

Proposta de uma sequência didática sobre o uso de pesticidas fundamentada na modelagem analógica

Proposal of a didactic sequence about the use of pesticides based on analogical modelling

Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade

Universidade Federal de Ouro Preto
gabrielamaraandrade@outlook.com

Nilmara Braga Mozzer

Universidade Federal de Ouro Preto
nilmara@iceb.ufop.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar e discutir as potencialidades de uma sequência didática sobre o uso de agrotóxicos fundamentada na modelagem analógica. Nela, os estudantes estarão diante da seguinte situação-problema: decidir sobre o uso ou não dos pesticidas em áreas urbanas para combater o mosquito *Aedes aegypti*, transmissor de várias doenças. As atividades da sequência foram baseadas nas etapas de criação, expressão, teste e avaliação de modelos e analogias e em informações de especialistas para auxiliar os estudantes no posicionamento sobre o uso dos pesticidas na situação-problema. Essa proposta apresenta como diferenciais aliar um ensino de Química contextualizado e fundamentado na modelagem analógica. Neste sentido, a sequência didática proposta pode auxiliar os estudantes no entendimento de conceitos científicos, contribuir para o desenvolvimento de habilidades como o raciocínio crítico e a criatividade, além de engajá-los no processo de aprendizagem.

Palavras chave: ensino de Química, contextualização, modelagem analógica, pesticidas.

Abstract

The present study aims to present a didactic sequence about the use of pesticides based on analogical modelling and discuss its potential. In it, students will be given the following problem-situation: deciding whether to use or not use pesticides in urban areas to combat the *Aedes aegypti* mosquito, which transmits various diseases. The sequence activities were based on the stages of creation, expression, testing and evaluation of models and analogies and expert information to assist students in positioning on the use of pesticides on situation-problem. This proposal has the differential of combining contextualized and based on analogical modelling chemistry teaching. In this sense, the didactic sequence proposed can assist students in understanding of scientific concepts, contribute to the development of skills such as critical thinking and creativity, in addition to engaging them in the learning process.

Key words: Chemistry teaching, contextualization, analogical modelling, pesticides.

Introdução

Em um panorama geral sobre o ensino de Ciências observamos nítidas dificuldades de aprendizagem dos estudantes nessa área, principalmente e em específico na aprendizagem de Química. Isto por se tratar de uma disciplina abstrata, de difícil compreensão e que, em muitos momentos, é ensinada de maneira descontextualizada se tornando desinteressante para os estudantes (LIMA; NETO, 2013)

Neste sentido, documentos nacionais e internacionais como PCNEM (MEC, 2000) e Science Education for Responsible Citizenship (EC, 2015), defendem que, para além de ensinar o conteúdo de maneira mais significativa, o ensino de Ciências deve se pautar no objetivo, não menos importante, de formar cidadãos críticos, capazes de debater ideias e opiniões fundamentados em conhecimentos e evidências e de participar mais ativamente da vida em sociedade (ALLCHIN, 2011). Para tal, a formação desse estudante deve ser centrada no desenvolvimento de competências e habilidades que podem contribuir para essa formação para uma cidadania crítica.

Algumas dessas competências e habilidades, no caso da Química, giram em torno da compreensão dos fenômenos físicos e químicos; dos diferentes níveis e formas de representação desses fenômenos, da interpretação de gráficos, tabelas, relações matemáticas e equações químicas, entre outras. Além disso, o PCNEM (MEC, 2000) enfatiza a necessidade de se estabelecer relações entre esses conteúdos e a importância da Química na sociedade, auxiliando o estudante a reconhecer: o papel da Química no sistema produtivo rural e industrial; as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico dessa ciência, bem como os aspectos sociais, políticos e culturais que a influenciam e são influenciados por ela.

Dessa maneira, um ensino de Química que torne a aprendizagem dos estudantes mais interessante e engajadora, que contribua para o desenvolvimento dessas competências e habilidades e que minimize as dificuldades dos estudantes nesse processo é almejado. Bulte *et al.* (2006) apontam que uma das alternativas para se alcançar tal ensino seria a contextualização. Em um ensino contextualizado, o estudante é conduzido pelo seu próprio interesse em saber mais sobre um tema ou assunto específico. O interesse deles pode surgir a partir de uma situação-problema, real ou fictícia, elaborada pelos estudantes ou proposta pelo professor da turma.

Lima e Neto (2013), apontam que quando os estudantes estão diante de um problema do seu interesse, eles tendem a buscar informações, pesquisar, elaborar perguntas, estabelecer relações necessárias para resolver o problema e, nesse sentido, se tornam motivados a construir e negociar significados. Esses aspectos também norteiam as atividades de modelagem analógica.

Modelagem Analógica

A modelagem analógica, de acordo com Mozzer e Justi (2009), é um processo de elaboração, expressão, crítica e refino de modelos¹ e analogias². Neste e em outros trabalhos (p. ex:

¹ Modelos são artefatos humanos que apoiam o pensamento, os quais são materializados (expressos) de alguma maneira que favoreça a sua manipulação em diferentes práticas epistêmicas (GILBERT; JUSTI, 2016).

² Segundo Gentner (1989), as analogias são comparações de relações de similaridade entre um domínio familiar (análogo) e outro domínio desconhecido ou pouco conhecido (alvo).

(SILVA; MOZZER, 2015) e (ANDRADE; MOZZER, 2016)) as autoras relatam resultados positivos dessas atividades em termos do engajamento e interesse dos estudantes pela aprendizagem de Química, fomentados por questionamentos e orientações dos professores nas atividades. Além disso, essas atividades têm auxiliado os estudantes no desenvolvimento de habilidades como criatividade, pensamento crítico, raciocínio lógico e oralidade.

A modelagem analógica estrutura-se nas etapas da modelagem científica³, representada no Modelo de Modelagem de Gilbert e Justi (2016) (figura 1).

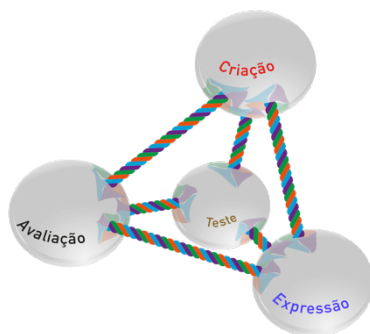


Figura 1: Modelo de Modelagem (GILBERT; JUSTI, 2016, p.32).

Esse diagrama representa o complexo processo da modelagem científica, o qual contempla as etapas gerais de criação, expressão, teste (mental e/ou empírico) e avaliação de modelos. Esse processo é não linear, dinâmico e todas as suas etapas são interdependentes.

Com base nesse processo, Mozzer e Justi (2009), propuseram as etapas da modelagem analógica descritas resumidamente a seguir:

- *Criação*: definir os objetivos do modelo e da analogia; obter informações iniciais sobre a entidade a ser modelada; selecionar a origem do modelo; elaborar um modelo mental, estabelecendo relações de similaridade com o alvo.
- *Expressão*: expressar o modelo criado a partir de um dos possíveis modos de representação (material, matemático, gestual, verbal etc.) e a analogia, verbalmente.
- *Teste*: realizar testes mentais do modelo e das relações de similaridade estabelecidas entre os domínios análogo e alvo e das diferenças⁴ entre eles. Isto pode levar à reformulação ou à proposição de novos modelos e/ou analogias.
- *Avaliação*: são identificados e analisados a abrangência dos modelos e analogias e as limitações dos mesmos.

Neste trabalho, apostamos no potencial da modelagem analógica e de um ensino de Química contextualizado de engajar os estudantes e proporcionar a eles uma aprendizagem mais significativa ao propor e discutir uma sequência didática sobre uma situação-problema relacionada ao uso de pesticidas fundamentada nessas perspectivas.

A organização da sequência didática

³ Prática epistêmica que corresponde a um processo amplo e complexo de produção ou construção e manipulação de modelos no desenvolvimento do conhecimento (GILBERT; JUSTI, 2016).

⁴ Diferenças entre o análogo e o alvo são denominadas limitações (MOZZER; JUSTI 2015)

De acordo com Pais (2011), uma sequência didática (SD) é composta por um certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com o objetivo de observar situações de aprendizagem, as quais envolvem conceitos previstos na pesquisa didática. A SD elaborada neste trabalho, é parte do projeto *Raciocínio Analógico e Modelagem no Ensino de Química*, que tem como um de seus objetivos principais envolver os futuros professores de Química na elaboração e desenvolvimento em salas de aula de sequências didáticas fundamentadas na modelagem analógica.

Elaboramos uma sequência com nove (9) atividades para serem desenvolvidas em torno de quatorze (14) aulas com duração de cinquenta (50) minutos cada e com os estudantes trabalhando em grupos de cinco (5) integrantes em média. Essa sequência foi pensada para turmas do segundo ano do ensino médio, devido aos conhecimentos prévios necessários ao seu desenvolvimento: modelo cinético-molecular; interações intermoleculares; reações químicas e solubilidade.

A sequência foi elaborada de acordo com os nossos objetivos gerais de favorecer a vivência e compreensão pelos estudantes de aspectos relacionados às práticas científicas presentes na modelagem analógica e de favorecer a tomada de decisão frente a questões sociocientíficas e o entendimento conceitual de tópicos como: interações químicas, solubilidade e dispersão.

Baseado nesses objetivos centrais, criamos uma situação-problema fictícia, na qual os estudantes devem decidir sobre o uso ou não de pesticidas no combate ao mosquito *Aedes aegypti*, com base na avaliação de sua eficiência e de seus efeitos tóxicos. Cada grupo de estudantes, irá compor uma comissão técnico-científica que deverá pesquisar o comportamento dos pesticidas no meio ambiente. No contexto da proposta, essa equipe foi contratada por um órgão governamental e é responsável por emitir um parecer técnico ao final da análise, no qual conste um posicionamento (contra ou a favor) ao uso de alguns pesticidas. Para construir o parecer técnico, cada grupo de estudantes deverá se basear nas discussões realizadas entre eles e destes com o professor sobre as ideias que fundamentam os modelos e as analogias propostos para explicar a dispersão dos pesticidas no ar e a solubilidade dos pesticidas em água e nas informações disponibilizadas ao longo das atividades.

A criação de modelos e analogias pelos estudantes é guiada pelas etapas da modelagem analógica apresentadas na seção anterior. No quadro 1, apresentamos a descrição geral das atividades, seus objetos e as etapas da modelagem analógica contempladas. A ordem dessas atividades foi idealizada no sentido de auxiliar os estudantes na resolução da situação-problema.

Quadro 1: Descrição das atividades da sequência didática, seus objetivos e etapas da modelagem analógica.

Atv	Descrição geral	Objetivo(s) e etapa(s) da modelagem analógica
1	Introdução dos tipos de similaridade.	Diferenciar as analogias das demais comparações.
2	Questionário de sondagem.	Sondar das ideias prévias dos estudantes sobre os pesticidas.
3	Leitura e discussão do texto com informações gerais sobre os pesticidas.	Introduzir a discussão sobre o uso dos pesticidas.
4	Reportagem sobre a lei de pulverização aérea. Apresentação da situação problema. Modelagem da dispersão dos pesticidas no ar.	Introduzir a discussão sobre o uso dos pesticidas. Criar, expressar e testar modelos e analogias para a dispersão dos pesticidas no ar.

5	Modelagem da solubilidade dos pesticidas em água.	Criar e expressar modelos e analogias para a solubilidade dos pesticidas na água.
6	Texto: óleos essenciais como alternativa aos pesticidas. Modelagem da dispersão e da solubilidade dos óleos essenciais.	Testar os modelos e analogias anteriores para o comportamento dos óleos essenciais no ar e na água.
7	Modelagem da persistência de pesticidas e óleos essenciais.	Avaliar os modelos e analogias anteriores com relação à persistências dos pesticidas e óleos essenciais.
8	Entrevista com especialistas sobre pesticidas e óleos essenciais.	Discutir diferentes pontos de vista de especialistas sobre pesticidas e óleos essenciais.
9	Elaboração e discussão do parecer sobre o uso de pesticidas.	Expressar o posicionamento dos estudantes fundamentado nos modelos e analogias elaborados e argumentar com base nestes.

Além de fundamentar o parecer técnico nas ideias que embasam os modelos e analogias propostos, os estudantes deverão considerar as informações técnicas contidas nos textos e tabelas que compõe a sequência didática. Esses textos são de nossa autoria e os dados presentes neles foram selecionados a partir de pesquisas realizadas em artigos, dissertações e livros indicados por especialistas da área de química ambiental e orgânica.

Todas as atividades contêm instruções para o professor, com a finalidade de orientá-lo durante o desenvolvimento da sequência, auxiliando-o nas discussões com os estudantes e em lidar com possíveis dúvidas dos mesmos. Na seção seguinte, ilustramos e discutimos algumas atividades da sequência que julgamos relevantes para contextualizar o nosso trabalho.

Discussão da sequência didática

Nesta seção realizamos a discussão das atividades 4 e 9 e contextualizamos as atividades 5, 6, 7 e 8 em relação àquelas. Optamos por discutir as atividades 4 e 9, pois é a partir delas que os estudantes iniciam a criação, expressão e teste de seus modelos e analogias (atividade 4) para fundamentar as explicações e justificativas que irão embasar o seu posicionamento sobre o uso de pesticidas (atividade 9).

A atividade 4 possui três objetivos. O primeiro deles é enunciar a situação-problema na qual os estudantes estarão envolvidos ao longo da sequência: *decidir sobre o uso ou não dos pesticidas com base na avaliação de sua eficiência e de seus efeitos tóxicos*. A situação é contextualizada a partir da reportagem (quadro 2), cujo tema central é a nova lei que autoriza a pulverização aérea de inseticidas para combater o mosquito *Aedes aegypti*. A devida compreensão dessa situação atual e de suas possíveis consequências é de grande importância para a população em âmbito nacional. Muitos dos estudantes já tiveram contato com pessoas que desenvolveram alguma das doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, e, por isso, julgamos que atividades sobre essa temática (ou semelhantes) podem incentivar os estudantes a buscar mais conhecimento, uma vez que o contexto está relacionado diretamente com o cotidiano dos mesmos. Além disso, temas que envolvem questões ambientais, sociais e políticas, podem proporcionar o engajamento dos estudantes e possibilitar o desenvolvimento das competências e habilidades adquiridas por eles em situações anteriores (BARBOSA, 2014).

Quadro 2: Reportagem sobre a lei que autoriza o uso de pesticidas no combate ao mosquito *Aedes aegypti*.

Nova lei contra o Aedes que prevê pulverização aérea de inseticida gera protestos

A lei que autoriza o uso de aviões para pulverizar substâncias químicas contra o mosquito *Aedes aegypti*, sancionada pelo presidente interino, Michel Temer, foi duramente criticada por organizações de saúde e combate a agrotóxicos. A Confederação Nacional de Municípios (CNM) avalia que esta é uma decisão muito difícil, pois é complicado mensurar os ganhos obtidos com tantos malefícios ocasionados pelos efeitos tóxicos dos agrotóxicos. Além disso, é importante lembrar que tal método de eliminação de larvas e mosquitos tem um custo elevado.

A Lei 13.301/2016 prevê a “incorporação de mecanismos de controle vetorial por meio de dispersão por aeronaves mediante aprovação das autoridades sanitárias e da comprovação científica da eficácia da medida” como umas das medidas de combate ao mosquito transmissor de dengue, zika e chikungunya.

A Lei agora deve ser aprovada por autoridades sanitárias para entrar em vigor, algumas agências como FioCruz, Grupos Temáticos da Abrasco – Saúde e Ambiente, Saúde do Trabalhador, Alimentação e Nutrição e Saúde do Trabalhador e Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, se posicionaram contra.

Fonte: 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-contra-o-aedes-que-preve-pulverizacao-aerea-de-inseticida-gera-protestos>. Acesso em 30/06/16.

Quadro 3: Atividade de modelagem do comportamento dos pesticidas na atmosfera.

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, bem como o modelo que vocês propuseram anteriormente, tente explicar as *possíveis diferenças* no comportamento das partículas dos pesticidas quando lançados na atmosfera.

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.

Após a reportagem são apresentadas informações sobre a fórmula molecular e a massa molar dos pesticidas Malathion, Diclórvos e Cipermetrina. Baseados nelas e para atender ao *segundo* objetivo dessa atividade, os estudantes são solicitados a relacioná-las à dispersão dos diferentes pesticidas no ar (questões 1.1 e 1.2, quadro 2). Os estudantes podem criar um modelo que represente a dispersão geral dos pesticidas ou três modelos diferentes para cada um dos três pesticidas analisados. Os modelos podem ser expressos através de desenhos, bolinhas de isopor, palitos e massinhas disponibilizados pelo professor.

O *terceiro* objetivo dessa atividade é contemplado nas questões 1.3 e 1.4 (quadro 3), a partir das quais os estudantes são inseridos na situação de teste de seus modelos e analogias. Nessa etapa, eles devem levar em consideração as informações sobre a massa e a volatilidade de cada um dos pesticidas fornecidas na atividade para tentar explicar as possíveis diferenças de comportamento dos mesmos quando dispersos no ar. Nesse momento, os estudantes realizarão testes mentais com os modelos e analogias criados caso eles não sustentem as explicações elaboradas com base nas informações fornecidas, os estudantes poderão modificá-los ou propor novos. Nesse processo os estudantes são estimulados a argumentar, a

desenvolver o raciocínio crítico, a reformular ideias e ressignificar conceitos, de forma a aproximá-los dos científicos.

As próximas atividades (5, 6 e 7) estão relacionadas com as etapas da modelagem analógica e com a produção das explicações e argumentos que irão auxiliar na elaboração do parecer dos estudantes com relação a situação-problema. Na atividade 8 são apresentadas opiniões de diferentes especialistas sobre o uso dos pesticidas, que poderão auxiliar os estudantes na argumentação durante a defesa do posicionamento dos estudantes.

Na atividade 9 é solicitado aos estudantes a redação de um parecer técnico, com o posicionamento do grupo com relação ao uso ou não dos pesticidas. Esse documento também deve conter uma justificativa com explicações baseadas nos modelos e analogias propostos e em dados e fatos que suportem o posicionamento.

Ao apresentar o parecer a turma, discussões entre os grupos com divergentes opiniões são propícias e o professor deverá conduzi-las, auxiliando para que cada grupo tenha o seu momento de expor as ideias, de defendê-las e de ser contrário ou favorável às opiniões dos outros grupos. É um momento propício para desenvolvimento de habilidades argumentativas, pois os estudantes buscam evidências nas atividades realizadas que sustentem as suas justificativas.

Dessa maneira, para o sucesso dessas atividades o professor deve guiar os estudantes em todo o processo de modelagem analógica, realizando questionamentos, esclarecendo dúvidas, discutindo e relacionando ideias, fomentando as discussões etc.

As atividades 4 e 9 são representativas de duas características centrais presentes na maioria das atividades que compõem a sequência didática: a proposição de situações em que os estudantes são guiados a expressar suas ideias e negociar significados com os colegas e com o professor; e solicitações de busca por evidências que sustentem seus modelos, analogias e seu posicionamento. Acreditamos que esses são aspectos importantes para auxiliar os estudantes no desenvolvimento de competências e habilidades durante o processo de co-construção dos conhecimentos científicos que permeia as atividades propostas.

Considerações finais

Diante da necessidade de um ensino de Química contextualizado, apostamos no potencial das atividades discutidas neste trabalho de estimular: a busca por novos conhecimentos diante da situação-problema apresentada; a elaboração e a expressão de ideias e explicações nas discussões proporcionadas entre os estudantes e destes com o professor; a interpretação e correlação dos dados disponibilizados nas atividades 4 e 6 nas etapas de teste e avaliação dos modelos e analogias propostos; a análise e avaliação das informações apresentadas nas atividades 3, 4, 6 e 8 sob a forma de textos e entrevistas com especialistas; o desenvolvimento de habilidades argumentativas ao longo de toda a sequência e, em especial, nas atividades 7 e 9 em que eles são solicitados a defender seus modelos, analogias e posicionamentos; e o trabalho em equipe, uma vez que as atividades propostas são realizadas em grupo. Nesse sentido, tais atividade vão ao encontro de perspectivas de ensino de Ciências como as expressas em documentos como PCNEM (MEC, 2000) e Science Education for Responsible Citizenship (EC, 2015), segundo os quais o desenvolvimento dessas competências e habilidades podem contribuir na formação científica e cidadã dos estudantes.

Para finalizar, acreditamos que atividades com esse perfil devem ser produzidas e desenvolvidas em diferentes contextos de ensino de Ciências, pois ainda há poucos estudos sobre o impacto das mesmas no desenvolvimento do conhecimento dos estudantes.

Salientamos que atualmente essa sequência didática está em desenvolvimento em duas turmas do Ensino Médio e já temos indícios do engajamento dos estudantes durante as discussões.

Agradecimentos e apoios

CNPq e FAPEMIG

Referências

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

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, p. 825-850, 2016.

BARBOSA, M. B. M. **Relação CTSA em aulas de química: Avaliação de uma proposta de ensino para o conteúdo de gases**. 2014. 69f. Monografia de Licenciatura em Química - Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba.

BULTE, A. M. W. et al. A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. **International Journal of Science Education**, v. 28, p. 1063-1086, 2006.

EC. **Science Education for Responsible Citizenship**. . Brussels, Belgium: Research and Innovation: 88 p. 2015.

GENTNER, D. The mechanisms of analogical learning. In: VOSNIADOU, S. e ORTONY, A. (Ed.). **Similarity and Analogical Reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p.199-241.

GILBERT, J.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Springer, 2016.

LIMA, M. V. S.; NETO, J. E. S. **O Uso de Situações-Problema como Estratégia Didática para o Ensino de Ciências no Nível Fundamental**. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química/X Encontro de Educação de Química da Bahia. Anais... Salvador, Brasil: SBQ 2013.

MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília. Parte III 2000.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. **Introdução ao tema dissolução através da elaboração de analogias pelos alunos fundamentada na modelagem**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências. Anais... Florianópolis, Brasil: ABRAPEC 2009.

_____. Nem tudo que reluz é ouro: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015.

PAIS, L. C. Didática da Matemática: uma análise da influência francesa. In: (Ed.). **Formação de conceitos nos campos conceituais**. 3 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011. p.53-63.

SILVA, T. A.; MOZZER, N. B. **Conjugando modelagem e analogia no ensino de equilíbrio químico**. XX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Anais... Águas de Lindóia, Brasil: ABRAPEC 2015.