

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BÁRBARA DIAS SILVEIRA

**ESTUDO DOS ELEMENTOS DO PROCESSO DIALÓGICO NO
DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE
PESTICIDAS FUNDAMENTADA NA MODELAGEM ANALÓGICA**

OURO PRETO

2018

BÁRBARA DIAS SILVEIRA

ESTUDO DOS ELEMENTOS DO PROCESSO DIALÓGICO NO
DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE PESTICIDAS
FUNDAMENTADA NA MODELAGEM ANALÓGICA

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciado em Química, do Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientador (a): Nilmara Braga Mozzer

OURO PRETO

2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e ao meu Pai Luiz Carlos (*in memoriam*) por sempre terem me sustentado, me dando forças e mantendo meu coração em paz em momentos que achei que não conseguiria.

À minha mãe, Maria Luiza, que é a mulher mais incrível que eu conheço. Toda a dedicação, amor, confiança depositados em mim só fazem com que eu queira ser uma pessoa melhor a cada dia.

Ao Lucas, por ser a pessoa que acreditou que eu seria capaz, que me motivou a fazer uma segunda graduação, que me deu todo o apoio ao longo da nossa convivência e que me mostrou um jeito mais lindo e leve de ver a vida.

Às minhas amigas Bioquímicas da primeira graduação: Priscila, Naiá e Maria Eduarda, por nunca terem me deixado sozinha, mesmo a quilômetros de distância de mim.

Aos meus alunos, pela compreensão nos dias mais difíceis, pelas palavras amigas e por alegrarem minhas manhãs e noites.

Aos meus colegas de trabalho do Colégio Sinapse e Mérito Preparatório, por serem companheiros, conselheiros e me entenderem.

Aos meus colegas de turma, em especial ao Diego (companheiro de estágio e primeiro amigo da UFOP), por me receberem tão bem, me ajudarem e terem me dado forças nos momentos difíceis.

Aos novos e antigos amigos de Mariana, por sempre estarem ao meu lado.

À Adriana Moreira por ter sido a pessoa que me auxiliou e ajudou sem medir esforços no processo de produção desse TCC, fornecendo dados, tirando minhas dúvidas e me escutando.

À Gabriela Andrade pela elaboração da sequência didática e pela valiosa contribuição na avaliação deste trabalho.

À Thais Mara pela excelente orientação como professora da disciplina de Estágio Supervisionado IV e pelas valiosas contribuições ao meu trabalho.

Aos professores do curso de Química Licenciatura da UFOP, por serem exemplos e me motivarem nesse caminho que hoje tenho certeza que é meu.

Em especial, agradeço à minha orientadora, professora, amiga, Nilmara: minha gratidão eterna por ter acreditado em mim desde o início, por ter me acolhido com tanto carinho e afeto e por ter me concedido a oportunidade de trabalhar com uma profissional tão brilhante. Você me inspira!

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo analisar alguns elementos do processo dialógico influenciaram a aprendizagem dos estudantes em uma atividade sobre a difusão de pesticidas fundamentada na Modelagem Analógica. Foi realizado o desenvolvimento de uma sequência didática centrada na questão sociocientífica sobre o uso de pesticidas em uma escola estadual do município de Itabirito - MG para estudantes do 3º ano do ensino médio. Após o desenvolvimento da sequência, foi selecionada a atividade que trata do conceito de dispersão para a análise de dados, devido ao grande número de interações que foram estabelecidas ao longo da realização da mesma. Selecionou-se também um grupo de 4 estudantes que foram frequentes e participaram ativamente da atividade. As aulas foram registradas por meio de gravações em vídeo e áudio e episódios de ensinamentos que nos forneciam mais evidências de elementos que caracterizavam o processo dialógico naquela atividade foram transcritos. Nossa análise consistiu em explorar esses elementos com o auxílio da literatura da área de ensino de Ciências. Nossos resultados evidenciaram a influência no entendimento conceitual dos estudantes de elementos, como: as experiências vivenciais, e, portanto, do contexto socio-histórico cultural; a verbalização de ideias e opiniões pelos estudantes; e a mediação pedagógica da(s) professora/pesquisadoras; e a linguagem em suas diferentes formas. Isso nos possibilita concluir que um processo de aprendizagem efetivo é promovido pela conjugação desses elementos do processo dialógico. Acreditamos no potencial de expandir os estudos deste processo para que seja possível o desenvolvimento de abordagens e metodologias a partir das quais os estudantes aprendam de forma ativa e efetiva.

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

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze some elements of the dialogic process that influenced students' learning in an activity on the diffusion of pesticides based on Analogical Modelling. The development of a didactic sequence focused on the socio - scientific question on the use of pesticides in a state school in the municipality of Itabirito - MG for students of the 3rd year of high school. After the development of the sequence, we selected the activity that deals with the concept of dispersion for the data analysis, due to the large number of interactions that were established during the same. We also selected a group of 4 students who were frequent and participated actively in the activity. The lessons were recorded through video and audio recordings and episodes of teaching that provided us with more evidence of elements that characterized the dialogic process in that activity were transcribed. Our analysis consisted in exploring these elements with the aid of the literature of the area of Science teaching. Our results evidenced the influence on students' conceptual understanding of elements, such as: experiential experiences, and, therefore, cultural socio-historical context; the verbalization of ideas and opinions by the students; and the pedagogical mediation of the teacher (s) / researchers; and language in its different forms. This allows us to conclude that an effective learning process is promoted by the conjugation of these elements of the dialogical process. We believe in the potential of expanding the studies of this process so that it is possible to develop approaches and methodologies from which students learn in an active and effective way.

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

SUMÁRIO

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências.....	10
2.1.1 Os pesticidas como uma QSC.....	12
2.2 Modelagem Analógica.....	14
2.3 Aprendizagem e Dialogia.....	20
3. METODOLOGIA.....	24
4.1 Descrição geral da SD e da Atividade Analisada	25
3.2 A Amostra, o Contexto Pesquisado e a Coleta de dados	27
3.3 Análise dos dados.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Episódio de ensino 1	30
4.2 Episódio de ensino 2	32
4.3 Episódio de ensino 3	35
4.4 Episódio de ensino 4	39
4.5 Episódio de ensino 5	42
4.6 Episódio de ensino 6	44
5. CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES.....	47
6. REFLEXÕES PESSOAIS	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
8. ANEXOS	57
8.1 Sequência didática sobre pesticidas	57
8.2 Termo de Anuência Direcionado ao Aluno Voluntário Menor de 18 anos.....	70
Prezado(a) aluno(a),.....	70
8.3 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Responsável pelo Aluno.....	73
Prezados(as) responsável e aluno(a),.....	73
8.4 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Direcionado ao Aluno Voluntário Maior de 18 anos	76

1. INTRODUÇÃO

Durante 20 anos da minha vida vi minha mãe, Maria Luiza Dias, professora hoje aposentada pelo Estado de Minas Gerais, indo trabalhar com um sorriso no rosto, porque ela fazia o que amava, apesar das inúmeras dificuldades que passou no exercício da profissão. Ela nunca desejou que eu fosse professora, porque, me conhecendo como ela conhece, sabia quantos percalços eu teria que passar.

Ao final dos meus 17 anos, saí de casa pela primeira vez em busca do meu sonho: ingressar em uma universidade pública. Obviamente, não escolhi o curso de Química Licenciatura, porque não queria ser professora. Lembrava-me dos dias difíceis pelos quais minha mãe tinha passado. Eu a assistia de longe, sem que ela percebesse, em seus momentos de desânimo. Passei em Bioquímica na Universidade Federal de São João Del Rei, campus Divinópolis. Mudei para uma cidade desconhecida e lá descobri que tudo o que queria era trocar experiências e aprender ensinando. Um dos momentos cruciais dessa descoberta aconteceu depois de uma monitoria de Genética. Era a primeira vez que eu me via ensinando “na frente de todo mundo” e a sensação que tive, jamais vou esquecer, influenciou minha decisão do que eu, de fato, queria para mim.

Terminei o curso de Bioquímica em 4 anos e meio, fiz iniciação científica na área de nanoestruturas e ali eu soube que gostava de Bioquímica, mas que o meu real interesse estava na parte Química da Bio. Minha intenção era fazer Mestrado e Doutorado na área da Química e atuar na sala de aula do ensino superior. Mas o destino e a força maior que me regem sabem da minha vida melhor do que eu, e eu não passei na pós-graduação. Em 2015, voltei para Mariana, minha cidade natal, acolhida pela minha mãe. Ela, já aposentada, tinha começado um negócio próprio: uma escola de reforço escolar. Convidou-me para trabalhar com ela por saber que eu desejava a sala de aula (mesmo sabendo também que eu nunca tinha atuado na Educação Básica pelos motivos já mencionados). Comecei dando algumas aulas particulares e todo o processo de ensino foi me envolvendo. Dois meses depois, fui chamada para trabalhar no Colégio Sinapse em Ouro Preto. Estava animada com a oportunidade, determinada para dar o meu melhor. Mas ali começava o meu maior desafio: atuar em uma profissão para a qual não fui preparada.

Durante o primeiro ano de trabalho no Sinapse foram muitas conversas com o diretor da escola, me dando muitas dicas tanto didáticas quanto pessoais. Ali eu vi realmente o quão lindo era aquele processo, mas o quanto eu precisava melhorar para

me tornar a profissional que aquela realidade demandava e que eu realmente queria ser. Com o apoio da minha mãe e do Lucas Câmara, meu companheiro, (relutei muito para fazer uma segunda graduação pelo quão exaustiva tinha sido a primeira), fiz a seleção de PDG na UFOP para o segundo semestre de 2016.

Passei no curso de Química Licenciatura e fui dispensada de cursar várias disciplinas do ciclo básico e de conhecimentos sobre o objeto de ensino (como Química Geral e Química Orgânica). Isso me permitiu iniciar o curso já no 5º período. Minha primeira aula naquela instituição foi de Práticas de Ensino I ministrada pela professora Nilmara Mozzer, orientadora deste trabalho. Após a primeira aula, sai com os olhos brilhando. Se me restavam dúvidas sobre a escolha que eu tinha feito, elas foram esclarecidas naquele momento.

A partir da minha introdução na área de educação tive a oportunidade de trabalhar com a Prof. Nilmara Mozzer, que viu um grande potencial em trabalharmos com pesquisa em educação conjugando as temáticas Questões Sociocientíficas (QSC), Modelagem Analógica e Dialogia. A partir disso, desenvolvemos o presente trabalho que é parte do Projeto “Abordagem de Questões Sociocientíficas no Ensino de Química”, do qual sou bolsista de Iniciação Científica, sob sua orientação.

Consideramos que a abordagem de QSC em atividades fundamentadas na Modelagem Analógica (processo de elaboração, crítica e revisão de modelos e analogias) pode fomentar nos estudantes a elaboração de significados de conceitos científicos de forma mais interativa, com solicitações que façam com que eles emitam opiniões, justifiquem-nas e abram diversas discussões sobre assuntos relacionados ao seu cotidiano. Acreditamos que por isso, tal abordagem pode colaborar com a alfabetização científica dos estudantes, a qual se desenvolve no enfrentamento de situações cotidianas que envolvem ciência em algum aspecto, mas nas quais outras considerações além daquelas da ciência também são exploradas (SADLER, 2011). Isso realça também a importância das interações discursivas neste tipo de abordagem, foco deste trabalho.

O processo de conceitualização vem de práticas sociais dialógicas e pedagógicas, o que significa ser mediada por palavras e por outros indivíduos (FONTANA, 1996). De acordo com Bakhtin (1992), a internalização do conhecimento se dá a partir de discursos sociais mais próximos do indivíduo e esta leva em consideração o contexto histórico-cultural do mesmo.

Tendo em vista essa perspectiva, que considera que a construção do conhecimento é um processo social, histórico-cultural e coletivo, observa-se a grande importância das interações dialógicas (que envolvem um conjunto de falas, escrita e representações) nos processos de ensino e aprendizagem.

Centrado na abordagem de QSC em atividades fundamentadas na Modelagem analógica e considerando a importância das interações dialógicas na produção de conhecimentos científicos no ensino de Ciências, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi proposto com o objetivo de *analisar como alguns elementos do processo dialógico influenciaram a aprendizagem dos estudantes em uma atividade sobre difusão de pesticidas fundamentada na Modelagem Analógica.*

No contexto da minha experiência como professora de Química do Ensino Médio, há três anos, noto que há um maior engajamento dos estudantes na produção de significados coerentes com as ideias científicas quando são tratados assuntos do seu cotidiano. Isso me motivou a analisar o desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD) que trata da QSC sobre o uso de pesticidas, fundamentada no processo de modelagem analógica (ANDRADE, 2017), uma vez que considero que a mesma seja uma abordagem de grande potencial dialógico, ou seja, que por ser um assunto do cotidiano dos estudantes, os mesmos tem conhecimentos para opinarem, justificarem e debaterem sobre o assunto.

Esta SD foi proposta com o intuito de fomentar nos estudantes um raciocínio amplo em torno das várias dimensões mencionadas anteriormente, estimulando-os a uma tomada de decisão perante uma situação-problema (o uso de pesticidas). Neste sentido, ela apresenta o potencial de promover inúmeras discussões e, portanto as relações dialógicas entre o educador e os estudantes e destes com seus pares na exposição e negociação de suas ideias e pontos de vistas. Isso justifica nosso interesse em pesquisar o seu desenvolvimento em sala de aula e nosso objetivo de *analisar como alguns elementos do processo dialógico influenciaram a aprendizagem dos estudantes em uma atividade sobre a difusão de pesticidas fundamentada na Modelagem Analógica.*

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências

Em nosso dia a dia há diversas situações que nos colocam em confronto com diferentes dimensões (científica, ambiental, social, política, ética etc.), muitas vezes de forma inseparável. Assim, a Educação em Ciências precisa levar isso em consideração ~~em~~ o seu maior intuito for o de formar cidadãos críticos e alfabetizados cientificamente.

Como mencionado na introdução deste trabalho, a alfabetização científica está relacionada com abordagens de ensino nas quais o estudante manifesta e trabalha com conceitos e situações de confronto e negociação de ideias em situações cotidianas que envolvem ciência em algum aspecto, sem se restringir a essa dimensão. Estas abordagens têm o intuito de promover uma “ciência para todos”, independentemente de qual profissão o estudante vai seguir (SADLER, 2011).

A introdução de Questões Sociocientíficas (QSC) no currículo de Ciências é coerente com essa visão de alfabetização científica, uma vez que as mesmas são conceituadas como *questões controversas na sociedade, ou seja, aquelas em que não há uma resposta certa ou errada, as quais conjugam diferentes dimensões em sua abordagem, atreladas à dimensão científica* (JIMÉNEZ, 2010).

As QSC vêm sendo abordadas há vários anos por diversos pesquisadores, com diferentes objetivos e níveis de abordagem, como destacado por Mortimer (2009). Apesar de toda essa variedade, o objetivo comum da introdução de QSC no currículo sempre esteve relacionado à construção de atitudes e valores pela significação da função social do ensino de Ciências. O que é considerado importante e essencial nas diferentes abordagens de QSC é a problematização de situações propostas pelo professor, a fim de que os estudantes as analisem criticamente e emitam suas opiniões.

Mortimer (2009) também ressalta, que desde Paulo Freire na década de 60/70, prezava-se pela necessidade de um conhecimento científico aplicado ao cotidiano. No entanto, infelizmente, a maioria dos educadores ainda considera que ensinar Ciências é, quase que exclusivamente, ensinar de forma direta e mecanizada, sem a devida problematização do assunto, nem a abordagem da sua aplicabilidade na sociedade. Dessa forma, o estudante tem dificuldades de visualizar a importância do estudo do assunto, algo que aponta para a necessidade de uma aprendizagem mais dinâmica e

aberta ao diálogo, e, conseqüentemente, para a necessidade de que o professor de Ciências seja mais deliberado nessa tarefa (SADLER *et al.*, 2004).

Esse tipo de abordagem, para que seja adequada e alcance o objetivo mencionado da construção de atitudes e valores nos estudantes, carece de propostas bem elaboradas, que sejam capazes de direcionar a discussão de maneira efetiva e dinâmica, resultando em diálogos que permitam ao estudante coordenar as diferentes dimensões de uma mesma situação e fundamentar suas ideias em evidências consistentes, derivadas da análise crítica dos aspectos presentes nessas diferentes dimensões (AIKENHEAD, 2006).

A partir da *dimensão social*, por exemplo, a qual aborda a estrutura de uma sociedade de forma geral, os estudantes poderão levar em consideração aspectos como a convivência, a economia, o bem estar etc.; a partir da *dimensão ética*, poderá avaliar em uma eventual tomada de decisão o que é aceitável ou não de se propor; com base na *dimensão política*, poderá analisar aspectos que afetam de forma direta os direitos e liberdade de todos os indivíduos que compõe uma sociedade; e com base na *dimensão ambiental*, analisar aspectos que afetarão de forma direta a preservação ou não do meio ambiente e dos recursos naturais (JIMÉNEZ, 2010).

A consideração de uma ou mais dessas dimensões deverão estar interligadas com argumentos científicos para que seja possível elaborar argumentos sólidos nas discussões em torno de uma QSC. Isso realça a importância da argumentação na tomada de decisão dos estudantes sobre a QSC em discussão.

A promoção da argumentação encontra-se entre os possíveis objetivos das abordagens de QSC no ensino de Ciências, elencados por Ratcliffe (1998). São eles: (1) *relevância* - associação do conhecimento do estudante com aquilo que lhe foi proposto; (2) *motivação* – estímulo ao interesse do estudante sobre ciência; (3) *comunicação e argumentação* - desenvolvimento dessas habilidades durante a abordagem; (4) *análise* - aprendizagem da escuta e da compreensão e análise de outras opiniões, sem precisar necessariamente impor a sua; (5) *compreensão* - aprendizagem de outros conceitos aos quais não teve acesso até aquele momento. O autor ressalta que nem todos estes objetivos são alcançados em uma única abordagem. Porém, uma prática rotineira na discussão de QSC e a longo prazo pode promover todos estes objetivos .

No planejamento dessa abordagem em sala de aula, o professor de Ciências (ou o pesquisador) precisa criar contextos de aprendizagem (SADLER *et al.*, 2004). Para isso, necessitam de objetivos específicos e de ter clareza sobre as dimensões que

almejam tratar a partir da abordagem de uma QSC. É necessário também que o estudante entenda e perceba as dimensões de maior relevância (ou seja, aquelas que se destacam como as principais para a abordagem de determinada temática) para que haja discussões e argumentações ricas naqueles campos (JIMÉNEZ, 2010). Além disso, como há muitas possibilidades de discussões, o professor tem que estar preparado para guiar os estudantes, auxiliando-os na fundamentação de suas ideias para que culminem em tomadas de decisão conscientes da parte dos mesmos (GRACE, 2006).

Em meio a discussões de cunho sociocientífico é importante destacar para os estudantes que a opinião/explicação solicitada não necessita ser fundamentada somente na dimensão científica (KUHN, 1991). O objetivo principal é que a mesma migre em mais de uma dimensão para que o estudante consiga relacionar e observar a interdependência das mesmas. Daí a relevância de se tratar questões controversas no currículo de Ciências, as quais, por sua natureza, estimulam debates pela argumentação entre os estudantes com o intuito de defender suas opiniões (ZEIDLER *et al.*, 2005).

Na abordagem deste tipo de questão é muito comum ocorrerem desacordos de opiniões, que levam a uma discussão a partir de diferentes pontos de vista. Esse tipo de discussão, por sua vez, quando guiada de forma clara, com exposição de dados que servem de base para os estudantes fundamentarem seus pontos de vista, definirem e justificarem suas posições e criticarem ou refutarem a dos colegas, potencializa a argumentação (JIMÉNEZ, 2010). Esse processo também precisa envolver e promover o entendimento conceitual (científico) e a análise de atitudes e valores com base na construção de argumentos racionais (LEE, 2007).

Em suma, a abordagem de QSC tem o papel de inserir no ambiente escolar uma educação que pretende desenvolver o pensamento crítico, a construção de argumentos e o desenvolvimento de atitudes e valores, a fim de formar cidadãos e cidadãs capazes de construir e sustentar suas próprias opiniões e tomar decisões conscientes que afetarão a si mesmos e aos outros.

2.1.1 Os pesticidas como uma QSC

Os pesticidas podem ser definidos como substâncias que tem propriedades letais, utilizadas para eliminação ou controle de um organismo a partir da interferência em seu processo reprodutivo. Eles agem bloqueando os processos metabólicos vitais dos organismos para os quais são tóxicos (BAIRD, 2002; PEIXOTO, 2007; RIVEROS, 2012).

Além do termo pesticida, outros como agrotóxicos, praguicida e defensivos agrícolas também são comuns. Essas substâncias são utilizadas em vários setores, sendo o da agricultura o mais frequente (ANVISA, 2009). Dessa forma, são classificadas como pesticidas aquelas substâncias usadas para o controle de pragas, que abrangem os inseticidas, herbicidas e fungicidas (TORRES, 1998).

Praga (ou praga biológica) pode ser definida de forma geral como qualquer organismo não desejado, que causa danos para as plantas, seus produtos e subprodutos, destroem a propriedade humana, perturbam os ecossistemas ou que provocam doenças no homem ou nos animais (PICANÇO, 2010).

Esse controle de pragas é feito por diversas substâncias químicas. Ao longo dos anos, a utilização desmedida dessas substâncias vem trazendo alguns problemas tais como o desaparecimento de algumas espécies de insetos e aparição de novas pragas (FLORES *et al.*, 2004). Com o uso excessivo de pesticidas, algumas pragas resistentes são selecionadas, exigindo o desenvolvimento de novas substâncias mais fortes que podem acarretar outros problemas ao ecossistema (SENENT, 1979).

No Brasil existem políticas que vem sendo desenvolvidas para o uso controlado de pesticidas por ser o terceiro país do mundo e o primeiro na América Latina no uso de praguicidas, de acordo com dados da ANVISA (2007). Dos compostos químicos mais utilizados como pesticidas tem-se os *organoclorados*, *organofosforados*, *carbamatos*, *piretróides* e vários derivados de triazinas (LARA; BATISTA, 1992).

Apesar dos benefícios que estas substâncias trazem no combate a certas pragas, estes agentes químicos podem permanecer no ambiente de forma ativa por vários anos, prejudicando de forma efetiva o ecossistema (FLORES *et al.*, 2004). Os efeitos dessas substâncias podem acarretar em riscos para a saúde pública, fazendo-se necessário o monitoramento da quantidade desses produtos em águas, solos, alimentos e ar (JAVARONI *et al.*, 1991).

A contaminação de solos por pesticidas pode acontecer de diversas formas. Na agricultura, por exemplo, pode ocorrer pela aplicação excessiva desse produto na lavoura, contaminando a atmosfera, distribui o produto com o auxílio dos ventos (NASCIMENTO; MELNYK, 2016). Outro meio de contaminação dos solos está relacionado ao descarte irregular de embalagens de pesticidas contendo resíduos do mesmo (NASCIMENTO; MELNYK, 2016). Após a contaminação, essas substâncias tem facilidade de atingir outros lugares pelo seu transporte, que pode ser realizado pelas águas que tocam aquele solo e atingem rios e lagos. Além disso, os pesticidas podem

infiltrar no solo e atingir águas subterrâneas, podendo comprometer abastecimentos de água (FLORES, *et al.*, 2004).

Como já citado anteriormente, existe também a contaminação da atmosfera. Essa contaminação pode se dar por diversos fatores tais como incineração de resíduos químicos (BAILEY, 2001), pela volatilidade da própria substância (GUIDA, 2016) e pela sua dispersão pelos ventos (NASCIMENTO; MELNYK, 2016).

A partir deste apanhado geral, observa-se que a abordagem deste assunto no ensino de Ciências pode suscitar debates de aspectos de várias dimensões: social, econômica, científica e ambiental. Moraes e colaboradores (2011) destacam a importância da abordagem desse conteúdo em aulas de química tanto para a aprendizagem do conteúdo químico quanto para informar os estudantes e minimizar os riscos de contaminação local e global.

Documentos norteadores do ensino de Química como os PCN+ (Parâmetros Curriculares Nacionais) (MEC, 2002) também destacam a importância de os estudantes desenvolverem competências nos domínios da representação e comunicação e da contextualização sócio-cultural associadas à abordagem da temática, como: análise e interpretação de diferentes tipos de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico ao interpretar informações de caráter químico em notícias e artigos de jornais, revistas e televisão sobre agrotóxicos; e de reconhecimento de aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente, por exemplo, no uso de inseticidas e agrotóxicos.

Em suma, no ensino, a temática pesticida não deve ser abordada como um “pretexto” para a introdução de assuntos como funções orgânicas, mas como uma QSC cuja abordagem foi caracterizada na seção anterior. O objetivo dessa abordagem está relacionado à formação de cidadãos que possam interagir melhor com o mundo e que esteja preparado para o que a vida pode proporcioná-lo, tanto no trabalho quando no lazer (CHASSOT, 1990).

2.2 Modelagem Analógica

Para entender o que é a modelagem analógica, faz-se necessário entender inicialmente o que são modelos e analogias a partir da perspectiva dos autores que embasam nosso trabalho.

De acordo com Knuuttila (2005, apud MOZZER; JUSTI, 2018) modelos podem ser definidos como recursos que estruturam e apoiam o pensamento humano que são expressos de alguma forma, a fim de favorecer o seu manuseio em diferentes práticas científicas. Entre essas práticas, a autora destaca as de *representação*, definida como uma atividade mediadora que estimula a criatividade e pode envolver objetos, processos e ideias que podem ser imaginados durante o processo; e as de *produção de conhecimento*, vinculado a objetivos específicos e a questões científicas relacionadas aos modelos produzidos.

Em consonância com esta perspectiva, Gilbert e Justi (2016) discutem que a utilização de modelos como ferramentas de pensamento possibilita a aprendizagem e a produção de conhecimentos, sendo possível apoiar a criatividade sobre como objetos podem ser, comportar-se e interagir entre si, sem depender da sua existência concreta no mundo real.

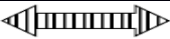
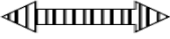
Como na ciência, nos processos de ensino e aprendizagem os modelos podem ser instrumentos que medeiam a teoria e a entidade modelada (MORRISON; MORGAN, 1999), com a possibilidade de elaboração de hipóteses e de desenvolvimento de teorias (GIERE, 1988).

Já as analogias são *relações de similaridade* estabelecidas entre uma entidade pouco familiar (a entidade modelada), chamada de *domínio alvo* (GENTNER, 1983), um *domínio análogo* (GLYNN, 1991), entidade de maior familiaridade para o estudante.

Vale ressaltar que nem toda comparação realizada entre dois domínios caracteriza uma analogia. Existem outros tipos de comparações, dentre as quais a mais comum entre os estudantes são as *comparações de mera aparência*, a partir das quais se atribui características de objetos (como, tamanho, cor, forma etc.) do domínio análogo ao domínio alvo. Além desta, há também a comparação do tipo *similaridade literal*, na qual atributos de objetos e relações de similaridade entre os domínios são colocados em correspondência (GENTNER, 1983).




Os quadros 1, 2 e 3 a seguir trazem o *mapeamento* (correspondência das similaridades entre os domínios análogo e alvo (GENTNER, 1989)) de exemplos desses tipos de comparação, baseados na representação proposta por Mozzer e Justi (2015). Nestes quadros, as setas bidirecionais hachuradas indicam as correspondências de atributos de objeto, enquanto as setas bidirecionais preenchidas indicam correspondências de similaridades relacionais.

Quadro 1. Mapeamento da comparação de mera aparência entre o grupo familiar caminhando e o grupo musical caminhando (questão 1.1 da atividade 4, Anexo 8.1)

Análogo (Grupo familiar caminhando)	Mapeamento	Alvo (Grupo musical caminhando)
Indivíduos atravessando a rua em um mesmo sentido.		Indivíduos atravessando a rua em um mesmo sentido.
Indivíduos vestidos e calçados de maneira semelhante aos da outra imagem.		Indivíduos vestidos e calçados de maneira semelhante aos da outra imagem.

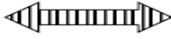
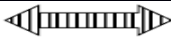
Pode-se observar que as correspondências estabelecidas no mapeamento no quadro 1 estão associadas a uma comparação de mera aparência, por se tratar de características físicas ou perceptivas superficiais.


Quadro 2. Mapeamento da analogia entre Equilíbrio físico e equilíbrio químico (questão 1.2 da atividade 4, Anexo 8.1)

Análogo (Equilíbrio físico)	Mapeamento	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.

No mapeamento do quadro 2, é possível observar correspondências de relações de similaridade entre os dois domínios, caracterizando uma analogia.

Quadro 3. Mapeamento de relações de similaridade literal numa comparação entre dissolução do açúcar e a dissolução do sal.

Análogo (Dissolução do açúcar)	Mapeamento	Alvo (Dissolução do sal)
Açúcar “desaparece” na água		O sal “desaparece” na água.
Forma-se uma solução líquida.		Forma-se uma solução líquida.

A interação açúcar-água é mais intensa do que as interações açúcar-açúcar e água-água.		A interação sal-água é mais intensa do que as interações sal-sal e água-água.
--	---	---

Já no mapeamento do quadro 3, evidencia-se correspondências entre domínios onde existe tanto uma relação de similaridade (referente à semelhança de interação entre as partículas dos sistemas) quanto atributos de objeto (referentes à características físicas perceptuais similares aos sistemas), que caracterizam uma similaridade literal.

A partir destes exemplos é possível constatar que o desenvolvimento de analogias exige uma reflexão mais profunda e abstração da parte dos estudantes, uma vez que não são estabelecidas a partir da correspondência de aspectos perceptuais superficiais, mas demandam uma tentativa de compreensão mais profunda do alvo na busca pelas relações de similaridade com o domínio familiar.

Alguns autores consideram que, associado à elaboração de modelos está o raciocínio analógico, devido às relações de similaridade (mas não de identidade) do modelo com o que ele quer representar ou explicar (DUIT; GLYNN, 1996). Mozzer e Justi (2018) também estão entre os autores que destacam a importância do raciocínio analógico como processo cognitivo de produção de modelos. Nersessian (1999) também sustenta esses pressupostos, pois afirma que o raciocínio analógico está associado ao processo de abstração, desenvolvendo assim a capacidade de construção, manipulação e avaliação dos modelos produzidos. Outro autor é Clement (2008), que considera que as analogias podem auxiliar no processo de produção de modelos como *fonte de ideias* que podem ser modificadas e elaboradas para se ajustar ao modelo.

Desta forma, a visão sobre modelos e analogias como artefatos de pensamento na ciência e no ensino e na aprendizagem de Ciências tem sustentado a discussão da modelagem e da modelagem analógica (JUSTI, GILBERT, 2002; GILBERT; JUSTI, 2016; MOZZER; JUSTI, 2018).

Justi e Gilbert (2002) desenvolveram um diagrama para representar o processo de modelagem científica, denominado por eles “Modelo de Modelagem”, o qual consta na figura 1 na versão divulgada em seu trabalho mais recente (GILBERT; JUSTI, 2016).

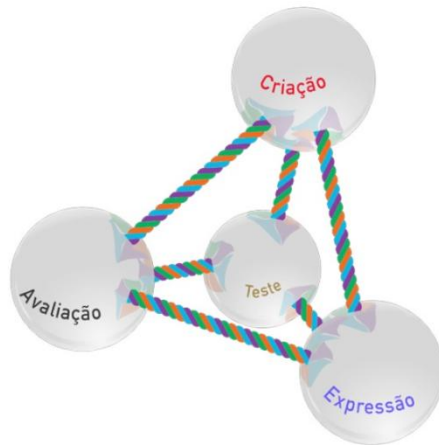


Figura 1: Modelo de Modelagem (GILBERT; JUSTI, 2016, p.36).

A figura 1 expressa de forma simplificada o processo de modelagem na perspectiva de Justi e Gilbert (2016), o qual de acordo com esses autores envolve quatro etapas gerais interligadas. A etapa chamada de *Criação*, inclui a definição do objetivo do modelo que será criado, as experiências (diretas ou indiretas) com o domínio alvo (entidade modelada) e a elaboração do modelo inicial; a etapa de *Expressão* do modelo a partir de algum modo: concreto (p. ex. modelos 3D, desenhos); verbal (p. ex. analogias); matemático (p. ex. equações, gráficos); simulações (p. ex. gestuais, computacionais) ou alguma combinações destes modos; a etapa de *Teste* abrange experimentos mentais e/ou empíricos sobre esse modelo (para analisar se o mesmo consegue explicar certas questões, por exemplo) e a revisão do mesmo, quando necessário; e a etapa de *Avaliação* a partir da qual se determina a abrangência do modelo formulado e as limitações do mesmo em outro contexto de utilização.

A vista das semelhanças entre os processos de modelagem e modelagem analógica na ciência descritos na literatura de Filosofia da ciência, Psicologia cognitiva e Educação em Ciências, Mozzer e Justi (2018) propuseram a seguinte descrição das etapas da *modelagem analógica*, com base nas etapas da modelagem caracterizadas por Justi e Gilbert (2002):

- Na etapa de *elaboração* do modelo e da analogia os professores apresentam os objetivos dos mesmos para os estudantes. Posterior ou simultaneamente, há a auxílio aos estudantes para que tenham ou relembrem experiências com o domínio alvo (entidade modelada). Estas podem provir de observações, de informações disponíveis na literatura ou de suas estruturas cognitivas. Em paralelo, há a seleção do domínio análogo pelos estudantes, com o qual seja possível estabelecer uma analogia para que tenha a elaboração de um modelo inicial.

- Na etapa de *expressão*, os estudantes são solicitados a expressar os modelos iniciais, usando qualquer modo de representação. É necessário ter solicitações explícitas para que os estudantes expressem os modelos a partir de analogias e consigam apontar as similaridades e as diferenças entre os domínios comparados. É necessária também a identificação e expressão das diferenças entre os domínios – aspectos que não devem ser comparados – para permitir uma avaliação das mesmas.
- Na etapa de *testes*, em relação às analogias, há a realização de testes mentais envolvendo as similaridades e diferenças identificadas pelos estudantes. Caso nessa etapa a analogia falhe é necessária a sua reformulação ou a formulação de outra comparação. O mesmo ocorre no teste do modelo produzido, os questionamentos do professor e a disponibilização de informações sobre a entidade modelada são imprescindíveis para orientar os estudantes na (re)elaboração de suas explicações.
- Na etapa de *avaliação*, após o modelo e a analogia terem sido bem-sucedidos nos testes, faz-se proposições de novas situações para que os estudantes os utilizem, com o intuito de que eles identifiquem as limitações e a abrangência dos modelos e das analogias produzidos e revisados.

Como evidenciado na figura 1, este processo é dinâmico, não tendo uma ordem direta de acontecimento destes eventos, sendo que os mesmos podem acontecer mais de uma vez ao longo de um processo de construção e crítica dos modelos e analogias.

Propostas de ensino fundamentadas neste processo têm sido elaboradas e desenvolvidas em salas de aula. Nos trabalhos de Andrade e Mozzer (2016) e Mozzer e Justi (2018) as autoras analisam o desenvolvimento de propostas elaboradas em torno do tema equilíbrio químico e dissolução, respectivamente. Nessas pesquisas foi possível evidenciar o papel das analogias como fonte de ideias para a elaboração de modelos progressivamente mais coerentes como os modelos curriculares para os processos mencionados.

Além da aprendizagem conceitual, de acordo com Aragón e Oliva (2009), o raciocínio analógico pode promover o desenvolvimento de capacidades relacionadas à expressão de ideias, elaboração de hipóteses e à proposição de explicações pelos estudantes, aspectos esses importantes na abordagem de QSC.

Como Sadler (2011) afirma, a alfabetização científica deriva de abordagens de ensino que os estudantes trabalham com conceitos e situações de confronto e negociações de ideias e neste sentido atrelar o processo de modelagem analógica à discussão de QSC pode ser algo profícuo. Isso porque no contexto do ensino

fundamentado na modelagem analógica há um estímulo criativo nos estudantes, a fim de os mesmos consigam expressar ideias, emitir opiniões, explicá-las e justificá-las em uma atmosfera de diálogo.

2.3 Aprendizagem e Dialogia

O construtivismo assume uma diversidade muito grande termos de teoria da aprendizagem, mas há dois de seus pressupostos principais reconhecidos pela comunidade acadêmica como gerais: (1) conhecimento não se transmite, este é construído de forma ativa pelos indivíduos; (2) os conhecimentos prévios do indivíduo influenciam na aprendizagem. Diante disso, há indícios de que a partir do encontro de novas ideias com outras já existentes (interação) há uma estruturação mais concreta do significado para o indivíduo (MACHADO, 2014).

Segundo Smolka (1993), essa significação está atrelada à concessão de significados aos objetos/fenômenos/processos que estão sendo abordados, podendo-se dizer que o significado é produzido como aquilo que é assimilado pelo indivíduo.

No ensino de Ciências, em específico, o construtivismo contribuiu para a desmistificação de que a aprendizagem se realiza apenas por memorização e repetição, sem a presença de um indivíduo ativo e participativo no processo (MACHADO, 2014).

Nas duas últimas décadas do século XX, pesquisadores começaram a entender que o processo exclusivamente individual de construção do conhecimento não era suficiente para abarcar todos os processos que envolviam a aprendizagem dos estudantes. A partir disso, começaram a surgir trabalhos que se dedicam a investigar as relações entre interações sociais e o processo de ensino aprendizagem.

A partir de uma perspectiva sócio-histórico cultural, Vygotsky (1987) destacou a importância do social na construção do indivíduo e da linguagem na mediação da aprendizagem. Esta é considerada por ele como um veículo pelo qual os estudantes atribuem e negociam os significados de suas experiências. Assim, a socialização de ideias e o contexto sócio-histórico e cultural em que estas são expressas e negociadas influenciam na aprendizagem dos estudantes.

Dessa forma, a aprendizagem está relacionada com o universo cultural, experiências anteriores e conhecimentos prévios dos indivíduos, proporcionando assim uma reflexão consciente sobre as relações entre as ideias expressas em uma determinada situação (MORTIMER, 1994).

A linguagem e a cognição formam-se de forma mútua. A partir dela aspectos que se relacionam com os processos de significação, linguagem e a subjetividade são problematizados (SMOLKA, 1997).

Segundo Morato (1996), a importância da linguagem está relacionada à comunicação e às trocas de experiências dos indivíduos que ocorrem em processos interativos. Por esse motivo, de acordo com Fontana (1996), o processo de *conceitualização* deve ser contemplado como *práticas social dialógica e pedagógica mediadas pela palavra e pelo outro, respectivamente*. Para Vygotsky (1987), tal processo está relacionado com a elaboração de significados de conceitos científicos, os quais são constituídos por um sistema hierárquico de inter-relação, são aprendidos sistematicamente e esse aprendizado generalização (identificação de elementos comuns a um mesmo conceito) e abstração (conceitos entendidos fora do vínculo concreto e factual em que são dados na experiência).

Com base nas ideias de Vygotsky, Fontana (1996) afirma que a relação do estudante com o conceito trabalhado é sempre mediada por algum outro conceito. Além disso, ela considera que ~~sendo~~ as interações entre os sujeitos (professor e estudante) é caracterizada relações de ensino em que há como finalidade ensinar/aprender e formar/ser formado, aplicadas para ambos os sujeitos do processo.

A autora ressalta que as práticas sociais pedagógicas são aquelas mediadas pelo sujeito, sendo este muitas vezes o(a) professor(a) com a finalidade anteriormente mencionada: ensinar/aprender. Este sujeito tem os importantes papéis de encorajador e de facilitador da elaboração de significados pelo estudante, tanto individual quanto coletivamente, por meio da promoção de situações a partir das quais os estudantes vivenciem, e façam uso dos conceitos científicos para que os mesmos sejam realmente formados e sistematizados (GÓES, 1997).

Machado (2014) diz que o papel de mediador do professor nesta perspectiva vai além de apenas auxiliar na construção do conhecimento; ele auxilia também na construção do próprio sujeito tendo em vista que o mesmo será direcionado a emitir opiniões e justificativas e a desenvolver sua criticidade.

A partir do final da década de 80 e na década de 90 os processos intermentais e intramentais de significação e atribuição de sentido foram abordados principalmente por Bakhtin. O mesmo relacionou em sua Teoria da Enunciação as interações orais e escritas com as condições concretas da vida, levando em conta a elaboração e reformulação histórico-social da linguagem (SMOLKA, 1988).

Bakhtin (1992) retrata que os conhecimentos são elaborados *no* discurso e *pelo* discurso, ou seja, a consciência só é capaz de internalizar conhecimentos a partir de signos (formas de linguagem) que são adquiridos pelas relações sociais pelas quais o indivíduo passa.

Para Bakhtin (1992) a enunciação é produto do ato da fala, mas não é única nem individual. Ela está relacionada com a comunicação verbal, onde se entende que há mais aspectos que ajudam na interpretação da mesma, como a entonação que, por exemplo, pode ditar uma exigência ou uma solicitação. Portanto, “*a enunciação é de natureza social*” (p. 109).

Para Bakhtin, o dialogismo (compreensão/recepção de uma enunciação) pode ser exposto em *como* o enunciado é interpretado e *n(o quê)* influenciou essas interpretações, já que o mesmo está relacionado com contexto histórico-cultural e com a linguagem do indivíduo. Com isso, o enunciado não pode ser analisado apenas a partir da perspectiva de quem o produz. Essa análise é contextualizada com o entendimento expresso por cada interlocutor envolvido (MACHADO, 2014).

Relacionado ainda ao discurso e ao entendimento do indivíduo, Bakhtin (1992) diz que o objeto falado em um discurso de um indivíduo não é objeto apenas em seu discurso, mas pode ter sido objeto em diferentes outros discursos, ou seja, aquilo já foi falado, controvertido, esclarecido e julgado de diversas maneiras anteriormente, onde podem ter sido formados diferentes pontos de vista, visões de mundo e tendências. Dessa forma, de acordo com o autor introduz-se a *atmosfera do “Já-dito”*.

De acordo com Bakhtin (1992), as relações dialógicas são profundas, originais e reais; dependem da situação em que ocorrem, dos indivíduos presentes e das interpretações dos mesmos. Para o autor, essas relações são *encontro de várias vozes, opiniões, experiências e senso comum em um diálogo*.

Segundo o autor, o aspecto comum existente entre enunciados e suas possíveis interpretações já gera relações dialógicas. Como exemplo, ele cita o diálogo por sinais entre dois surdos. A partir do qual discute que uma vez que existe a compreensão, a interação e a comunicação entre os indivíduos, há relações dialógicas nesse cenário.

A *concordância* é uma relação dialógica abordada por Bakhtin (1992) e considerada uma das mais importantes. Ela se torna importante pela variedade de vozes presentes em enunciados distintos, mas que concordam entre si.

Nesse contexto da dialogia de Bakhtin, Smolka (1993) considera que a significação está relacionada a um encontro de vozes, num processo ativo, que pode

ocorrer de várias formas. As vozes citadas aqui podem se referir a do professor, a dos livros didáticos, a dos estudantes, a do senso comum e a das experiências e podem ser expressas de forma verbal, escrita, gesticulada etc.

A partir dos estudos destacados neste referencial teórico, acreditamos que o processo de significação acontece a partir de um encontro de vozes, onde há o compartilhamento de experiências de cada indivíduo e uma reflexão cada vez mais profunda sobre o assunto abordado.

3. METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste trabalho tem natureza qualitativa. Por isso, foca no entendimento de processos e fenômenos, considerando suas complexidades e particularidades (BELL, 2008).

Apesar de existir vários âmbitos dentro da análise qualitativa em educação, aqui realizamos esta análise por meio de dados descritivos sobre o processo dialógico que ocorreu no desenvolvimento da SD e não apenas o produto final da aprendizagem dos estudantes, ou seja, os conceitos científicos (CARVALHO, 2011).

Como mencionado na seção Introdução, este TCC foi realizado como parte do Projeto Abordagem de Questões Sociocientíficas no Ensino de Química, do qual sou bolsista de Iniciação Científica sob orientação da Prof. Dra. Nilmara Braga Mozzer. Essa pesquisa iniciou-se com a revisão da literatura sobre QSC, modelagem analógica e sobre dialogia e relações dialógicas em sala de aula. Isso foi realizado ao longo de todo ano de 2017. Posteriormente, a autora deste trabalho, em conjunto com a orientadora do mesmo, decidiram analisar parte dos dados da pesquisa de Mestrado em fase de desenvolvimento, realizada pela mestranda em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Adriana Moreira Lima, orientada pela mesma orientadora deste trabalho, Prof. Dra. Nilmara Braga Mozzer.

Essa escolha se justifica pela relevância da temática sociocientífica abordada. Além disso, seu caráter controverso aliado a sua fundamentação na modelagem analógica realçam o potencial dialógico dessa proposta de ensino.

O trabalho desenvolvido pela mestranda consistiu na aplicação em sala de aula de uma SD centrada em uma QSC sobre o uso de pesticidas fundamentada na modelagem analógica (ANDRADE, 2017). Tal SD consiste de nove atividades (vide anexo 8.1), sucintamente descritas na seção seguinte.

Como uma questão sociocientífica, a temática permite a abordagem de diferentes dimensões: social, científica, ambiental, política, entre outras. No caso específico da SD proposta, a dimensão científica foi priorizada no processo de criação, crítica e reformulação de modelos e analogias (modelagem analógica) a que embasa.

4.1 Descrição geral da SD e da Atividade Analisada

A SD foi desenvolvida por Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade, mestre em Educação pela Universidade Federal de Ouro Preto. Ela consiste de nove atividades que foram desenvolvidas em 23 aulas cada uma de 45 minutos.

Cada uma dessas atividades fomenta a construção de certos conhecimentos necessários para a avaliação do uso de três pesticidas (Malathion, Dieldrin e Cipermetrina) e encontram-se descritas a seguir :

- A atividade 1: consiste em uma atividade introdutória para diferenciar os tipos de comparações mais comuns (mera aparência, similaridade literal e analogias), elaborada a partir de comparações do cotidiano e de uma comparação comum no ensino de Química;
- A atividade 2: consiste em sondar os conhecimentos prévios da turma sobre pesticidas: o que são, se já utilizaram em casa, como eles adquiriram tal conhecimento, o que eles achavam sobre o uso de pesticidas etc.;
- A atividade 3: consiste em fornecer, por meio de um texto, algumas informações referentes à utilização dos pesticidas; apresentar três pesticidas (Malathion, Dieldrin e Cipermetrina) comumente utilizados como controladores do mosquito que transmite doenças como Dengue e zika; e por em discussão o que faz a utilização dessas substâncias ser benéfica ou maléfica à saúde e ao meio ambiente;
- A atividade 4: consiste na apresentação de uma reportagem sobre a lei nacional que autoriza a pulverização aérea de pesticidas e no fornecimento de dados que relacionam a massa de cada pesticida com sua volatilidade. A partir desses dados, os estudantes são solicitados a produzir, criticar e reformular modelos e analogias que consigam explicar as relações mencionadas. Essa atividade é descrita em mais detalhes em um momento posterior nesta seção.
- A atividade 5: consiste em fornecer novos dados relacionados ao comportamento dos pesticidas em questão em relação aos seus comportamentos em água. Há também novas solicitações de produção, crítica e reformulação de modelos e analogias para explicar esses comportamentos;
- A atividade 6: consiste em apresentar os óleos essenciais como uma solução alternativa para o combate ao mosquito *Aedes aegypti* em relação à utilização de pesticidas. Há solicitações para que os estudantes testem os modelos e analogias anteriores na tentativa de explicar o comportamento dos óleos essenciais no ar e na

água;

- A atividade 7: consiste em fornecer novos dados sobre a persistência dos pesticidas e dos óleos essenciais. Suas solicitações são feitas em relação à análise de potenciais riscos de contaminação dos pesticidas e óleos essenciais e nova análise de validação dos modelos e analogias elaborados;

- A atividade 8: consiste em apresentar, por meio de vídeos, alguns pontos de vista de especialistas (um médico sanitário, um químico ambiental e um químico orgânico) sobre o uso de pesticidas e de óleos essenciais no combate aos vetores de doenças. Tal atividade tem o propósito de auxiliar os estudantes a considerarem diferentes dimensões na elaboração de argumentos sobre o uso de pesticidas na última atividade;

- A atividade 9: consiste na solicitação aos estudantes de elaboração de um parecer técnico contendo um posicionamento sobre o uso de pesticidas no combate aos vetores de doenças. O parecer deve conter a questão problema a ser resolvida, as etapas que a comissão usou para resolver a questão problema, o posicionamento do grupo em relação à questão e justificativas, os critérios utilizados para emissão do parecer e, por fim, as implicações do posicionamento do grupo.

Detalhamento da atividade 4

A atividade inicia-se com a discussão de trechos de uma reportagem sobre a lei que autoriza a utilização de pesticidas no combate do mosquito *Aedes aegypti* para o controle de doenças que o mesmo transmite (primeira parte).

A partir disso, solicita-se aos estudantes que se imaginem como parte de uma comissão técnico-científica que irá pesquisar o comportamento dos pesticidas no meio ambiente, a qual terá que emitir um parecer técnico no qual exista um posicionamento (contra ou a favor) à utilização de pesticidas para a finalidade mencionada, com base nas atividades que serão vivenciadas.

Na segunda parte dessa atividade são apresentados três pesticidas aos estudantes: Malathion, Dieldrin e Cipermetrina – e são fornecidos dados de suas massas molares e volatilidades.

Primeiramente os estudantes são solicitados a prever o comportamento desses pesticidas quando são dispersos no ar, pensando no nível submicroscópico (das partículas) e a produzir um modelo para representar tal comportamento. Para a produção desses modelos foram disponibilizados para os estudantes materiais como: bolas de isopor de diferentes tamanhos, palitinhos de madeira, canetas coloridas e massinhas de modelar.

Posteriormente é solicitado aos estudantes expliquem esse comportamento para um membro do governo a partir de uma analogia para facilitar a compreensão do mesmo. Finalmente, os estudantes são solicitados a usar seus modelos e analogias para explicar as possíveis relações entre as massas e as volatilidades dos pesticidas analisados e a reformulá-los (ou elaborar novos) caso identifique que os mesmos atendem parcialmente (ou não atendem) a tal finalidade.

Para realização deste trabalho analisamos o desenvolvimento da atividade 4. Esta atividade foi escolhida por ser a primeira atividade centrada na proposição e crítica de modelos e analogias pelos estudantes e, por isso, ter grande potencial de fomentar o diálogo entre os estudantes e destes com as pesquisadoras e a professora na discussão de suas ideias e na busca por informações.

3.2 A Amostra, o Contexto Pesquisado e a Coleta de dados

A SD foi desenvolvida em uma escola pública no município de Itabirito, Minas Gerais. Para o seu desenvolvimento foi selecionada uma turma de 25 estudantes que cursavam o 3º ano do ensino médio, por esperar que os estudantes tivessem mais conhecimentos prévios para discutir os conceitos químicos trabalhados.

A turma foi dividida em grupos de trabalho constituídos em média de 6 integrantes cada¹. Selecionamos um grupo com quatro integrantes (dois homens e duas mulheres), devido à assiduidade e engajamento dos mesmos durante toda a aplicação da SD, e, especialmente, pelo número de interações que estabeleceram entre si e com a professora e as pesquisadoras na realização da atividade 4.

Além disso, os integrantes do grupo mostravam-se interessados, não sendo necessárias intervenções disciplinares da professora. Inicialmente, os estudantes pesquisados mostraram timidez, mas ao se engajarem no desenvolvimento dos modelos durante a atividade, eles se mostraram mais confortáveis com a situação de pesquisa.

Além da professora, participaram do desenvolvimento das atividades duas pesquisadoras. Todas as três são formadas no Curso de Química Licenciatura pela Universidade Federal de Ouro Preto, sendo uma das pesquisadoras Mestre em Educação pela mesma universidade, e a professora e a outra pesquisadora mestradas no mesmo programa de pós-graduação. A professora conduziu toda a aplicação da SD. No entanto, tendo em vista o número de estudantes, ficaria inviável uma única professora

¹ Às vezes esse número variava em função da ausência de algum integrante nas aulas de desenvolvimento da sequência didática.

conseguir auxiliar todos os grupos em atividades que os estudantes não tinham familiaridade. Por isso, as pesquisadoras também auxiliaram os grupos.

A SD foi desenvolvida em um total de 5 aulas de 45 minutos cada. Essas aulas foram registradas em áudio e em vídeo. Havia uma câmera e um gravador em cada grupo de trabalho, na tentativa de assegurar uma melhor qualidade de registro dos dados e devido ao nosso foco nas falas e expressões não verbais (como gestos e ilustrações) tanto dos estudantes quanto das pesquisadoras e da professora.

Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Ouro Preto. Os participantes e/ou seus responsáveis (para participantes menores de 18 anos) assinaram um termo de Consentimento Livre e Esclarecido (vide Anexos 8.2, 8.3 e 8.4).

3.3 Análise dos dados

A análise dos dados desse trabalho consistiu da seleção de episódios de ensino, transcrições desses episódios e na análise dos mesmos com foco na dialogia. Assumimos a definição de “episódio de ensino” proposta por Carvalho e Gil Pérez (1993, apud Carvalho 2009): “momentos extraídos de uma aula, onde fica evidente uma situação que queremos investigar” (p. 33).

No que se refere à dialogia, fundamentamos nas ideias de Bakhtin (1992), que considera que a construção do sentido é baseada em relações dialógicas, ou seja, quando há o *encontro de várias vozes, opiniões, experiências e senso comum em um diálogo*. Ainda de acordo com Bakhtin (1992) a compreensão é ativa, permeada por interações sociais e histórico-culturais, onde há trocas de experiências e diversidade. Sem estes elementos do processo dialógico a possibilidade de uma compreensão e construção de um conhecimento é menor (ou inexistente). O conhecimento não é algo construído individualmente, mas sim no coletivo.

A seleção dos episódios foi realizada após a visualização sistemática dos vídeos das aulas em que a atividade 4 foi desenvolvida. Selecionamos os momentos que continham uma maior quantidade de diálogos nas situações em que os estudantes trabalhavam para atender as solicitações de cada item da atividade, buscando identificar os elementos dialógicos presentes e analisar como esses elementos auxiliavam na compreensão dos estudantes. Vale ressaltar que essa compreensão nem sempre coincide com a cientificamente aceita.

As transcrições dos diálogos presentes nos episódios de ensino foram realizadas com base nos trabalhos de Carvalho (2011) e de Lima (2015). As mesmas também foram realizadas da forma mais fidedigna possível, pela relevância de se manter informações importantes para a análise de cada episódio, como entonação, pausas, humor, grau de certeza etc., (CARVALHO, 2011).

A fim de tornar a leitura mais fluida e de favorecer entendimento do leitor, optamos pelos seguintes ajustes nas transcrições: cada fala tem uma numeração (turno de fala) sequencial dentro de cada episódio; toda fala inicia-se por letra maiúscula; entre parênteses existem comentários e esclarecimentos da autora deste trabalho; e dois parênteses são abertos e fechados (()), quando ocorre alguma ação dos indivíduos entre uma fala e outra. Mantivemos também alguns sinais, como: reticências no caso de pausas e ponto final ao final de cada fala em que o indivíduo concluía seu pensamento. As transcrições são apresentadas em quadros para facilitar a sua localização pelo leitor.

Em observância aos princípios de ética na pesquisa, na transcrição foram utilizados os seguintes códigos para preservar a identidade dos participantes:

Professora: Prof.	A1: Aluno 1 do grupo em análise
P1: Pesquisadora 1	A2: Aluno 2 do grupo em análise
P2: Pesquisadora 2	A3: Aluno 3 do grupo em análise
	A4: Aluno 4 do grupo em análise

Na análise propriamente dita de cada episódio de ensino buscamos discutir, com base na literatura, *como* a dialogia se apresentava e *qual a sua importância na compreensão dos estudantes*.

Na seção seguinte, os episódios são apresentados em uma sequência cronológica e descritos de forma contextualizada para facilitar a compreensão do leitor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Episódio de ensino 1

Na primeira aula da atividade 4 houve a leitura do texto “Lei que autoriza pulverização aérea” realizada pela professora em conjunto com a turma. Aquele momento foi solicitado aos estudantes que imaginassem que eles faziam parte de uma comissão técnico-científica que iria pesquisar o comportamento dos pesticidas no meio ambiente. Essa equipe tinha sido contratada por um órgão governamental e seria responsável por emitir um parecer técnico com um posicionamento (contra ou a favor) ao uso de alguns pesticidas no combate ao mosquito *Aedes aegypt*.

Em seguida, uma nova leitura de um texto intitulado “Como os pesticidas se comportam na atmosfera?”, foi realizada com a turma. Após as leituras, a turma foi dividida em quatro grupos para que os estudantes realizassem em conjunto as solicitações das atividades.

A primeira dessas solicitações foi a criação de um modelo para explicar como os pesticidas se comportam quando são lançados na atmosfera (vide questão 1.1 da Atividade 4, Anexo 8.1). Durante a realização das atividades, a professora e as pesquisadoras presentes passavam de grupo em grupo para auxiliar os estudantes.

A transcrição a seguir demonstra uma parte do desenvolvimento do modelo proposto pelo grupo:

Quadro 4. Transcrição episódio de ensino 1.

1. A2: E essa pequeninha aqui é para pintar de quê? tanto faz?
2. A3: E essa massinha a gente faz o quê?
3. A2: Coloca no chão para fingir que é a grama.
4. A3: Ah tá.
5. A2: Mas uai você vai tacar pesticida onde... tem que ser em alguma coisa né então finge que é as plantas... coloca esse negócio verde essa massinha verde aí a gente vai estar jogando o pesticida na grama.
6. A1: O que você está arrumando?
7. P1: Vou tirar foto do seu modelo.
8. A1: É tipo aqui é o pesticida em contato com o ar e vai se espalhando.
9. P1: Tá eu vou tirar foto dele.

10. A1: A gente pode deixar essa grama aqui e depois mostrar que ele se espalha.
11. A2: Mas eu falei para fazer a grama e o pesticida se espalha nela tem que jogar em alguma coisa.
12. A1: Então minha filha você não está entendendo o raciocínio aqui está o pesticida em contato com o ar depois por baixo a gente coloca a plantação onde ele vai cair, entendeu?
13. A2: Então aí você pega dois palitinhos e essa parte vai ficar desse jeito aí você coloca dois palitinhos assim oh e coloca a grama por baixo.
14. A1: Entendi

É possível observar nesse episódio o início de uma busca pela compreensão do que seria representado no modelo. Nos turnos 1 e 2 os estudantes A2 e A3 tentam se orientar no sentido de saber o quê eles precisam representar e em como usar os materiais que foram fornecidos.

Ao longo do restante do trecho do episódio anterior, os estudantes discutiram para tentar entender o que A2 estava querendo produzir como modelo. Tal entendimento foi sendo alcançado, à medida em que ele verbalizava o que ele considerava importante representar. Segundo Bakhtin (1992), a enunciação só é realizada, de fato, a partir de uma comunicação verbal. A verbalização das ideias faz parte de uma construção de sentido dialógica, ou seja, a construção de um significado a partir de explicações verbalizadas e/ou demonstradas em desenhos, tabelas etc.

Por meio de palavras fortes e firmes (p. ex: “Mas eu *falei para fazer* a grama e o pesticida se espalha nela *tem que jogar* em alguma coisa”), as ideias de A2 sobre como montar o modelo que tinha em mente sobressaíram, de forma que ele conseguiu convencer os outros integrantes do grupo a utilizá-las (turnos 11 ao 14). Seu poder de persuasão está relacionado com a linguagem que ele expressa, que é mais recorrente e conhecida pelos outros integrantes e que fazem com que os enunciados proferidos por A2 tenham um significado coerente para eles, por mais que os estudantes ainda não estejam de acordo com a solicitação da atividade.

De acordo com Bakhtin (2005) os indivíduos compreendem e reagem apenas às palavras que para eles tem um sentido ou significado que conheçam. Dessa forma, as falas do estudante A2, dentro daquele contexto, faziam sentido para os demais integrantes, permitindo que os mesmos entendessem o que ele queria dizer e guiando suas ações.

Por outro lado, no turno 5, fica clara a incompreensão dos estudantes sobre o que deveria ser realizado de acordo com a solicitação do item 1.1 da atividade (vide anexo 8.1), tendo em vista que o estudante A2 propôs uma representação macroscópica do ambiente onde os pesticidas cairiam, quando o que fora solicitado na atividade é a elaboração de representações no nível submicroscópico para representar o comportamento das partículas de pesticidas no ar. Esse trecho também evidencia a importância da comunicação verbal, uma vez que a interpretação da solicitação, inicialmente, foi feita apenas por meio da leitura da atividade, sem um diálogo explicativo da professora ou das pesquisadoras com o grupo.

4.2 Episódio de ensino 2

Após a produção pelos estudantes das primeiras representações utilizando os materiais fornecidos pela professora, houve a intervenção da mesma a fim de esclarecer os aspectos que seus modelos precisavam explicar: o comportamento das partículas constituintes dos pesticidas frente às partículas constituintes do ar.

Os estudantes, então, propuseram o modelo da figura 2, no qual buscaram representar os pesticidas (por meio de bolas de isopor maiores, preenchidas de forma diferente para indicar os diferentes pesticidas mencionados na atividade), entrando em contato com as partículas de ar (representado por uma bola de isopor única e pequena). Eles também usaram palitos de dente para “ligar” as partículas de pesticidas com as partículas de ar.

Neste modelo podemos observar que os estudantes imaginavam que haveria uma ligação entre todas as partículas de ar e pesticidas presentes. Isso pode demonstrar a limitação do entendimento dos estudantes sobre as interações intermoleculares que evidenciaram imaginar ligações interatômicas entre as partículas.



Figura 2. Modelo proposto pelos estudantes para representar as partículas de ar “ligadas” às partículas de pesticida.

Já aula seguinte, a professora fez a segunda solicitação da atividade 4: *“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?”*

Os estudantes iniciaram uma discussão entre e a pesquisadora para a formulação da analogia, como ilustra a transcrição:

Quadro 5. Transcrição episódio de ensino 2.

1. A2: O que é analogia?
2. P1: Lembra naquele primeiro dia que tínhamos o desenho do menino da esteira correndo? (P1 se refere à solicitação 1.2 da atividade 1 do anexo 8.1)
3. A3: Lembro.
4. P1: Então isso era uma analogia, você vai estabelecer uma relação disso daqui que está acontecendo (novamente mostra o modelo da figura X) com uma analogia. O que eles estão fazendo? Eles estão parados?
5. A1: Não.
6. P1: Eles estão o quê?
7. A2: Eles estão em movimento.
8. P1: Beleza, além de estar se movimentando o que acontece entre eles?

9. A3: Os choques.

10. P1: Isso os choques. Você pode fazer uma relação com isso daqui com alguma coisa do seu dia a dia? Lembra que a analogia era assim, do equilíbrio químico a medida que o menino corre na esteira pra frente, a esteira vem para traz, da mesma forma com que a reação direta e inversa no equilíbrio químico têm a mesma velocidade, porque se a esteira tivesse uma velocidade maior o menino iria cair, então tem que estar na mesma velocidade, então isso é uma relação, que eu estou fazendo entre o equilíbrio químico e o menino na esteira, então agora eu estou pedindo para vocês estabelecerem essas relações, uma analogia entre o que a gente acabou de falar, do movimento choque com alguma coisa do nosso dia a dia, alguma coisa que vocês lembrem e que tenha relações parecidas, pensa um pouquinho aí, pode ser qualquer coisa.

((Eles ficam quietos, pensando, sem conversar.))

12. A2: Poderia ser aquele negócio de banheiro, porque espalha e dá um cheiro.

13. A1: Então fala com ela.

14. A2: Então como chama aquele negócio de jogar no banheiro e dá cheiro. Aquilo que faz (balança mão e faz som com a boca de xiiiiiii) é bom ar que fala?

15. A1 e A3: É.

16. A1: Pode ser quando eu vou usar um perfume assim, que eu joga (faz o movimento no corpo).

17. A2: 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.

Nesse trecho é possível observar logo no primeiro turno, que o conceito de analogia ainda não está claro para os estudantes. Ao se dar conta disso, P1 relembra um exemplo de analogia já visto em sala de aula, e explica o que é necessário considerar na elaboração de uma analogia (turnos 4 e 10). Essa ação de P1 é coerente com o papel de encorajador e facilitador da construção do conhecimento do estudante de forma individual e coletiva atribuído ao professor/tutor por Góes (1997).

O trecho do diálogo transcrito também evidencia que os esclarecimentos de P1 para a ideia de analogia, usando como base o exemplo de analogia de uma das atividades anteriores, resultou no início de uma nova significação da solicitação da atividade. Isso pode ser evidenciado pelo fato de nos turnos 12 ao 17 os estudantes discutiram o comportamento de algumas substâncias de seu conhecimento (o Bom Ar®

e o perfume) com o intuito de selecionar o melhor análogo e de estabelecer relações de similaridade com o pesticida.

No turno 12, A2 deu os primeiros indícios da relação de similaridade de espalhamento das partículas, estabelecida entre o análogo selecionado e o alvo. Já no turno 17, especificamente, pode-se observar que A2 fundamenta a sua escolha do Bom Ar®, na similaridade da maior amplitude de alcance dos componentes deste análogo e do alvo (pesticidas) em relação ao alcance do perfume.

O levantamento das correspondências entre o domínio alvo e análogo e o mapeamento das mesmas são muito importantes, tanto para a análise posterior de suas limitações a fim de que as características comparáveis se sobressaiam às não comparáveis (SOUZA *et al.*, 2006), quanto para que com essa explicitação das correspondências entre domínio alvo e análogo a comparação não se torne apenas uma linguagem metafórica que não contribui para a compreensão do alvo (AUBUSSON *et al.*, 2006).

De acordo com Ramos (2015), este processo de seleção e análise de análogos pelos estudantes tem grande importância por fomentar situações argumentativas² no ensino, como a que tivemos indício nos turnos de fala 16 e 17. Naquela situação, o estudante A2 fundamentou seu argumento em defesa do análogo Bom Ar® na evidência de sua maior amplitude de espalhamento no ar em relação ao perfume. Neste processo, Ramos (2015) enfatiza que interações dialógicas precisam ser promovidas pelo professor a fim de obter analogias mais consistentes.

Dessa forma é possível observar nos turnos 13 ao 17 uma negociação de significados que passa pelas experiências anteriores de cada integrante do grupo. Isso realça o papel da linguagem e cultura nessa negociação, uma vez que os estudantes utilizam seus conhecimentos sobre o uso de odorizadores e perfumes para tentar significar o comportamento dos pesticidas (GLASSON; LALIK, 1993).

4.3 Episódio de ensino 3

Ainda na mesma aula do evento 2, houve um momento de debate entre a pesquisadora e os estudantes sobre as semelhanças e as diferenças entre os domínios alvo e análogo, a fim de chegarem à conclusão se a analogia seria viável ou não para

² Em seu trabalho, Ramos (2015) leva em consideração situações argumentativas nas quais os estudantes e o professor precisam apoiar suas opiniões baseando-se em evidências e apresentando justificativas.

ajudar a explicar o comportamento das partículas dos pesticidas no ar, como mostra o trecho a seguir:

Quadro 6. Transcrição episódio de ensino 1.

1. P1: Tá, então qual é a relação que vocês estabelecem entre o bom ar o glade com esse modelo aqui?
2. A2: Tipo vai ser a mesma coisa, tudo que acontecer com esse daí, vai acontecer no bom ar.
3. P1: Quando os pesticidas sair, por exemplo, do avião e entrar em contato com o ar...?
4. A2: Vai ser a mesma coisa ele vai estar se espalhando 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 o cheiro vai se espalhando, tipo qualquer lugar de um cômodo você vai sentir o cheiro. Normal igual acontece com esse daí.
5. P1: Então é uma relação que você estabeleceu. Além dessa, aqui está dizendo assim. “qual seriam as semelhanças e a diferença, nessa comparação?”
6. A2: A diferença. Fala aí A1.
7. P1: Pensa na diferença aí, já volto.
8. A2: A diferença pode ser que o bom ar é pra dar cheiro né, e isso aí é pra matar né.
9. A3: Inaudível. (parece que o estudante fala algo relacionado ao lançamento do pesticida e do bom ar no ar.)
10. A2: A diferença também pode ser que esse daqui vai ser pra dar cheiro e esse daí pra matar, esse aí pode ser tóxico, e esse de cá não é porque assim se esse bom ar fosse pra matar você não poderia usar ele dentro de casa, então pode ser essa diferença.
11. A1: Mas não pode falar pra usar dentro de casa porque tem aqueles de matar baratas e tal.
12. A2: Então essa é a diferença que estou falando esse daí é para matar os animaizinhos e esse daqui é pra dar cheiro na casa.
13. A1: Matar as pragas e esse pra perfumar o ambiente.
14. A2: Só que eu não vou falar essa diferença porque eu falei da igualdade, a igualdade é que é a mesma coisa.
15. A1: Que o processo é o mesmo.
16. A2: É, o que vai acontecer no ar vai acontecer lá também.
(P1 volta no grupo para finalizar a atividade.)
17. A1: A gente tinha pensado que a diferença é que esse pesticida aqui é pra acabar

com as pragas.

18. A2: Ele vai ser tóxico.

19. A1: E pode causar danos.

20. A2: Já esse aqui o bom ar não é, porque se não, não poderíamos usar ele dentro de casa né. Essa é uma diferença não é?

21. P1: É uma limitação.

((P1 chama P2 até o grupo para os estudantes socializarem a ideia da analogia que foi proposta por eles.))

22. P2: Não precisa ficar com vergonha não.

23. A2: Pra começar do início?

24. P1: Isso, qual a analogia que vocês pensaram?

25. A1: De acordo com a A2 seria o bom ar.

26. A2: Eu não.

27. P1: Foi todo mundo, né? Qual a relação dos pesticidas e do bom ar quando em contato com o ar?

((Os estudantes ficam empurrando a vez de falar um para o outro.))

28. A1: É que tanto um quanto o outro vai entrar em contato com o ar e vai se espalhar. Tanto o bom ar quanto o pesticida.

29. P2: Então quando você joga o bom ar lá ele também vai se espalhar no ar?

30. A1: Vai.

31. P2: E com o pesticida também acontece isso? (O A1 balança a cabeça confirmando) O que mais? Vocês pensaram só nisso, ou mais outra coisa? Pensando nas partículas, porque aqui (mostra o modelo) vocês fizeram um modelo pensando nas partículas não foi?

32. A1: Foi.

33. P2: E no caso do bom ar?

34. A3: A mesma coisa.

35. P1: Mesma coisa?

36. P2: Você acha que é a mesma coisa?

37. A3: Mesma coisa, só muda a intenção do negócio.

38. P2: Então me explica como é a mesma coisa.


39. A3: Ele vai se espalhar e vai ficar a mesma coisa que o pesticida, só que vai ser diferente porque o bom ar é para uma coisa e o pesticida para outra.

40. P2: Então eles têm funções diferentes?

41. A3: Isso.

No turno 4, é possível observar que o estudante A2 aponta como semelhança entre o “Bom Ar” e o pesticida o processo de espalhamento (vide quadro de mapeamento 7), a qual poderia ser evidenciada pelo cheiro do primeiro em diferentes pontos de um ambiente, quando o mesmo é aplicado. Como mencionado, essa comparação foi proposta, provavelmente, pelas experiências anteriores deste estudante com a utilização do “Bom Ar”; algumas das quais ele cita em momentos posteriores do desenvolvimento da atividade (vide episódio 4, turno 9). Nota-se a interação entre experiências passadas dos sujeitos com os conteúdos científicos abordados, fomentando um debate social, contextualizado com cotidiano dos estudantes (PUIG, 2010).

Quadro 7: Mapeamento realizado por A2

ANÁLOGO (Bom Ar®)	MAPEAMENTO	ALVO (Pesticidas)
Espalhamento das partículas do Bom Ar® entre as partículas de ar		Espalhamento das partículas do pesticida entre as partículas de ar

Na comparação proposta acima, os estudantes não contemplaram, até aquele momento, outras relações de similaridade que conseguissem explicar como ocorreria o processo de espalhamento das partículas no nível submicroscópico. No turno 31, observa-se que quando os estudantes foram solicitados por P1 a explicar como isso ocorreria, eles se limitaram a dizer que o comportamento seria o mesmo do pesticida, (turnos 32 ao 37). Possivelmente, por esse motivo, o grupo conseguiu apontar apenas uma diferença entre o domínio alvo e análogo, relacionada com suas funções: a odorização de ambientes e mortes de insetos (turno 12). A identificação das limitações de uma analogia é um processo importante, pois, como salientam Sousa e colaboradores (2006), evita que características sem relevância sejam destacadas, ou seja, que aspectos que não se pode comparar entre os domínios análogo e alvo sejam mais evidenciados que as relações de similaridade que, de fato, podem ser estabelecidas.

A partir do turno 22 tem-se um diálogo entre estudantes e as pesquisadoras para retomar os principais pontos das discussões estabelecidas até aquele momento. Isso foi feito através de questionamentos que solicitavam que os estudantes explicassem, por

exemplo, o porquê da utilização daquele análogo, suas semelhanças e diferenças com o alvo etc.

Dessa forma, as pesquisadoras buscavam a elaboração de significado sobre as relações de similaridade presentes naquela analogia para os estudantes. É interessante observar que os estudantes se espantam de ter que repetir tudo de novo, e demonstram não entender a necessidade daquilo.

Observa-se nessa abordagem das pesquisadoras, o desenvolvimento da atmosfera do “já-dito”, citada por Bakhtin (1993). Isso porque os estudantes utilizam de objetos em seu discurso que já foram utilizados anteriormente por eles mesmos e a professora em outros discursos (a similaridade do espalhamento identificada por eles). Assim, o fato daqueles objetos do discurso já terem sido falado, esclarecido e julgado de outras formas em discussões anteriores, contribuiu para que eles, no momento da discussão com as pesquisadoras transcrita no quadro 6, conseguissem expressar a relação de similaridade de espalhamento a partir da correspondência entre ambos os domínios comparados e não apenas em referência ao análogo, como haviam expressado no episódio 2.

4.4 Episódio de ensino 4

Ainda na mesma aula, posteriormente à explicitação das primeiras semelhanças e diferenças entre os domínios alvo e análogo identificadas pelos estudantes, P2 auxiliou o grupo a desenvolver outras relações de similaridade entre os domínios, como mostrado na transcrição a seguir:

Quadro 8. Transcrição episódio de ensino 4.




- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. P2: E se elas (as partículas) estão se movimentando, elas podem se chocar umas nas outras? No do pesticida e do ar? Ou não? Bater uma na outra.2. A1: Pode.3. P2: Pode?4. A3: Pode.5. P2: E no caso do bom ar? Pode também? As partículas do bom ar vão se chocar entre si e com as partículas do ar?
(Ficam em silêncio.)
(A3 faz movimento de confirmação com a cabeça.)6. P2: Elas estão se movimentando não estão? |
|--|

7. A1: Então elas podem também.
8. P2: Então isso poderia ser uma terceira relação que vocês estão fazendo.
9. A2: Eu pensei nisso porque eu uso isso todo dia.
10. P2: Mas está vendo que dá pra relacionar. E agora quando a gente pensa em uma comparação a gente nunca dá conta de explicar tudo com uma comparação, senão seria mesma coisa e não uma comparação né? Então o que a gente não pode comparar entre o bom ar e o pesticida? Você já me falou uma.
11. P1: Vocês já falaram uma limitação aí.
12. A2: Como?
13. P1: Lembra quando eu falei (mostra no papel) para vocês falarem da semelhança e da limitação, lembra? Aí você me chamou para falar. Qual que é?
14. A2: A diferença?
15. P1: É.
16. A1: A gente tinha falado que esse daqui...
17. A2: O pesticida pode ser tóxico pode causar danos a saúde e o outro não, o bom ar. Não causa dano não porque as pessoas usam dentro de casa, e não causa dano à saúde.
18. P2: Vocês conseguem pensar em outra?
- (A3 fala baixo algo e em seguida seu amigo A1 remete mais alto.))
19. A1: Que um é jogado em ar livre e outro não.
20. A2: Porque um é usado dentro de casa.
21. P2: Também.
22. P1: Isso.
23. P2: E quando a gente pensa assim, tudo que é jogado em ar livre vai se espalhar na mesma velocidade que o que não está em ar livre?
24. A1: Não.
25. A2: Acho que não porque o vento que está lá fora é mais forte.
26. A1: Vai se espalhar mais rapidamente.
27. A2: É o ar é mais forte vai se espalhar mais rápido do que o lugar fechado.
28. P2: Isso mesmo, então está vendo vocês colocaram três relações e duas limitações, agora é só anotar.

No turnos de fala 1 ao 9 deste trecho da transcrição do episódio é possível observar a discussão de duas outras relações de similaridade, a partir dos questionamentos de P2: a movimentação e os choques entre as partículas, como

mostrado no quadro de mapeamento 4. Observa-se que, apesar da identificação dessas relações não ter partido dos estudantes, eles não demonstraram dificuldades em reconhecê-las e compreendê-las.

Quadro 9: Mapeamento da analogia reformulada

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

Assim, esse trecho realça o que Fontana (1996) destaca sobre o processo de entender. De acordo com a autora, o conceito é realizado nas práticas sociais dialógica (mediada pela palavra) e pedagógica (mediada pelo outro. Neste caso, pelas pesquisadoras). Pode-se observar também que a linguagem utilizada pelas pesquisadoras não assumiu um papel apenas comunicativo (trocas de mensagens e ideias), mas, sobretudo, constitutivo na elaboração de significados das relações de similaridade entre domínios alvo e análogo. Esse papel da linguagem é destacado no trabalho de Machado (2014), em uma reflexão sobre a contribuição do trabalho de Vygotsky (1987) para a pesquisa sobre a relação existente entre a linguagem e a formulação de conceitos científicos em sala de aula.

Nos turnos 10 ao 28, a discussão gira em torno do entendimento do significado de limitação de uma comparação e da identificação de novas limitações na comparação reformulada. No turno 17, em específico, é interessante observar como o estudante expressa seu entendimento relacionado ao conceito toxicidade. De acordo com ele, se não há morte, não há toxicidade. Essa interpretação literal pode ser relacionada ao contexto histórico daqueles estudantes. A utilização do odorizador Bom Ar em casa não ocasionou nenhuma morte (nem mesmo de pragas), o que significa que o produto não é tóxico. Essa contribuição do contexto histórico e cultural também é evidenciada por Machado (2014), o qual, segundo a autora, possibilita o estabelecimento de fundamentos teóricos, ainda que estes algumas vezes se distanciem do conhecimento científico.

Nos turnos 18 ao 28, com o auxílio da pesquisadora, houve a discussão de mais uma limitação da analogia proposta pelo grupo. Para que fosse possível refletir sobre outras diferenças entre os domínios, a pesquisadora fez referência à relação de similaridade de espalhamento dos compostos na atmosfera, identificada pelos estudantes para auxiliá-los a reconhecer a dependência da velocidade de dispersão do análogo e do alvo em relação à movimentação do ar nos ambientes em que eles são comumente utilizados. Tal reconhecimento se tornou possível devido ao diálogo da pesquisadora com os estudantes, fornecendo a eles indícios que poderiam remetê-los a alguns conhecimentos anteriores. Como Machado (2014) afirma, a interação entre novas ideias e outras já existentes tornam o significado mais concreto para o indivíduo, ou seja, através de dados trazidos na atividade e com o direcionamento da pesquisadora, outra limitação da comparação se tornou mais “visíveis” aos estudantes.

4.5 Episódio de ensino 5

Após a proposição do modelo e da analogia, os estudantes foram solicitados a usar o modelo inicial para explicar as diferenças de comportamento dos pesticidas na atmosfera, avaliando dados de massa molar e volatilidade (vide item 1.3 da atividade 4, Anexo 8.1).

A partir dessa solicitação, os estudantes perceberam a necessidade de modificar o modelo inicial (Figura 2) para que, por meio dele, conseguissem explicar a relação entre a velocidade de dispersão e a massa das partículas dos pesticidas, como mostra o trecho a seguir.

Quadro 10. Transcrição episódio de ensino 5.

1. P1: Pensem aí como vocês poderiam reformular o modelo de vocês para vocês explicarem, se eu falasse assim: “ah me explica esses três aí de acordo como modelo de vocês?” Como vocês iriam me explicar, pensem um pouco aí.
2. A1: Esse modelo era o geral (aponta para o modelo), a gente não deu nome pra nenhum (partícula), foi geral... aqui por exemplo a gente tem que dar nome pra cada pesticida.
3. A3: Mas tipo eu estou pensando assim os maiores vão ocupar mais espaços que os menores, aí tipo... eu fico pensando assim será que eles vão ficar mais parados? Se bem que é a massa, então como ele vai ficar?
4. A1: Aqui oh A3 a gente tem esse daqui que é o ar, esse daqui o outro (se refere a um

dos pesticidas).

((Eles ficam sem discutir por um tempo.))

5. A1: Aqui pra gente reformular nosso modelo, tipo esses que tem mais (aponta para as bolinhas) são os maiores aí o pequeno a gente coloca uma bolinha menor.

6. A3: (Inaudível).

7. A1: Tá mas por exemplo esse daqui a gente pode pegar as maiores e pegar umas menores em menor quantidade de massa.

8. A3: E as menores vão ser as pequenininhas e as pequenininhas passam mais fácil pelas maiores. E as maiores podem ser essas daqui oh (mostra no modelo as bolinhas de isopor maiores, enquanto faz alterações no modelo – vide figura 3) pela massa do diclorvos.

09. A1: Então é isso que se a gente desse nome...

10. A3: Esse daí pode ser o pesticida.

11. A1: Se a gente desse o nome por exemplo esse daqui tem quantidade menor então chegaria.

12. A3: Passaria mais fácil.

13. A1: Chegaria mais rápido.

((Eles param de discutir por um tempo.))

14. A1: Mas eu acho que a gente desse nome.

15. A3: Mas a massa vai interferir na velocidade, mas agora como fazer...

16. A1: Mas a diferença logicamente vai ser de boa os que tiver a massa molar menor vai se espalhar mais rápido.



Figura 3: Modelo reformulado da dispersão dos pesticidas no ar

Como resposta à solicitação de P1 de que explicitassem os aspectos de reformulação do modelo inicial que culminara no modelo da figura 3, nos turnos de 1 a 7, os estudantes centraram a discussão nas propostas de nomear as bolinhas que representavam as partículas dos pesticidas e de relacionar o tamanho das mesmas com a sua massa das partículas.

No turno 3, em específico, nota-se a primeira tentativa de um dos integrantes do grupo, A3, de relacionar a massa das partículas de pesticida com a velocidade de movimentação das mesmas (“Eu fico pensando assim será que eles vão ficar mais parados?”). Naquele momento, a discussão não prosseguiu no sentido de uma maior exploração dessa ideia, dada a autoridade de A1 em centrar a discussão em torno do enunciado da relação entre a massa e o tamanho das partículas lançado pelo próprio A3 no turno 3 e na sua ideia de associar o nome dos pesticidas à representação.

No turno 8, A3 retoma a ideia de relacionar a massa e a velocidade das partículas, mas somente a partir do turno 14 consegue persuadir A1 a considerar essa ideia. Conforme salientado por Bahktin (1992), a significação resultante de um acordo entre indivíduos organizados socialmente pode mudar conforme a vivência social em que ocorrem as interações dialógicas. O trecho analisado neste episódio evidencia tal aspecto, um vez que a representação dos pesticidas no ar poderia ter se restringido a contemplar a relação entre a massa e o tamanho das partículas, não fosse a persuasão de A3 para que suas ideias fossem consideradas, apesar da autoridade de A1.

Outro ponto que precisa ser ressaltado é o fato de que ao raciocinar sobre a relação apontada por A3, A1 foi capaz de formalizá-la em um enunciado geral, no turno de fala 16. De acordo com Góes (1997), somente após os estudantes terem vivenciado, presenciado e entendido alguns conceitos, é que os conceitos científicos são formados: por inserções organizadas de relações generalizadas a partir dos conceitos já formados, podendo, então, ser sistematizados.

4.6 Episódio de ensino 6

Após a reformulação do modelo os estudantes ainda expressaram algumas dificuldades de relacionar a volatilidade do pesticida com a dispersão. Em consequência, as pesquisadoras introduziram alguns aspectos mais próximos aos estudantes para auxiliar na compreensão dessa relação, como ilustra a transcrição a seguir:

Quadro 11. Transcrição episódio de ensino 6.

1. P1: Rapidinho você falou da velocidade aqui e a dispersão? a massa molar aqui tem a ver com a velocidade, e a dispersão aqui? a volatilidade tem a ver com a facilidade de passar do estado líquido para o gasoso então quando ela esta (inaudível) ele vai dispersar menos ou mais... então como a gente vai relacionar a dispersão de acordo com a volatilidade... é a mesma ideia que vocês tiveram aqui. Como a gente pode relacionar? Essa palavra dispersão.
2. A1: Nossa está difícil.
3. P1: Não! O que é dispersão?
4. A3: O espalhar, mas não é só isso.
5. A1: O espalhar.
6. P1: O que a volatilidade ela vai relacionar com a dispersão?
(Eles ficam calados por um tempo.)
7. P1: Vocês já falaram aquela hora a gente discutiu a velocidade e a questão da dispersão em relação a volatilidade aqui oh o que vai acontecer?
(Eles ficaram pensando mais um tempo e declararam não saber.)
(Depois de algum tempo de reflexão...)
8. A1: Se a volatilidade ela é baixa ele iria demorar mais para se espalhar né?
9. A3: Tá fácil aí.
10. A1: Então fala já falou e agora está com vergonha.
11. A3: Tipo assim... aí que está as tretas, (o aluno desenha na mesa para explicar o colega) não está? Aí essas tretas vão separar assim quando tem menor vai separar assim.
12. A1: Entendi nada.
13. A3: O pesticida quando tiver menor massa vai se espalhar assim (faz gestos circulares rápidos com as mãos), quanto tem maior massa vai espalhar assim (faz gestos circulares lentos com as mãos).
14. A1: Apaga aí (se refere ao desenho que fizeram na mesa).

No início deste trecho observam-se duas palavras não muito comuns para os estudantes: dispersão e volatilidade. Anteriormente eles tinham visto alguns dados que relacionavam a volatilidade com a massa, mas naquele momento não haviam sido discutidas relações com a dispersão. Isso veio a ser introduzido a partir dos questionamentos da pesquisadora nos turnos 1 ao 6.

Nos turnos 11 ao 13 o estudante A3 tenta explicar a relação entre massa, velocidade de espalhamento e volatilidade das partículas de pesticida ao estudante A1 pela expressão do modelo a partir de um desenho. Isso evidencia que o processo de dialogia se dá por um encontro de vozes em um processo ativo, no caso a voz falada, a voz da ilustração e dos gestos de A3 (SMOLKA, 1993).

Observa-se nesse trecho que há um processo de elaboração de conhecimentos sobre a relação entre a dispersão e volatilidade das substâncias. Identifica-se que há uma dinâmica interativa que permeia este processo, evidenciada em todo o trecho por meios de comunicação diversos para trocas de experiências e entendimento conceitual (comunicação verbal, ilustração e gestos). Esse processo é coerente com a definição de conceitualização de Fontana (1996), que afirma que as práticas sociais medeiam esse processo, tanto a dialógica (mediada pela palavra, comunicação), quanto a pedagógica (mediada pelo outro). Essa mediação pelo outro no trecho destacado ocorreu de forma efetiva por envolver estudantes e pesquisadora na busca por palavras para entenderem sobre outras palavras e se expressar de várias formas para se fazer compreendido.

A partir da análise realizada nesta seção observamos que o processo de ensino e aprendizagem que os estudantes vivenciaram teve uma amplitude que envolveu diferentes processos dialógicos com potencial de promoção de entendimento em situações de ensino. Estes são retomados em nossas considerações finais como resposta ao nosso objetivo principal neste trabalho.

5. CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES

A abordagem de QSC, modelos, analogias e da própria modelagem analógica em sala de aula, como evidenciado nos referenciais deste trabalho, vem mostrando um grande potencial no ensino de Ciências voltado para uma formação que vai além da dimensão do conhecimento científico como um fim em si mesmo. Essas abordagens buscam promover situações que estimulam os estudantes ao diálogo, às trocas de experiências e às discussões ricas em emissão de opiniões e justificativas para as mesmas, como destacado por Ratcliffe (1998) para as QSC e Mozzer e Justi (2018) com relação à modelagem analógica. Todo o estímulo às interações dialógicas entre estudantes e destes com o professor e o material instrucional que essas abordagens trazem é de uma importância significativa no processo de aprendizagem dos estudantes.

A partir desse potencial interativo dessas abordagens de ensino, nos propusemos a analisar como se deu o processo dialógico em uma atividade sobre a difusão de pesticidas fundamentada na modelagem analógica.

Em nossos estudos sobre os processos de aprendizagem e a dialogia, ressaltamos diferentes elementos que contribuem para a promoção do entendimento conceitual pelos sujeitos interagindo no ambiente social da sala de aula. A contribuição de vários desses elementos foi evidenciada em nossa análise e vai de encontro ao nosso objetivo de pesquisa. Por exemplo, no episódio 4 tivemos indícios desse entendimento no momento em que os estudantes identificaram as relações de similaridade entre domínio alvo e análogo referentes ao espalhamento, ao movimento e aos choques entre as partículas no ar. No episódio de ensino 6, também tivemos indícios do entendimento dos estudantes sobre a relação entre volatilidade e dispersão. Em ambos os momentos, observa-se com clareza a importância da mediação das pesquisadoras, da professora e dos pares, algo que realça que esse processo torna-se possível pelas práticas sociais dialógicas e pedagógicas (FONTANA, 1996). Evidencia-se também que o papel da linguagem, que além da comunicação, sustenta a própria construção de significados (VIGOSTSKI, 1987).

No primeiro episódio que analisamos foi possível evidenciar ao longo do trecho o processo de *verbalização* na expressão por A2 de como o grupo poderia formular o modelo solicitado na atividade. Indícios desse processo foram identificados em muitos outros momentos da atividade, como na reformulação do modelo inicial no episódio 5, para que fosse possível explicar a relação entre a velocidade de dispersão e a massa das

partículas dos pesticidas. Dessa forma, a comunicação verbal mostra-se de fundamental importância para que seja realizada a troca de experiências e interpretações pelos indivíduos (BAHKTIN, 1992).

No segundo e terceiro episódios de ensino podemos destacar o processo de *negociação de significados* entre os estudantes que tentavam chegar a um acordo de qual análogo (“Bom Ar” ou perfume) utilizar na elaboração da analogia para explicar o comportamento dos pesticidas no ar. Esse processo perpassa pelas experiências anteriores dos estudantes (como a utilização doméstica do odorizador “Bom Ar”) e destaca o papel da linguagem e da cultura já que os mesmos utilizaram seus conhecimentos prévios na seleção do domínio análogo e no estabelecimento das relações de similaridade deste com o domínio alvo (GLASSON; LALIK, 1993).

Este tipo de diálogo fomentou um debate social e contextualizado que conjugou conteúdos científicos e experiências vivenciais (PUIG, 2010). Isso realça também que a significação é um acordo entre indivíduos organizados socialmente e que esta pode mudar de acordo com a vivência social em que ocorrem essas interações (BAKHTIN, 1992).

Ainda no episódio de ensino 3, pudemos evidenciar a atmosfera do “já-dito” de Bahktin (1993) e a sua importância na elaboração de significados pelos estudantes. Naquele episódio, a pesquisadora 1 fez questionamentos que provocaram nos estudantes a reflexão e uma nova expressão da analogia elaborada para que a pesquisadora 2 tomasse conhecimento da mesma (turnos 23 ao 41). Isso contribuiu para que eles entendessem as semelhanças e as diferenças entre os domínios, ou seja, o que era e o que não era possível comparar entre eles.

Essa linguagem vai além da expressão verbal. Ela perpassa diferentes formas de expressão como a gestual e a ilustração e promove o encontro de vozes no processo ativo das interações dialógicas para a significação, caracterizado por Smolka (1993). O diálogo entre os estudantes A1 e A3 no episódio 3 evidenciou tal encontro, quando para que A3 entendesse as relações existentes entre massa, velocidade de espalhamento e a volatilidade das partículas de pesticidas A1 utilizou de uma ilustração realizada na mesa para expressar essas relações e se fez compreendido pelo colega.

A análise dos elementos do processo dialógico identificados em nosso estudo nos leva a concluir que um processo de aprendizagem efetivo é promovido pela conjugação destes (e de outros da mesma natureza não identificados aqui), a qual

depende de um planejamento e auxílio conscientes da parte dos educadores, pesquisadores, desenvolvedores de currículo e de materiais instrucionais.

Assim, diante dos resultados desse estudo, uma possível implicação seria a realização de pesquisas futuras sobre os processos dialógicos que permeiam atividades centradas nas abordagens de QSC e na modelagem analógica no nível superior. Levando-se em consideração a complexidade da aprendizagem de Química, acreditamos que o estudo desses processos em abordagens que pressupõem as relações dialógicas e a análise crítica pode auxiliar dos cursos de Licenciatura em Ciências a superar dificuldades da própria aprendizagem e a promover abordagens dessa natureza em suas práticas futuras.

Sabe-se que no ensino de Química práticas de ensino mecanizadas que se distanciam de uma real elaboração de significados pelos estudantes ainda são frequentes. O conhecimento de abordagens de QSC e os resultados do seu desenvolvimento em salas aula reportados em pesquisas como a nossa podem possibilitar aos educadores de Ciências vislumbrarem novos caminhos para o ensino. Caminhos que ultrapassam a dimensão científica, sem se desviar da mesma; que passam pela contextualização de conhecimentos coerentes com a realidade dos estudantes e pelos processos dialógicos de significação, os quais também podem auxiliar os mesmos a se posicionar e justificar seus posicionamentos frente à sociedade.

6. REFLEXÕES PESSOAIS

A partir da minha entrada no curso de licenciatura em Química, fui introduzida em um mundo novo: o campo da Educação. Ao longo desses dois anos de curso, das quatro Práticas de Ensino de Química e dos quatro Estágios Supervisionados que eu e meus colegas de turma cursamos, aprendi e reestruturei tudo o que eu pensava e fazia como pessoa e, principalmente, como professora. A cada nova abordagem de ensino aprendida, a cada nova concepção alternativa evidenciada eu reformulava minhas próprias concepções, as atividades e meu discurso. Tornei-me alguém mais sensível, compreensivo e paciente para conseguir fazer o meu trabalho da melhor forma possível e sair da sala de aula com a sensação de dever cumprido que, confesso, às vezes me faltava. Acredito em uma educação que pode contribuir para a transformação dos sujeitos, para torná-lo um cidadão que consegue refletir sobre o que acontece com ele e em torno dele, ter opiniões e tomar decisões.

A pesquisa também contribui para esse meu crescimento profissional. Tive a oportunidade de fazer Iniciação Científica com a professora orientadora deste trabalho. Pesquisamos sobre a abordagem de Questões Sociocientíficas no ensino de Ciências, ocasião em que tive a oportunidade de aprender de forma mais aprofundada sobre essa abordagem de ensino e vislumbrar o seu potencial de contribuir para uma formação mais ampla dos estudantes.

Talvez por um somatório entre ironia do destino e escolha pessoal consciente, fui aprovada no concurso público realizado no presente ano de 2018 como professora da rede estadual de Minas Gerais e, como minha mãe, farei o que gosto, apesar das inúmeras dificuldades, entre elas, o escalonamento dos salários dos professores da rede pública, realizado pela administração pública atual que eu não poderia deixar de mencionar e qualificar como ultrajante!

O desenvolvimento desse Trabalho de Conclusão de Curso também me influenciou como profissional. Durante a graduação estudamos muito sobre abordagens de ensino para diferentes objetivos e enfoques. Este trabalho centra-se nas QSC, mas, mais especificamente, no *processo de aprendizagem, em sua natureza social e dialógica*. Ele possibilitou ampliar minha visão sobre como se dá o processo que leva o estudante a compreender os conteúdos curriculares abordados pelo professor, os recursos mediadores entre os quais destacam-se a linguagem e a prática pedagógica. A análise realizada nesse trabalho reflete algo que eu ainda não tinha compreendido antes

da minha preparação para a docência: a importância dos *caminhos* que levam o estudante ao conhecimento em relação ao ensino do conhecimento científico como um fim em si mesmo. O processo de aprendizagem só é concreto porque vários elementos analisados neste trabalho atuam conjuntamente e precisam ser reconhecidos por nós (futuros) professores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. **Science education for everyday life: evidence-based practice**. New York: Ed. Teachers College, 2006.

ANDRADE, G. M. P. C.; MOZZER, N. B. Análise dos Questionamentos do Professor em Atividades Fundamentadas em Modelagem Analógica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, 825-850, 2016.

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 – XI ENPEC**. 3 a 6 de julho de 2017.

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Agrotóxico, herbicida e pesticida. Disponível em:< www.anvisa.gov.br> Acessado em: 18 jun. 2018

AUBUSSON, P. Can analogy help in Science education research? In P. Aubusson, A. Harrison, & S. M. E. Ritchie (Eds.), **Metaphor and Analogy in Science Education**, p. 165-175: Dordrecht: Springer. 2006.

BAILEY, R. E. Global hexachlorobenzene emissions. **Chemosphere**. v. 43, p. 167–182. 2001.

BAIRD, C. **Química Ambiental. Produtos Orgânicos Tóxicos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman. 2002.

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

BAKHTIN, M. M. **Problemas da poética de Dostoievski**. Tradução de Paulo Bezerra. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005.

BAKHTIN, M. M. **Questões de literatura e de estética: a teoria do romance**. 3. ed. São Paulo: UNESP; Hucitec, 1993.

BELL, J. **Projeto de pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 2008.

CARVALHO, A. M. P. **Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula**. 2011.

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

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2011.

CHASSOT, A. **A educação no Ensino de Química**. Ijuí, Unijuí, 1990.

CLEMENT, J. **Creative Model Construction in Scientists and Students: The role of imagery, analogy and mental simulations**. Dordrecht: Springer, 2008.

- DUIT, R.; GLYNN, S. M. Mental modelling. In: Welford, G., Osborne, J., & Scott, P. (Orgs.). **Research in Science Education in Europe: Current issues and themes**, p. 166-176. London: Falmer, 1996.
- FONTANA, R. A. C. **A mediação pedagógica na sala de aula**. Campinas: Autores Associados, 1996.
- FLEMING, R. Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part I: social cognition. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 23, p. 689–698, 1986.
- FLORES, A. V.; RIBEIRO, J. N.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, E. L. R. Organoglorados: Um problema de saúde pública. **Ambiente & Sociedade**. v. 7, n. 2, jul/dez. 2004.
- SEMENT, J., **A poluição**. Rio de Janeiro: Salvat, 1979.
- GENTNER, D. The mechanisms of analogical learning. In: Vosniadou, S. & Ortony, A. (Orgs.). **Similarity and Analogical Reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**, v. 7, n. 2, p. 155-170, 1983.
- GIERE, R. N. **Explaining Science: A Cognitive Approach**. Chicago and London: University of Chicago Press, 1988.
- GILBERT, J.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching Science Education**. Basel, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.
- GLASSON, G. E.; LALIK, R. V. Reinterpreting the learning cycle from a social constructivist perspective: a qualitative study of Teachers' Beliefs and practices. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 2, 1993.
- GÓES, M. C. R. **As relações intersubjetivas na construção de conhecimentos. A significação nos espaços educacionais**. Campinas: Papirus, 1997.
- GRACE, M. Teaching citizenship through science: Socio-scientific issues as an important component of citizenship. **Prospero**, v. 12, n. 3, p. 42-53, 2006.
- GUIDA, Y. S. Contaminação Atmosférica por Pesticidas Semivoláteis em Duas Unidades de Conservação Montanas no Estado do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.
- HODSON, D. Time for action: Science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, p. 645-670, 2003.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P. La argumentación sociocientífica contribuye al pensamiento crítico. In: Jiménez-Aleixandre M. P. **10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas**. Barcelona: Graó. p. 121-135, 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.

- KUHN, D. **The Skills of Argument**. Cambridge University Press, 1991
- KOLSTØ, S. D. 'To trust or not to trust, . . .' – pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. **International Journal of Science Education**, v. 23, p. 877–901, 2001.
- LARA, W.H.; BATISTA, G.C. Pesticidas. **Química Nova**, v.15, n. 2, p.161-166, 1992.
- JAVARONI, R.C.A; TALAMON, J; LANDGRAF, M.D.; REZENDE, M.O.O., Estudo da degradação de lindano em solução aquosa através da radiação gama. **Química Nova**, v.14, n.4, p.237-239, 1991.
- LEE, Y.C. Develoing desision-making skills for sócio-scientific issues. **JBE**, v. 4, n. 4, p. 170-176, 2007.
- LIMA, F. H. Um método de transcrições e análises de vídeos: a evolução de uma estatégia. Universidade Federal de Minas Gerais/ Departamento de matemática. (2015)
- MACHADO, A. H. **Aula de Química: Discurso e Conhecimento**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.
- MEC. PCN+: Parâmetros Curriculares Nacionais, 2002.
- MORAES, P.C.; TRAJANO, S.C.S.; MAFFRA, S.M.; MESSEDER, J.C. Abordando agrotóxico no ensino de química: uma revisão. **Ciências & Ideias**, v. 3, n. 1, p. 1-15, set. 2010 / abr. 2011.
- MORATO, E. **Linguagem e cognição: as reflexões de L. S. Vygotsky sobre a ação reguladora da linguagem**. São Paulo: Plexus, 1996.
- MORRISON, M.; MORGAN, M. S. Models as mediating instruments. In: Morgan, M. S. & Morrison, M. (Orgs.). **Models as mediators: Perspectives on natural and social science**, p. 10-37. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- MORTIMER, E.F.; SANTOS, W.L.P. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Invertigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.
- MOZZER, N. B.; JUSTI, R. Modelagem Analógica no Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de ciências**, v. 23, n. 1, p. 155-182, 2018.
- NASCIMENTO, L.; MELNYK, A. A Química dos Pesticidas no Meio Ambiente e na saúde. **Mangaio Acadêmico**, v. 1, n. 1, jan/jun, 2016.
- NERSESSIAN, N. J. Model-based reasoning in conceptual change. In Magnani, L., NERSESSIAN, N. J.; THAGARD, P. (Orgs.). **Model-based Reasoning in Scientific Discovery**, p. 5-22. New York: Academic Plenum Publishers, 1999.
- 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, 195-208, 2009.

PICANÇO, M. C. **Manejo Integrado de Pragas**. Universidade Federal de Viçosa. 2010. Disponível em: < https://halley.adm-serv.ufmg.br/ica/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

PEIXOTO, S. C. Estudo da estabilidade a Campo dos Pesticidas Carbofurano e Quincloraque em Água de Lavoura de Arroz Irrigado empregando SPE e HPLC- 108f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PUIG, J. M.; GARCÍA, X. M. **As sete competências básicas para educar em valores**. São Paulo: Summus, 2010.

RAMOS, T. C. Influência da criação e crítica de analogias por estudantes de química do ensino médio na promoção de interações argumentativas. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, 2015.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues. **Maidenhead: Open University Press**, 2003.

RIVEROS, A. C. G. Análise de Pesticidas por Espectrometria de Massas Acoplada a Cromatografia Gasosa (CG - EM). **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2008-2018, 2012.

SÁ, L.P.; KASSEBOEHMER, A.C.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação do ensino superior de Química. **Educación Química**, v. 24, n. 2, p. 522-528, 2013.

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

SADLER, T.D.; 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.

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**, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SMOLKA, A. L. B. **A criança na fase inicial da escrita: a alfabetização como processo discursivo**. São Paulo: Cortez; Unicamp, 1988.

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

SMOLKA, A. L. B.; GÓES, M. C. R. **A linguagem e o outro no espaço escolar**. Campinas: Papyrus, 1993.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R.; FERREIRA, P. F. M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: Uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em ensino de ciências**, v. 11, n. 1, p. 03-12. 2006.

TORRES, J.P.M. **Ocorrência de micropoluentes orgânicos (organoclorados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) em sedimentos fluviais e solos tropicais.** Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

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

MORTIMER, E. F. Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais. 1994. Tese (Doutorado) – São Paulo: USP, FAE, 1994.

ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; HOWES, E. V. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2004.

ZEIDLER, D. L. **The Role of Moral Reasoning and Discourse on Socioscientific Issues in Science Education.** Dordrecht: Kluwer, 2003.

8. ANEXOS

8.1 Sequência didática sobre pesticidas³

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 BHaz⁴

³ Elaborada por Gabriela Mara e Nilmaria Mozzer

⁴ <http://bhaz.com.br/2016/08/11/exposicao-sobre-os-beatles-chega-a-bh-com-entrada-gratuita/>

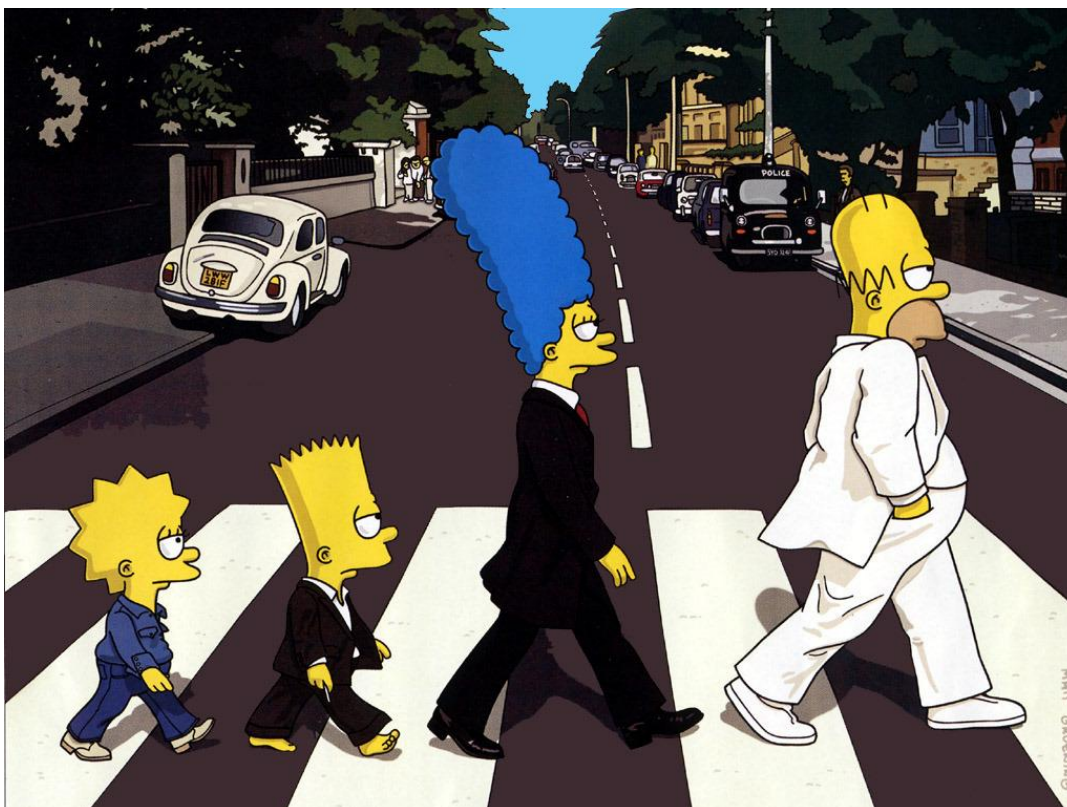


Imagem 2: A família do desenho animando The Simpsons atravessando uma rua em Londres.

Fonte: Site Meu papel de parede grátis.⁵

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?

⁵ <http://www.meupapeldeparedegratis.net/cartoons/pages/simpsons-beatles.asp>

ATIVIDADE 2: SONDAAGEM

- 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

DDT⁶ (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 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,

⁶ 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).

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 disto, 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 muda 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
"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 essenciais⁷ 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 fumigantes⁸ 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, 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.

⁷ Óleos extraídos de plantas frescas ou secas, por técnicas de extração pura, arraste a vapor, entre outras.

⁸ Formulações pesticidas usadas em técnicas de fumacê.

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 promissora 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 os 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 como alguns pesticidas são 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

A atividade 8 será projetada em vídeo na sala de aula. O seu objetivo é evidenciar diferentes pontos de vista de especialistas sobre o uso de pesticidas: um médico sanitário, um químico ambiental e um químico orgânico.

ATIVIDADE 9 : ELABORAÇÃO DO PARECER TÉCNICO

pós 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.

Atividades propostas	Quantidade de aulas (Cada aula 50 min)
Atividade 1 e 2	1 aula
Atividade 3 e 4	3 aulas
Atividade 5	3 aulas
Atividade 6	2 aulas
Atividade 7	2 aulas
Atividade 8	1 aula
Atividade 9	1 aula

8.2 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.

A participação nessa pesquisa não acarretará custos para você e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

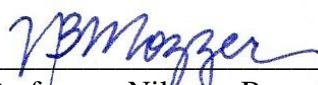
Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@iceb.ufop.br.

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

8.3 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. 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, durante o prazo de 5 (cinco) anos.

A participação do(a) aluno(a) nessa pesquisa não acarretará custos para vocês e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

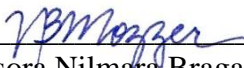
Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@iceb.ufop.br.

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

8.4 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. 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.

A participação nessa pesquisa não acarretará custos para você e não será disponibilizada nenhuma compensação financeira adicional.

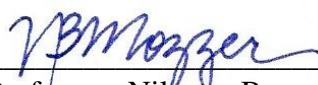
Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)3559-1707; no endereço: Morro do Cruzeiro, Departamento de química, ICEB, Sala 15 (ICEB I), Campus Universitário, CEP: 35.400-000, Ouro Preto-MG; ou através do e-mail: nilmara@iceb.ufop.br.

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
------	---	------