chagas a partir de Questões Sociocientíficas na Educação em Saúde. In: (Ed.). **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador - Bahia: EDUFBA, 2018.

MARTINS, P. R. **Trajetórias tecnológicas e meio ambiente: A indústria de agroquímicos/transgênicos no Brasil**. 2000. Tese de doutorado Departamento de Sociologia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.

MONTANHA, F. P.; PIMPÃO, C. T. Efeitos Toxicológicos de Piretróides (Cipermetrina e Deltametrina) em Peixes - Revisão. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 18, 2012.

MORRISON, M.; MORGAN, M. S. Models as mediating instruments. In: MORGAN, M. S. e MORRISON, M. (Ed.). **Models as mediators: Perspectives on natural and social science**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 10-37.

MOZZER, N. B. **O entendimento conceitual do processo de dissolução a partir da elaboração de modelos e sob a perspectiva da Teoria de Campos Conceituais**. 2013. Tese de Doutorado Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Introdução ao tema dissolução através da elaboração de analogias pelos alunos fundamentada na modelagem. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências, 2009, Florianópolis, Brasil. ABRAPEC.

_____. 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**, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015.

_____. Modelagem Analógica no Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, p. 155-182, 2018.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R.; COSTA, P. P. Students' analogical reasoning when participating in modelling-based teaching activities. **9th International Conference of the European Science Education Research Association**, Lyon, France, n. EBook Proceeding of the ESERA 2011 Conference, p. 764-769, 2011.

NERSESSIAN, N. J. The cognitive basis of model-based reasoning in science. In: CARRUTHERS, P.; STICH, S., *et al* (Ed.). **The Cognitive Basis of Science**: Cambridge University Press, 2002. p.133-153.

NORRIS, R. F.; CASWELL-CHEN, E. P.; KOGAN, M. **Concepts in integrated pest management**. New Jersey: Person Education Inc. Upper Saddle River, 2003. 586p.

OLIVA, J. M.; ARAGÓN, M. M. Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. **Enseñanza de las Ciencias** v. 27, n. 2, p. 195-208, 2009.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aula de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

PEDRETTI, E. Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education. In: ZEIDLER, D. L. (Ed.). **The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education**, 2003. p.219 - 237.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PEIXOTO, S. C. **Estudo da estabilidade a campo dos pesticidas carbofurano e quincloraque em água de lavoura de arroz irrigado empregando SPE e HPLC-DAD**. 2007. 108 f. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Santa Maria (UFSM - RS), Programa de Pós-Graduação em Química, 2007.

PRETI, D. **O discurso oral culto**. 2ª edição. São Paulo: Humanitas Publicações - FFLCH/USP, 1999.

_____. Entre o oral e o escrito: a transcrição de gravações. In: (Ed.). **Oralidade em textos escritos**. São Paulo: Humanitas, 2009. p. 303-326.

PRINS, G. T. et al. Selection of Authentic Modelling Practices as Contexts for Chemistry Education. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 14, p. 1867-1890, 2008.

QUEIROZ, A. S. **Contribuições do Ensino de Ligação Iônica baseado em Modelagem ao desenvolvimento da capacidade de visualização**. 2009. 249 f. Dissertação de Mestrado Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2009.

RAMOS, T. C.; MOZZER, N. B.; MENDONÇA, P. C. C. A argumentação de estudantes na criação e crítica de analogias sobre o Modelo Atômico de Thomson. **Ciência & Educação**, no prelo 2019.

ROBERTS, D. A. Scientific literacy/science literacy. In: ABELL, S. K. e LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Handbook of research on science education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p.729-780.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2ª edição: Makron Books, 1994.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Revista Ensaio**, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.

SADLER, T. D. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, p. 513-536, 2004.

_____. Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. In: SADLER, T. D. (Ed.). **Socio-scientific Issues in the Classroom**. Springer Dordrecht Heidelberg London New York: Springer, v. 39, 2011. p. 1-9.

SADLER, T. D.; CHAMBERS, F. W.; ZEIDLER, D. L. Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 4, p. 387-409, 2004.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. **Science Education**, v. 89, p. 71-93, 2005.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191 - 218, 2009.

SÉRÉ, M. G. Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. **European Journal of Science Education**, v. 8, n. 4, p. 413-425, 1986.

SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Concepções sobre Substância: Relações entre Contextos de Origem e Possíveis Atribuições de Sentidos. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 70-78, 2016.

SILVA, T. A.; MOZZER, N. B. **Conjugando modelagem e analogia no ensino de equilíbrio químico**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC. Águas de Lindóia, Brasil 2015.

SOARES, J. J.; ALMEIDA, R. P. Manejo integrado de pragas do algodoeiro, com ênfase aos efeitos colaterais dos pesticidas e o uso de controle biológico. **Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Algodão**, v. 62, 1998.

SOLBES, J.; TORRES, N. Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, n. 26, p. 247-269, 2012.

STAVY, R. Children's conceptions of gas. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 5, p. 553-560, 1988.

TEIXEIRA, E. S. et al. A Construção de uma argumentação sobre a síntese newtoniana a partir de atividades em grupos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 61-95, 2010.

TORRES, N.; SOLBES, J. Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 34, n. 2, p. 43-65, 2016.

_____. Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. In: CONRADO, D. M. e NETO, N. N. (Ed.). **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p.59 - 76.

TOULMIN, S. E. **The uses of argument**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

TRINDADE, O. S. N.; JÚNIOR, J. C. S.; TEIXEIRA, P. M. M. Um estudo das representações sociais de estudantes do Ensino Médio sobre os insetos. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 3, p. 37-50, 2012.

VIANNA, H. M. **Pesquisa em educação: a observação**. Brasília: Plano Editora, 2003.

VOSNIADOU, S. Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: a developmental perspective. In: VOSNIADOU, S. e ORTONY, A. (Ed.). **Similarity and Analogical Reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p.413-437.

YAMADA, M.; MOTOKANE, M. T. Alfabetização Científica: apropriações discursivas no desenvolvimento da escrita de alunos em aula de Ecologia. **Revista Práxis**, v. V, n. 10, p. 29-40, 2013.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016.

ZEIDLER, D. L. et al. Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

ZIMMERMANN, C. L. Monocultura e Transgenia: Impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito**, v. 6, n. 12, p. 79-100, Julho-Dezembro, 2009.

8. ANEXOS

8.1 Anexo 1: Sequência Didática sobre pesticidas

Atividade 1: Introdução às Analogias

1.1 Observe as imagens abaixo e estabeleça as correspondências entre as suas semelhanças.

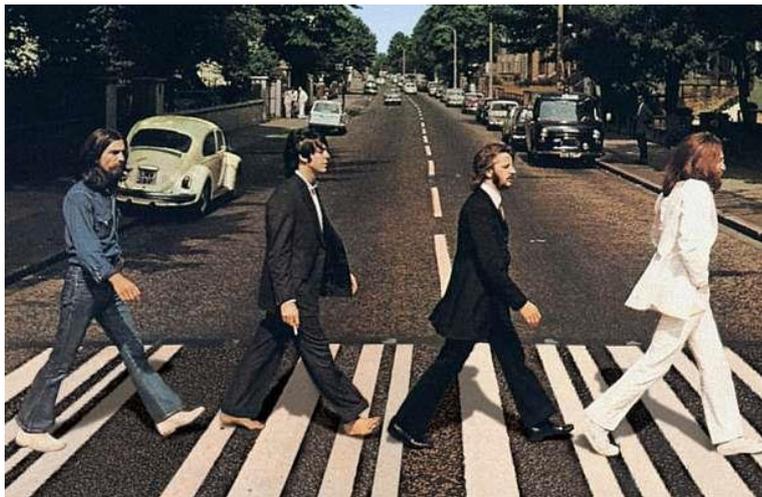


Imagem 1: O grupo The Beatles atravessando uma rua em Londres.

Fonte: Site BHaz⁷

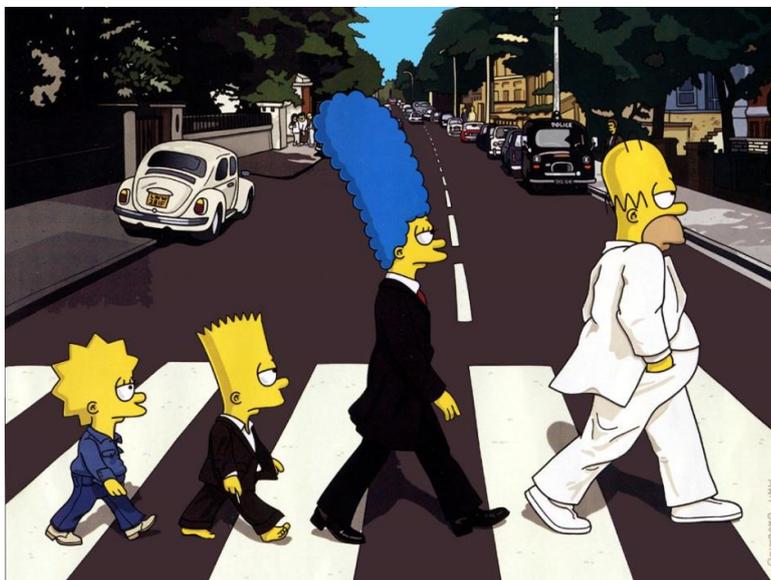


Imagem 2: A família do desenho animado The Simpsons atravessando uma rua em Londres. Fonte: Site Meu papel de parede grátis.⁸

⁷ <http://bhaz.com.br/2016/08/11/exposicao-sobre-os-beatles-chega-a-bh-com-entrada-gratuita/>

⁸ <http://www.meupapeldeparedegratis.net/cartoons/pages/simpsons-beatles.asp>

1.2 Ao tentar explicar para um colega uma das características do equilíbrio químico, um estudante fez o desenho abaixo e a seguinte afirmativa.

"O estado de equilíbrio químico se parece com a situação de um atleta correndo em uma esteira ergométrica: a esteira corre para trás, enquanto o atleta corre para frente e permanece no lugar."



A partir da explicação fornecida pelo estudante mencionado, quais as correspondências podemos estabelecer entre o equilíbrio químico e a situação do atleta na esteira?

Atividade 2: Sondagem

- 1) Você sabe o que são pesticidas? Você já usou algum tipo de pesticida? Quais?
- 2) Algum familiar ou professor já havia comentado sobre eles?
- 3) Em quais locais os pesticidas podem ser usados? Com qual objetivo?
- 4) Você já ouviu o termo dedetizar? O que você sabe sobre esse termo?
- 5) Você considera que usar pesticidas é importante? Por quê?
- 6) O pesticida pode causar algum dano ao meio ambiente, pessoas e animais? Quais?
- 7) Você considera importante obter mais informações sobre os pesticidas para usá-los? Por quê?

Atividade 3: Pesticidas, Homem e Meio Ambiente

A população mundial tende a aumentar cada vez mais e há tempos tem sido necessária a utilização de *pesticidas* na agricultura para atender à demanda alimentícia. Atualmente é difícil imaginar a produção de alimentos sem o uso desses produtos, pois eles aumentam a produtividade agrícola (exterminando as pragas).

Denominam-se *pesticidas* todas as substâncias de origem natural ou sintética utilizadas no controle ou na eliminação de pragas (insetos, ervas daninhas etc.). Essas pragas causam prejuízos na produção de alimentos e/ou enfermidades aos seres humanos e a outros organismos.

Existem mais de 600 tipos diferentes de pesticidas utilizados na agricultura, na horticultura e em nossas casas. Os pesticidas estão divididos em bactericidas, desinfetantes, fungicidas, herbicidas, inseticidas, entre outros tipos. Os mais aplicados na agricultura e no uso doméstico são os inseticidas, herbicidas e fungicidas.

O comportamento desses pesticidas depende de suas propriedades físico-químicas e biológicas. Quando estes são lançados na atmosfera, podem passar por diferentes processos e afetar o ambiente de diferentes formas. Ao serem transportados no ambiente, eles podem contaminar o solo, a água e o ar. O processo de transporte de um pesticida pelo solo é fortemente influenciado por fatores como: umidade, temperatura, densidade, características físico-químicas do solo e do pesticida.

Os pesticidas podem também ser carregados por águas pluviais, podendo atingir o lençol freático e conduzidos até as águas subterrâneas. Outro meio através do qual eles podem ser transportados é o ar, contaminando reservatórios como a atmosfera e os recursos hídricos. Um exemplo desse tipo de contaminação ocorreu através do pesticida DDT⁹ (1,1,1-tricloro-2,2-di(p-clorofenil)etano), utilizado em larga escala principalmente durante a Segunda Guerra Mundial, para eliminar o mosquito transmissor da malária. Por ser comercializado em *spray*, ele era lançado sobre as plantações na área rural e também sobre as casas, na área urbana.

A influência dos ventos sobre as partículas de pesticidas como o DDT possibilita que estes atinjam diretamente águas superficiais (são águas que, ao se acumularem na superfície, são escoadas formando rios, riachos, lagos, lagoas, pântanos). Essa mesma

⁹ Nota de esclarecimento: O nome DDT é uma abreviação da nomenclatura do pesticida, em que o DD refere-se aos dois cloros (dicloro) e o T aos três cloros (tricloro).

influência dos ventos sobre os pesticidas pode fazer com que, mesmo quando eles são aplicados apenas em uma área rural, atinjam também uma área urbana bem distante do local de aplicação. A figura 1 ilustra a aplicação do DDT sobre uma plantação.



Figura 1: Aplicação de inseticida DDT em uma plantação.

O uso de pesticidas em nossas casas é mais comum do que imaginamos. Por exemplo, usamos Caltrin[®], Raid[®], Sbp[®] e outros pesticidas para eliminar insetos indesejáveis como baratas e formigas. Também usamos um produto chamado Scabin[®] para combater os piolhos. Em casos de infestação de ambientes por insetos como escorpiões, aranhas, baratas, cupins etc. é bastante comum contratar uma equipe de “detetizadores” para eliminar essas pragas.

Esse termo é muito popular, mas sua grafia está incorreta. O termo correto é dedetizadores, que deriva da palavra *dedetização* que, por sua vez, vem da palavra DDT, daí DeDeTização, que inicialmente significou aplicação do inseticida DDT. Apesar do DDT ter sido proibido, atualmente continuamos a usar o termo dedetização para nos referirmos à aplicação de qualquer tipo de pesticida.

A proibição do DDT nos Estados Unidos, Brasil e em vários outros países ocorreu devido aos problemas ambientais causados pela sua persistência. Por essa característica, ele permanecia por muito tempo (bilhões de anos) no meio ambiente, sendo acumulado no organismo dos seres vivos e depositado no meio ambiente.

Hoje, com o aumento do número de casos de dengue, zika e chikungunya, medidas como a dedetização com o uso de aviões pulverizadores têm sido apontadas como uma opção para o controle do mosquito transmissor dessas doenças. Medidas desse tipo, embora possam agir em grandes áreas, precisam ser discutidas e ter os seus efeitos avaliados antes de serem adotadas.

Então, convido vocês a investigar um pouco mais sobre os pesticidas presentes em nosso cotidiano.

Atividade 4: Pesticidas na Atmosfera

Após a leitura do texto "Pesticidas, homem e meio ambiente" e das nossas discussões sobre o uso dos pesticidas, podemos concluir que eles são utilizados em várias áreas e que estamos em contato direto ou indireto com eles. Atualmente, já existe inclusive lei que autorizando o seu uso. Para saber mais, leia o texto a seguir.

Parte 1: Lei que autoriza pulverização aérea

Os pesticidas também têm sido usados no combate ao mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, zika e chikungunya. A polêmica sobre o uso de pesticidas em larga escala tem sido discutida por vários órgãos de autoridade. Abaixo segue uma reportagem sobre o tema.

Nova lei contra o Aedes que prevê pulverização aérea de inseticida gera protestos

A lei que autoriza o uso de aviões para pulverizar substâncias químicas contra o mosquito *Aedes aegypti*, sancionada pelo presidente interino, Michel Temer, foi duramente criticada por organizações de saúde e combate a agrotóxicos. A Confederação Nacional de Municípios (CNM) avalia que esta é uma decisão muito difícil, pois é complicado mensurar os ganhos obtidos com tantos malefícios ocasionados pelos efeitos tóxicos dos agrotóxicos. Além disso, é importante lembrar que tal método de eliminação de larvas e mosquitos tem um custo elevado.

A Lei 13.301/2016 prevê a “incorporação de mecanismos de controle vetorial por meio de dispersão por aeronaves mediante aprovação das autoridades sanitárias e da comprovação científica da eficácia da medida” como umas das medidas de combate ao mosquito transmissor de dengue, zika e chikungunya.

A Lei agora deve ser aprovada por autoridades sanitárias para entrar em vigor, algumas agências como FioCruz, Grupos Temáticos da Abrasco – Saúde e Ambiente, Saúde do Trabalhador, Alimentação e Nutrição e Saúde do Trabalhador e Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, se posicionaram contra.

Fonte: Da Agência CNM, com informação da Agência Brasil.

Trecho da reportagem do site Notícias do Cerrado, publicada no dia 30 de Julho de 2016. Disponível em <http://noticiasdocerrado.com/2016/06/nova-lei-contr-o-aedes-que-preve-pulverizacao-aerea-de-inseticida-gera-protestos>. Acesso em 30/06/16.

¹ O controle vetorial engloba uma série de métodos para limitar ou eliminar os insetos, artrópodes que transmitem doenças.

Ao ler a reportagem sobre o uso de aviões pulverizadores de pesticidas para o combate do mosquito *Aedes aegypti*, nos deparamos com um problema atual: *decidir sobre o uso ou não de pesticidas com base na avaliação de sua eficiência e de seus efeitos tóxicos.*

Imagine que você e seu grupo façam parte de uma comissão técnico-científica e que irá pesquisar o comportamento dos pesticidas no meio ambiente. Essa equipe foi contratada por órgão governamental e é responsável por emitir um parecer técnico no qual exista um posicionamento (contra ou a favor) com relação ao uso de alguns pesticidas.

Parte 2: Como os pesticidas se comportam na atmosfera?

1. Quando os pesticidas são pulverizados, minúsculas gotículas entram em contato direto com a mistura de gases que constituem a atmosfera, contaminando-a. Vamos supor que entre os pesticidas escolhidos pelo governo para serem lançados pelos aviões estejam **Malathion, Diclorvos e Cipermetrina**. O quadro 1 a seguir fornece algumas informações a respeito desses pesticidas.

1.1. Nessa primeira etapa de investigação, vocês, técnicos, tentarão prever o comportamento desses pesticidas quando são dispersos no ar, pensando no nível submicroscópico (nível das partículas dos pesticidas). Imaginem que vocês tenham uma "super visão" para observar as partículas desses pesticidas e proponham um modelo para representar o comportamento delas.

1.2. Agora, suponha que vocês tenham que explicar o comportamento das partículas dos pesticidas para um membro do governo. Para facilitar o entendimento dele, vocês terão que propor uma analogia. Com o que você compararia o comportamento das partículas dos pesticidas na atmosfera? Quais seriam as semelhanças e as diferenças nessa comparação que você propôs?

1.3. Sabendo-se que todos esses pesticidas encontram-se no estado líquido na temperatura ambiente e levando em consideração as massas dos pesticidas e a volatilidade apresentadas no quadro 1, bem como o modelo que vocês propuseram anteriormente, tente explicar as *possíveis diferenças* no comportamento das partículas dos pesticidas quando lançados na atmosfera.

Quadro 1: Fórmula molecular e massa molar dos pesticidas

Pesticida	Fórmula molecular	Massa molar	Volatilidade
Malathion	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$	330,36 g /mol	Baixa
Diclorvos	$C_4H_7Cl_2O_4P$	220,98 g/mol	Alta

Cipermetrina	$C_{22}H_{19}NO_3Cl_2$	416,3 g/mol	Baixa
--------------	------------------------	-------------	-------

O termo volatilidade corresponde à facilidade com que uma substância mude do estado físico líquido para o gasoso, em uma determinada temperatura.

1.4. Vocês seriam capazes de utilizar a analogia proposta no item 1.2 para explicar essas diferenças de comportamento dos pesticidas? Se sim, faça isso. Se não, reformule a analogia anterior ou proponha uma nova.

Atividade 5: Pesticidas nas Águas

No texto sobre os pesticidas fomos informados de que os pesticidas podem contaminar o ar, o solo e a água. Na parte 2, vocês já investigaram a dispersão dos pesticidas **Malathion, Diclorvos e Cipermetina** no ar. Ao serem transportados pelo ar, eles podem atingir as águas superficiais e alcançar o lençol freático.

Nessa parte, a tarefa de vocês será analisar o comportamento desses pesticidas em água. Os quadros 2 e 3 a seguir fornecem dados que poderão ajudá-los nessa nova tarefa.

Quadro 2: Solubilidade dos pesticidas em água.

Pesticida	Fórmula molecular	Solubilidade em água (a 25 °C)	Classificação
Malathion	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$	0,145 g em 1.000 ml	
Diclorvos	$C_4H_7Cl_2O_4P$	10 g em 1.000 ml	
Cipermetrina	$C_{22}H_{19}NO_3Cl_2$	0,0000043 g em 1.000 ml	

Com os dados do quadro 2, vocês poderão analisar a solubilidade dos pesticidas em água. As informações a seguir auxiliam a julgar se são solúveis ou não solúveis em água.

Quadro 3: Níveis de Solubilidade de um sólido no solvente água.

Classificação	Quantidade dissolvida
"Muito solúvel"	1 g de sólido em menos de 1 ml de água
"Facilmente solúvel"	1g de sólido em 1 a 10 ml de água
"Solúvel"	1 g de sólido em 10 a 30 ml de água
"Ligeiramente solúvel"	1 g de sólido em 30 a 100 ml de água
"Pouco solúvel"	1 g de sólido em 100 a 1.000 ml de água
"Muito pouco solúvel"	1 g de sólido em 1.000 a 10.000 ml de água
"Praticamente Insolúvel"	1 g de sólido em mais de 10.000 ml de água

Fonte: Farmacopeia Brasileira, 5ª edição.

- 1.1. Considerando essas informações, proponha modelos para representar o comportamento das partículas desses pesticidas em água com base em sua classificação.
- 1.2. Como anteriormente, vocês têm que explicar o comportamento das partículas dos pesticidas em água para um membro do governo. Para facilitar o entendimento dele, vocês terão que propor uma analogia. Com o que vocês comparariam o comportamento das partículas dos pesticidas na água? Quais seriam as semelhanças e as diferenças nessa comparação que você propôs?
- 1.3. Pensando na possibilidade de contaminação da água pelos pesticidas, compare-os levando em consideração a solubilidade deles em água e a quantidade permitida por lei destes pesticidas em água potável (veja quadro 4 a seguir).

Quadro 4: Quantidade de pesticida permitida em água potável.

Pesticida	Quantidade de pesticida em água
Malathion	0,002 g/L
Diclorvos	$9,944 \times 10^{-5}$ g/L
Cipermetrina	0,0003 g/L

1.4 Utilize o seu modelo anterior para tentar explicar o comportamento daquele que mais contamina e daquele que menos contamina a água potável. Caso não seja possível explicar esse aspecto a partir de seu modelo reformule-o ou proponha um novo.

1.5 Vocês seriam capazes de utilizar a analogia proposta no item 1.2 para explicar qual(is) destes pesticidas pode(m) contaminar mais água? Se sim, faça isso. Se não, reformule a analogia anterior ou proponha uma nova.

Atividade 6: Ampliando as Possibilidades do Combate ao *Aedes Aegypti*

Com o aumento do número de casos de dengue, zika e chikungunya, medidas como o uso de aviões pulverizadores têm sido apontadas como uma opção para o controle do mosquito transmissor dessas doenças, como mencionado anteriormente. Além dos possíveis danos ao meio ambiente, o ser humano também pode ser alvo desses pesticidas. Muitos estudos apontam que alguns pesticidas podem causar doenças como câncer, além de irritações e alergias na pele e nas mucosas e agravamento de doenças respiratórias.

Outro agravante quanto ao uso continuado de pesticidas têm sido o descontrole da população do mosquito, levando ao surgimento de espécies resistentes a uma grande variedade de inseticidas. Isso acontece, porque os mosquitos suscetíveis ao pesticida morrem, restando apenas aqueles que já nasceram imunes ao produto. Os mosquitos imunes se reproduzem e, como consequência, ocorre uma redução da eficácia do pesticida. Além disso, muitas espécies desenvolvem várias estratégias de defesa para a sua sobrevivência (por exemplo, esconderijos aonde o pesticida não chega).

Diante desses motivos, torna-se necessária a busca de novas alternativas que podem ser potencialmente adequadas e mais eficazes para uso em programas de combate à larva do *A. aegypti*. Por exemplo, alguns estudos sobre o uso de óleos essenciais¹⁰ para combater a larva do mosquito tem sido realizados. Esses estudos evidenciam que os óleos essenciais de acácias, capim-limão, citronela, neroli e rosas, apresentam uma substância denominada terpeno que é responsável por seu uso como fumigantes¹¹ e como inseticida de contato (interrompe o crescimento, afeta o tempo de vida e de reprodução de insetos).

Devido a essas potencialidades, estudiosos têm buscado demonstrar a eficácia dos óleos essenciais no combate à larva do mosquito. Os resultados mostram que pequenas quantidades são suficientes para matar grande quantidade de larvas em apenas 24 horas. Além disso, por serem produtos naturais, praticamente não impactam o meio ambiente e são produtos baratos no que diz respeito a sua extração, porém o preço final do produto pode variar bastante. Essa variação pode depender de fatores relacionados à falta de matéria-prima e também à grande procura em relação à oferta, o que pode elevar o preço do produto no mercado. A aplicação nos locais de foco das larvas pode ser realizada por adultos responsáveis, diferentemente do pó (um larvicida sintético) atualmente utilizado,

¹⁰ Óleos extraídos de plantas frescas ou secas, por técnicas de extração pura, arraste a vapor, entre outras.

¹¹ Formulações pesticidas usadas em técnicas de fumacê.

o qual só pode ser aplicado por agentes sanitários. Essa aplicação deve ser realizada em curtos intervalos de tempo, pois a ação dos óleos essenciais é bem rápida, devido a sua rápida degradação.

Um exemplo de terpeno presente nos óleos é o farnesol, uma quantidade de 0,0013 g/L é suficiente para matar todas as larvas do mosquito, em um tempo de 24 horas. Um estudo realizado com essa substância indicou que foi necessária essa pequena quantidade, pois o farnesol é uma substância solúvel em lipídios (gorduras) e, por isso, é capaz de penetrar com maior facilidade nas larvas. Assim, o uso de pesticidas naturais como o farnesol parece ser uma opção no combate do mosquito *A. aegypti*, embora mais estudos sobre suas ações e impactos sejam necessários.

1.1 Após a apresentação dessa outra opção de combate ao mosquito *A. aegypti* e das discussões realizadas nas aulas anteriores, utilize seus modelos e analogias para explicar o comportamento do terpeno farnesol, no ar e na água. Caso não seja possível explicar, reformule-os ou proponha novos modelos e analogias.

Dados:

- Massa molar do farnesol: 222,37 g/mol.
- Solubilidade: Insolúvel em água.

1.2 Além do uso de pesticidas naturais para combater as larvas, existem outras maneiras de combater o mosquito. Quais vocês conhecem? Dê exemplos.

Atividade 7: Persistência dos Pesticidas

A contaminação do meio ambiente pelos pesticidas é influenciada pela *persistência* desses. A persistência significa o tempo de permanência dessas substâncias no ambiente até se degradarem, ou seja, decompor em outras substâncias. Esse tempo depende das propriedades químicas de cada pesticida. Os tempos de permanência dos pesticidas analisados são fornecidos no quadro 5.

Devido a essa persistência, muitos pesticidas como o DDT foram proibidos, pois permaneciam durante um grande tempo no meio ambiente. Como consequência de sua persistência, os pesticidas podem atingir ambientes terrestres e aquáticos e afetar as diferentes espécies. Por exemplo, ao contaminar ambientes aquáticos, os peixes que o compõem podem ser contaminados (quer por aquilo que se alimentam, quer por absorção através da respiração). Estes, por sua vez, podem contaminar outros animais que se alimentam deles. Dessa forma, ao longo da cadeia alimentar os pesticidas como o DDT, podem se acumular nos organismos que fazem parte dela.

Essa acumulação não ocorre com todos pesticidas, uma vez que alguns deles se degradam rapidamente. De qualquer forma, todos eles permanecem no ambiente durante algum tempo e, por isso, é estabelecido um intervalo de segurança que deve ser respeitado, por exemplo, entre a aplicação do pesticida e a colheita, ou entre a aplicação nas residências e a retomada das atividades no local.

Quadro 5: Propriedades físico-químicas dos pesticidas: Persistência.

Pesticida	Degradação	Persistência (tempo de vida)	Intervalo de segurança
Malathion	Degrada-se rapidamente tanto no ar quanto na água.	1 a 18 dias	7 a 15 dias
Diclorvos	Degrada-se rapidamente na presença de luz, e no solo pela ação de bactérias.	4 a 7 dias	10 horas após aplicação em residências.
Cipermetrina	Degrada-se mais lentamente na presença de luz.	17 a 110 dias	30 dias
Óleo de Capim Limão	Degrada-se rapidamente na presença de luz.	Tempo máximo de 24 horas.	Pode-se permanecer no local quando utilizá-lo.

1.1 Nessa etapa da investigação vocês deverão avaliar o risco potencial de contaminação dos pesticidas ao meio ambiente, comparando-os entre si. Qual deles vocês consideram que apresenta o maior risco potencial para o meio ambiente? Justifique sua resposta com base nos dados dos tempos de permanência dos pesticidas.

1.2 Na **Atividade 3**, vocês obtiveram a informação de que os pesticidas podem permanecer por um longo tempo no meio ambiente, como no caso do DDT. O uso desse pesticida foi proibido, porque ele pode trazer sérias consequências para a população e o meio ambiente.

a. Com base nos modelos e/ou analogias elaborados por vocês para explicar a dispersão dos pesticidas no ar e na água, explique porque alguns pesticidas são facilmente degradados e outros não.

b. Avalie seus modelos e/ou analogias anteriores pensando nos aspectos que eles são capazes de explicar e naqueles que eles não são capazes de explicar.

Atividade 8: Argumentação de Especialistas

Será apresentado aos estudantes pontos de vista de três especialistas sobre o uso de pesticidas: um vídeo com o relato de um médico sanitarista; um vídeo com o relato de um químico ambiental e um texto com os apontamentos de um químico orgânico.

Atividade 9: Elaboração do parecer técnico

Após todas as etapas de investigação e das entrevistas dos especialistas, agora vocês terão que redigir o parecer técnico que irá orientar a ação governamental de combate ao mosquito *A. aegypti*.

O posicionamento deve conter:

- O nome dos membros da comissão técnica.
- A questão problema a ser resolvida.
- As etapas realizadas pela comissão para resolver a questão problema.
- O posicionamento do grupo com relação à questão problema. Esse aspecto deve ser justificado apresentando explicações baseadas nos modelos e analogias propostos e em dados e fatos que suportem o posicionamento do grupo.
- O parecer deve conter os critérios sobre o posicionamento com relação a solubilidade, volatilidade e degradação das substâncias analisadas.
- As implicações do posicionamento do grupo.

Em seguida, vocês apresentarão o parecer para as outras equipes técnicas contratadas, justificando seus argumentos. A professora irá mediar a discussão, pois ela é um membro da equipe do governo que irá avaliar o parecer de vocês.

8.2 Anexo 2: Parecer Consubstanciado do CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Raciocínio Analógico e Modelagem no Ensino de Química: Proposição, desenvolvimento e análise de uma sequência de ensino com analogias destinada à formação de professores de Química

Pesquisador: Nilmara Braga Mozzer

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 61335916.3.0000.5150

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ouro Preto

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO
DADOS DO PARECER

Número do Parecer: **1.859.641**

Apresentação do Projeto:

""Segundo os autores "A abordagem metodológica utilizada no desenvolvimento deste projeto é a qualitativa, pois neste tipo de pesquisa, a imersão do pesquisador no contexto de pesquisa interagindo com os participantes é importante para melhor entender o significado por eles atribuídos aos fenômenos em estudo e o foco de estudo pode ser progressivamente ajustado ao longo da investigação. Além disso, em abordagens desta natureza os dados obtidos são predominantemente descritivos (Alves, 1991). Para atingir o objetivo geral deste projeto de investigar como o conhecimento de licenciandos em química sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino de ciências se desenvolvem quando os mesmos vivenciam uma sequência de ensino centrada na modelagem analógica, serão realizadas reuniões periódicas entre as pesquisadoras para revisão da literatura sobre raciocínio analógico. Uma sequência de ensino sobre analogias será elaborada pelas pesquisadoras. Durante o primeiro semestre letivo de 2017, a sequência de ensino será desenvolvida em uma turma de Práticas de Ensino de Química da Universidade Federal de Ouro Preto, da qual a coordenadora do projeto é professora.""

Objetivo da Pesquisa:

"Segundo os autores: "Objetivo Primário: Investigar como o conhecimento de licenciandos em Química sobre analogias e sobre o uso de analogias no ensino de ciências se desenvolvem quando os mesmos vivenciam uma sequência de ensino centrada na

modelagem analógica Objetivo Secundário: I. Investigar como o conhecimento sobre analogias dos licenciandos se desenvolve a partir da sequência de ensino centrada na modelagem analógica. II. Investigar como o conhecimento dos licenciandos sobre o uso de analogias no ensino de ciências se desenvolve com a vivência dessa sequência de ensino. III. Analisar como a sequência de ensino pode ter influenciado no desenvolvimento desses conhecimentos."''

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Adequada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Adequada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICO_CAS_DO_PROJETO_799654.pdf	28/11/2016 19:29:57		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_consentimento_UFO_P_alterado.pdf	28/11/2016 19:28:51	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_consentimento_aluno_graduacao_alterado.pdf	28/11/2016 19:27:42	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_PESQUISA_alterado.pdf	28/11/2016 19:26:09	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
Outros	CARTA_ENCAMINHAMENTO.pdf	28/11/2016 19:21:54	Nilmara Braga Mozzer	Aceito
Outros	Questionario_final.pdf	27/09/2016 20:37:44	Nilmara Braga Mozzer	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

OURO PRETO, 11 de Dezembro de 2016

Assinado por: Núncio Antônio Araújo Sól (Coordenador)

Endereço: Morro do Cruzeiro-ICEB II, Sala 29 -PROPP/UFOP

Bairro: Campus Universitário

CEP: 35.400.000 **UF:** MG **Município:** OURO PRETO

8.3 Anexo 3: Termo de Anuência para os estudantes menores de 18 anos

Termo de Anuência Direcionado ao Aluno Voluntário Menor de 18 anos

Prezado(a) aluno(a),

Por meio deste termo, viemos convidá-lo(a) a participar como voluntário da pesquisa: Entendimento Conceitual na Abordagem de uma Questão Sociocientífica sobre o Uso de Pesticidas Fundamentada na Modelagem Analógica, que será realizada em sua escola e que ocorrerá no período de ____/____/____ a ____/____/____.

Essa pesquisa tem como principal objetivo investigar os possíveis benefícios de uma estrutura para guiar o ensino de Ciências fundamentado na modelagem analógica sobre a aprendizagem de conceitos científicos necessários a posicionamentos críticos diante de uma questão sociocientífica.

O motivo que nos leva a realizar tal estudo é a identificação - a partir de nossas experiências como professoras de Química e de estudos da literatura da área de Educação - de que, na maioria das vezes, modelos e analogias são fornecidos pelos professores ou autores de livros de Química aos alunos sem qualquer participação dos mesmos na elaboração de entendimentos a partir dessas ferramentas. Espera-se com esse procedimento que os alunos as compreendam, bem como o conteúdo químico por trás dessas ferramentas. No entanto, pesquisas têm mostrado que isso nem sempre ocorre. Neste sentido, nos propusemos a investigar os alunos elaborando e reformulando seus próprios modelos e analogias, na tentativa de compreender os conceitos de Química e utilizando-os para fundamentar seus posicionamentos diante de uma questão problema. Por isso, sua participação será muito importante.

Para a realização desta pesquisa, a aluna de pós-graduação em Educação da UFOP, Adriana Moreira Lima, uma pesquisadora da mesma instituição – Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade e a professora da turma realizarão intervenções pedagógicas em sala de aula (compostas de atividades em grupo de confecção de modelos e analogias), no horário regular das aulas. Algumas vezes eles serão acompanhados pela Professora Nilmara Braga Mozzer, coordenadora da pesquisa.

As aulas nas quais as intervenções ocorrerem serão filmadas e gravadas em áudio e o material escrito produzido pelos alunos será fotocopiado. As filmagens e os registros em áudio serão realizadas pela mestrande e pela pesquisadora e, às vezes, pela professora Nilmara Braga Mozzer.

Existem riscos, mesmo que mínimos, de exposição da sua imagem na divulgação dos resultados da pesquisa e de um certo desconforto para você com a participação do estudo, especialmente devido à filmagem das intervenções. Para minimizar tais riscos, caso a sua imagem venha ser divulgada, serão adicionadas tarjas para evitar sua exposição e da escola. No que diz respeito ao desconforto, este será minimizado pela observação da sala de aula a ser realizada pelas pesquisadoras em um período anterior à realização da pesquisa. Essa medida será tomada para a familiarização dos estudantes com as pesquisadoras.

Os riscos apontados se justificam pelos benefícios maiores que essa pesquisa pode trazer, tais como: a participação mais ativa do aluno na aprendizagem de Química; o desenvolvimento da sua autonomia na elaboração do conhecimentos científicos, uma vez que o mesmo fará parte de uma comunidade escolar de investigação (a sua turma);

desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre o papel das analogias e modelos no desenvolvimento do conhecimento científico e sobre a importância desse conhecimento na fundamentação de posicionamentos a respeito de questões sociocientíficas; e a elaboração de analogias e modelos mais coerentes com os aspectos curriculares almejados pelo seu professor.

Você será esclarecido sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar e a qualquer momento. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Os registros em vídeo e áudio terão a função exclusiva de auxiliar a pesquisa e, por isso, sua identidade será preservada. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo. Uma cópia deste termo de consentimento será arquivada e outra será fornecida a você.

Os dados coletados durante o desenvolvimento da pesquisa serão arquivados pela aluna de pós-graduação, Adriana Moreira Lima, durante o prazo de 5 (cinco) anos, em um local seguro, no âmbito da UFOP/ICEB/DEQUI, em sala e armários que a pesquisadora tenha acesso e controle. Após esse período, as folhas de atividades serão incineradas e os registros de áudio e vídeo serão deletados dos computadores e HD externo, onde foram gravados. Os resultados da pesquisa serão publicizados.

A participação nessa pesquisa não acarretará custos para você e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

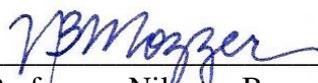
Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@iceb.ufop.br.

Para obter esclarecimentos relativos aos aspectos éticos dessa pesquisa, por favor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Visando atender aos princípios de ética da pesquisa, solicito que você preencha e devolva assinada a via “Declaração” que consta na última página deste documento.

Desde já, agradeço sua colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,



Professora Nilmara Braga Mozzer
(Coordenadora do projeto)

DECLARAÇÃO

Eu, _____, declaro que estou suficientemente esclarecido(a) sobre os objetivos da pesquisa “Entendimento Conceitual na Abordagem de uma Questão Sociocientífica sobre o Uso de Pesticidas Fundamentada na Modelagem Analógica”. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e alterar minha decisão se assim o desejar. Fui certificado(a) de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que não terei custos nem compensações por participar desta pesquisa.

Em caso de dúvidas, estou ciente de que poderei entrar em contato com a professora coordenadora Nilmara Braga Mozzer no telefone (31)3559-1707 (e-mail: nilmara@iceb.ufop.br) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	/ / Data
------	----------------------------	-------------

Nome	 Assinatura da Coordenadora do Projeto	/ / Data
------	--	-------------

8.4 Anexo 4: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Responsável pelo Aluno

Prezados(as) responsável e aluno(a),

Por meio deste termo, viemos convidar o aluno(a) _____ a participar como voluntário da pesquisa: Entendimento Conceitual na Abordagem de uma Questão Sociocientífica sobre o Uso de Pesticidas Fundamentada na Modelagem Analógica, que será realizada na escola onde este(a) estuda, no período de ___/___/___ a ___/___/___.

Essa pesquisa tem como principal objetivo investigar os possíveis benefícios de uma estrutura para guiar o ensino de Ciências fundamentado na modelagem analógica sobre a aprendizagem de conceitos científicos necessários a posicionamentos críticos diante de uma questão sociocientífica.

O motivo que nos leva a realizar tal estudo é a identificação - a partir de nossas experiências como professoras de Química e de estudos da literatura da área de Educação - de que, na maioria das vezes, modelos e analogias são fornecidos pelos professores ou autores de livros de Química aos alunos sem qualquer participação dos mesmos na elaboração de entendimentos a partir dessas ferramentas. Espera-se com esse procedimento que os alunos as compreendam, bem como o conteúdo químico por trás dessas ferramentas. No entanto, pesquisas têm mostrado que isso nem sempre ocorre. Neste sentido, nos propusemos a investigar os alunos elaborando e reformulando seus próprios modelos e analogias, na tentativa de compreender os conceitos de Química e utilizando-os para fundamentar seus posicionamentos diante de uma questão problema. Por isso, sua participação será muito importante.

Para a realização desta pesquisa, a mestranda da pós-graduação em Educação da UFOP, Adriana Moreira Lima, uma pesquisadora Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade e a professora da turma realizarão intervenções pedagógicas em sala de aula (compostas de atividades em grupos de confecção de modelos e analogias), no horário regular das aulas. Algumas vezes eles serão acompanhados pela Professora Nilmara Braga Mozzer, coordenadora da pesquisa.

Para a realização da pesquisa, as aulas nas quais as intervenções ocorrerem serão filmadas e gravadas em áudio e o material escrito produzido pelos alunos será fotocopiado. As filmagens e os registros em áudio serão realizadas pela mestranda e pesquisadora e, às vezes, pela professora Nilmara Braga Mozzer.

Existem riscos, mesmo que mínimos, de exposição da imagem do aluno na divulgação dos resultados da pesquisa e de um certo desconforto para você com a participação do estudo, especialmente devido à filmagem das intervenções. Para minimizar tais riscos, caso a imagem do participante venha ser divulgada, serão adicionadas tarjas para evitar sua exposição e da escola. No que diz respeito ao desconforto, este será minimizado pela observação da sala de aula a ser realizada pelas pesquisadoras em um período anterior à realização da pesquisa. Essa medida será tomada para a familiarização dos estudantes com as pesquisadoras.

Os riscos apontados se justificam pelos benefícios maiores que essa pesquisa pode trazer, tais como: a participação mais ativa do aluno na aprendizagem de Química; o desenvolvimento da sua autonomia na elaboração do conhecimentos científicos, uma vez

que o mesmo fará parte de uma comunidade escolar de investigação (a sua turma); desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre o papel das analogias e modelos no desenvolvimento do conhecimento científico e sobre a importância desse conhecimento na fundamentação de posicionamentos a respeito de questões sociocientíficas; e a elaboração de analogias e modelos mais coerentes com os aspectos curriculares almejados pelo professor.

O(A) aluno(a) mencionado(a) neste termo e você responsável serão esclarecidos(as) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejarem e a qualquer momento. O(A) aluno(a) mencionado(a) neste termo é livre para recusar-se a participar. Você responsável ou o(a) aluno(a) podem retirar o consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A participação deste(a) é voluntária do(a) aluno(a) e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios para ele(a).

Os registros em vídeo e áudio terão a função exclusiva de auxiliar a pesquisa e, por isso, a identidade do(a) aluno(a) mencionado(a) neste termo será preservada. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para vocês e permanecerão confidenciais. Esses resultados serão divulgados no meio acadêmico-científico, mas o nome do(a) aluno(a) ou o material que indique a participação deste(a) não será liberado sem a sua permissão. Ele(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo. Uma cópia deste termo de consentimento será arquivada e outra será fornecida a você.

Os dados coletados durante o desenvolvimento da pesquisa serão arquivados pela aluna de pós-graduação, Adriana Moreira Lima, e pela sua orientadora, Nilmara Braga Mozzer, durante o prazo de 5 (cinco) anos, em um local seguro, no âmbito da UFOP/ICEB/DEQUI, em sala, armários, computadores e HD externo de acesso e controle das pesquisadoras. Após esse período, as folhas de atividades serão incineradas e os registros de áudio e vídeo serão deletados de todos os locais onde foram gravados.

A participação do(a) aluno(a) nessa pesquisa não acarretará custos para vocês e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

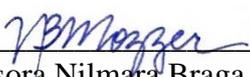
Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@iceb.ufop.br.

Para obter esclarecimentos relativos aos aspectos éticos dessa pesquisa, por favor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Visando atender aos princípios de ética da pesquisa, solicito que você e o(a) aluno(a) preencham e devolvam assinada a via “Declaração” que consta na última página deste documento.

Desde já, agradeço pela colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,


Professora Nilmara Braga Mozzer
(Coordenadora do projeto)

DECLARAÇÃO

Eu, _____ e _____
 declaramos que estar suficientemente esclarecidos(as) sobre os objetivos, riscos e benefícios da pesquisa “Entendimento Conceitual na Abordagem de uma Questão Sociocientífica sobre o Uso de Pesticidas Fundamentada na Modelagem Analógica”. Sabemos que em qualquer momento poderemos solicitar novas informações e que poderemos alterar nossa decisão se assim o desejarmos. Fomos certificados(as) de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sabemos que não teremos custos nem compensações pela participação do(a) aluno(a).

Em caso de dúvidas, estamos cientes de que poderemos entrar em contato com a professora coordenadora Nilmara Braga Mozzer no telefone (31)3559-1707 (e-mail: nilmara@iceb.ufop.br) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Declaramos concordar com a participação do(a) aluno(a) nessa pesquisa. Recebemos uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e nos foi dada a oportunidade de ler e esclarecer nossas dúvidas.

		/ /
Nome	Assinatura do Responsável	Data

		/ /
Nome	Assinatura do Aluno(a)	Data

		/ /
Nome	Assinatura da Coordenadora do Projeto	Data

8.5 Anexo 5: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Aluno Voluntário Maior de 18 anos

Prezado(a) aluno(a),

Por meio deste termo, viemos convidá-lo(a) a participar como voluntário da pesquisa: Entendimento Conceitual na Abordagem de uma Questão Sociocientífica sobre o Uso de Pesticidas Fundamentada na Modelagem Analógica, que será realizada em sua escola e que ocorrerá no período de ____/____/____ a ____/____/____.

Essa pesquisa tem como principal objetivo investigar os possíveis benefícios de uma estrutura para guiar o ensino de Ciências fundamentado na modelagem analógica sobre a aprendizagem de conceitos científicos necessários a posicionamentos críticos diante de uma questão sociocientífica.

O motivo que nos leva a realizar tal estudo é a identificação - a partir de nossas experiências como professoras de Química e de estudos da literatura da área de Educação - de que, na maioria das vezes, modelos e analogias são fornecidos pelos professores ou autores de livros de Química aos alunos sem qualquer participação dos mesmos na elaboração de entendimentos a partir dessas ferramentas. Espera-se com esse procedimento que os alunos as compreendam, bem como o conteúdo químico por trás dessas ferramentas. No entanto, pesquisas têm mostrado que isso nem sempre ocorre. Neste sentido, nos propusemos a investigar os alunos elaborando e reformulando seus próprios modelos e analogias, na tentativa de compreender os conceitos de Química e utilizando-os para fundamentar seus posicionamentos diante de uma questão problema. Por isso, sua participação será muito importante.

Para a realização desta pesquisa, a aluna de pós-graduação em Educação da UFOP, Adriana Moreira Lima, uma pesquisadora da mesma instituição – Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade e a professora da turma realizarão intervenções pedagógicas em sala de aula (compostas de atividades em grupo de confecção de modelos e analogias), no horário regular das aulas. Algumas vezes eles serão acompanhados pela Professora Nilmara Braga Mozzer, coordenadora da pesquisa.

As aulas nas quais as intervenções ocorrerem serão filmadas e gravadas em áudio e o material escrito produzido pelos alunos será fotocopiado. As filmagens e os registros em áudio serão realizadas pela mestrande e pela pesquisadora e, às vezes, pela professora Nilmara Braga Mozzer.

Existem riscos, mesmo que mínimos, de exposição da sua imagem na divulgação dos resultados da pesquisa e de um certo desconforto para você com a participação do estudo, especialmente devido à filmagem das intervenções. Para minimizar tais riscos, caso a sua imagem venha ser divulgada, serão adicionadas tarjas para evitar sua exposição e da escola. No que diz respeito ao desconforto, este será minimizado pela observação da sala de aula a ser realizada pelas pesquisadoras em um período anterior à realização da pesquisa. Essa medida será tomada para a familiarização dos estudantes com as pesquisadoras.

Os riscos apontados se justificam pelos benefícios maiores que essa pesquisa pode trazer, tais como: a participação mais ativa do aluno na aprendizagem de Química; o desenvolvimento da sua autonomia na elaboração do conhecimentos científicos, uma vez que o mesmo fará parte de uma comunidade escolar de investigação (a sua turma);

desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre o papel das analogias e modelos no desenvolvimento do conhecimento científico e sobre a importância desse conhecimento na fundamentação de posicionamentos a respeito de questões sociocientíficas; e a elaboração de analogias e modelos mais coerentes com os aspectos curriculares almejados pelo seu professor.

Você será esclarecido sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar e a qualquer momento. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Os registros em vídeo e áudio terão a função exclusiva de auxiliar a pesquisa e, por isso, sua identidade será preservada. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para você e permanecerão confidenciais. Esses resultados serão divulgados no meio acadêmico-científico, mas o seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo. Uma cópia deste termo de consentimento será arquivada e outra será fornecida a você.

Os dados coletados durante o desenvolvimento da pesquisa serão arquivados pela aluna de pós-graduação, Adriana Moreira Lima, e pela sua orientadora, Nilmara Braga Mozzer, durante o prazo de 5 (cinco) anos, em um local seguro, no âmbito da UFOP/ICEB/DEQUI, em sala, armários, computadores e HD externo de acesso e controle das pesquisadoras. Após esse período, as folhas de atividades serão incineradas e os registros de áudio e vídeo serão deletados de todos os locais onde foram gravados.

A participação nessa pesquisa não acarretará custos para você e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

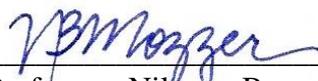
Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@iceb.ufop.br.

Para obter esclarecimentos relativos aos aspectos éticos dessa pesquisa, por favor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Visando atender aos princípios de ética da pesquisa, solicito que você preencha e devolva assinada a via “Declaração” que consta na última página deste documento.

Desde já, agradeço sua colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,



Professora Nilmara Braga Mozzer
(Coordenadora do projeto)

DECLARAÇÃO

Eu, _____, declaro que estou suficientemente esclarecido(a) sobre os objetivos da pesquisa “Entendimento Conceitual na Abordagem de uma Questão Sociocientífica sobre o Uso de Pesticidas Fundamentada na Modelagem Analógica”. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e alterar minha decisão se assim o desejar. Fui certificado(a) de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que não terei custos nem compensações por participar desta pesquisa.

Em caso de dúvidas, estou ciente de que poderei entrar em contato com a professora coordenadora Nilmara Braga Mozzer no telefone (31)3559-1707 (e-mail: nilmara@iceb.ufop.br) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (CEP/UFOP) pelo telefone (31)3559-1370; no endereço: Morro do Cruzeiro – ICEB II, Sala 29 – PROPP/UFOP, Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: cep@propp.ufop.br.

Declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	/ / Data
		
Nome	Assinatura da Coordenadora do Projeto	/ / Data

8.5 Anexo 6: Autorização

A U T O R I Z A Ç Ã O

Após ter sido esclarecido(a) sobre os propósitos, condições de realização da pesquisa “Entendimento Conceitual na Abordagem de uma Questão Sociocientífica sobre o Uso de Pesticidas Fundamentada na Modelagem Analogia”, seus possíveis benefícios e riscos, autorizo que a mesma seja realizada neste estabelecimento de ensino, com a participação dos alunos, professores e demais funcionários.

Membro da Direção da Escola Estadual Intendente Câmara

/____/____
Data

8.6 Anexo 7: Roteiro de Entrevista

1. Qual foi o parecer do seu grupo diante da questão colocada pela professora na atividade 4? “Decidir sobre o uso ou não de pesticidas com base na avaliação de sua eficiência e de seus efeitos tóxicos”?
2. Quais foram seus principais argumentos para essa decisão?
 - 2.1 Como vocês avaliam essa decisão: foi algo fácil ou difícil a ser tomada? Por quê?
 - 2.2 Houve um consenso de todo o grupo para o parecer final?
3. Por que vocês se basearam nesses argumentos?
4. As informações sobre solubilidade, volatilidade e degradação das substâncias no caso ‘os pesticidas e óleo essencial’ foram suficientes para a decisão do grupo? Por quê?
5. Vocês consideram que tenha faltado alguma outra informação?
 - 5.1 Se sim, qual seria? Por quê?
6. E quanto ao parecer dos outros grupos:
 - 6.1 O que vocês avaliam de positivo?
 - 6.2 E o que seria negativo?
7. Nas atividades 4, 5, 6 e 7 foram apresentados a vocês algumas características sobre os pesticidas e o óleo essencial (entregar-lhes as folhas das atividades não preenchidas). Em seguida foi pedido para que vocês fizessem um modelo e uma analogia que explicassem cada um desses comportamentos.
 - 7.1. Vocês acham que essas atividades auxiliaram vocês no parecer final? Se sim, como? Se não, por quê?
 - 7.2 Vocês poderiam citar um modelo ou analogia que mais influenciou no processo? (Se for analogia contemplar as semelhanças e diferenças).
8. Como vocês avaliam essas atividades sobre pesticidas que vocês realizaram em sala de aula?
9. Discutir determinado assunto que esteja sendo apresentado à sociedade pela mídia e outros meios fizeram com que vocês se sentissem mais preparados para discutir ou opinar sobre esses assuntos. Por quê?

(Caso eles não mencionem esse ponto na questão 8).

 - 9.1 Vocês acham que suas aulas de Química, da forma como elas acontecem regularmente, teriam o mesmo impacto na discussão desse assunto (pesticidas)? Por quê? Ou Como?