

REPENSANDO A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: ATIVIDADES METAVISUAIS E A RECONSTRUÇÃO CONCEITUAL

Autores. 1.Solange Wagner Locatelli; 2. Leonardo André Testoni. 1.Universidade Federal do ABC, solange.locatelli@ufabc.edu.br. 2.Universidade Federal de São Paulo, leonardo.testoni@unifesp.br

Tema. Eje temático 3.

Modalidad. 1. Nivel educativo universitario.

Resumo.

A formação inicial do professor de química constitui uma importante etapa formativa, em que conceitos químicos devem ser reconstruídos de forma fundamentada e coerente, articulando-se os mundos macroscópico e submicroscópico. Desse modo, o presente artigo busca apresentar as potencialidades da Atividade Investigativa Metavisual (AIM), baseada no Ensino por Investigação e na Metacognição, no trajeto formativo de uma futura professora de Química. A pesquisa, de cunho qualitativo, acompanhou a evolução dos conhecimentos pedagógico e de conteúdo da licencianda, permitindo inferir acerca da apropriação da proposta, com reconstruções de conceitos e mecanismos de reações químicas em patamares mais adequados do ponto de vista científico, além de reflexões sobre metodologias didáticas mais adequadas para a educação em Ciências.

Palavras-chaves. Ensino de Química, Formação Inicial de Professores, Desenhos, Atividade Investigativa, Metavisualização.

Introdução

Um futuro professor de química precisa, entre outras habilidades, saber o conteúdo químico a ser ensinado aos seus alunos (Testoni et al., 2016), compreendendo inclusive, as concepções alternativas que podem estar associadas. Na formação inicial, podem ser propostas atividades que proporcionem esses momentos, como uma atividade investigativa metavisual (AIM), com a utilização de desenhos que, segundo Locatelli (2020), pode propiciar a reconstrução de conceitos químicos. Assim, utilizando-se de uma sequência de AIM, procurou-se responder às seguintes perguntas norteadoras desta investigação: (1) É possível a reconstrução de conceitos químicos, envolvidos numa reação entre íons, por meio de desenhos, utilizando-se uma atividade investigativa metavisual? (2) Quais as percepções de uma licencianda acerca do processo vivenciado, em um contexto de formação inicial?

Referencial conceitual

O Ensino por Investigação (EI), como aponta Moreira (2013), busca a inserção do discente em um ambiente de aprendizagem que possibilite um engajamento, permitindo o alcance de interpretações mais significativas. Como já trazido por Carvalho (2011), tais propostas investigativas apresentam uma estrutura básica, como (a) a apresentação de um problema para investigação, (b) levantamento de hipóteses a serem testadas para o enfrentamento da situação proposta (c) o debate entre os discentes e com o professor, buscando, de forma coletiva, modelos explicativos mais amplos, do ponto de vista conceitual (permitindo explicar o fenômeno de maneira mais coerente, em relação ao modelo prévio do estudante) e (d) sistematização e avaliação da atividade. Carvalho (2012) ressalta a característica metacognitiva que pode estar associada a aulas nessa perspectiva investigativa. Com vistas a isso, associou-se a estratégia metacognitiva predizer, observar e explicar – POE - (Rickey & Stacy, 2000), adicionando-se uma fase mais

reflexiva, o POE-RR, com o repensar (R) e reexplicar (R) o modelo (Locatelli & Arroio, 2014), momento em que novas informações são fornecidas aos estudantes (desenhos de modelos explicativos) para possibilitar a revisão de seus conceitos prévios (etapa metavisual).

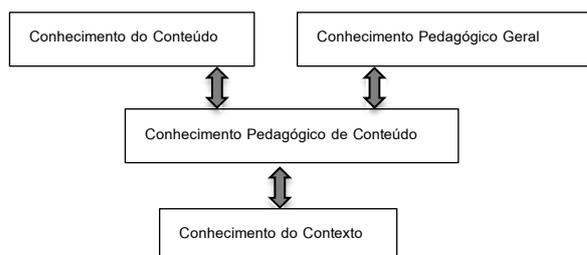
Como ferramenta visual, utilizamos o desenho em todas as etapas, como meio para o aluno expor suas ideias prévias e repensá-las. Nessa perspectiva, desenhar e repensar sobre ele pode ajudar o aluno a reconstruir seus conceitos, o que podemos chamar de habilidade metavisual, uma vez que seria a metacognição com relação às visualizações (Gilbert, 2005). Schraw (1998) aponta a habilidade metacognitiva de autorregulação (regular a própria cognição) pelos alunos, como importante no processo de aprendizagem de conceitos.

Acreditamos que o desenho pode ser uma ferramenta que auxilie nessa construção/reconstrução do processo, assim propusemos nessa pesquisa uma AIM, que abarca os princípios do Ensino Investigativo (Carvalho, 2011) e possibilita o repensar dos desenhos na proposição de modelos explicativos (Locatelli, 2020). O desenho pode ser uma excelente estratégia de ensino-aprendizagem, pois de acordo com Ainsworth, Prain, Tytler (2011), atende às diferenças individuais, exteriorizando as ideias que os alunos têm sobre algum conceito, o que de acordo com Carvalho (2011) é outro princípio importante no EI. Além disso, ainda segundo esses autores, o desenho proporciona engajamento, possibilidade de aprender a representar, raciocinar e comunicar em ciências, bem como, o desenho se constitui, por si só, em uma estratégia de aprendizagem (Ainsworth, Prain & Tytler, 2011).

Quanto à formação de professores, Kind (2009), em revisão realizada acerca do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK¹), já nos apontava para a importância do professor possuir um amplo domínio do conteúdo (SMK²) da disciplina que leciona. Tal categoria de conhecimento (articulada com a epistemologia e história da disciplina) é fundamental para que o docente consiga transitar entre os mais diferentes temas com tranquilidade, auxiliando, inclusive, na solução de dúvidas por parte de seus alunos.

Tão importante quanto o conhecimento específico do conteúdo, encontra-se o conhecimento pedagógico, aqui, abordado na visão de PCK de Grossman (1990), compreendido como o conjunto de metodologias utilizadas pelo professor em sua prática, visando ao ensino de um conteúdo específico. Vale ressaltar que, ainda para Grossman (op.cit.), o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo advém de uma coerente articulação entre os conhecimentos de conteúdo, pedagógicos e contextuais, como ilustrado na figura 1:

Figura 1: PCK de Grossmann (adaptado de Testoni *et al.* (2016))



¹ Pedagogical Content Knowledge, em inglês.

² Subject Matter Knowledge, em inglês.

Dessa forma, a presente investigação acena para a utilização dos desenhos, em um contexto de Atividade Investigativa Metavisual, como possibilidade de aprofundamento dos conhecimentos de conteúdo por parte de futuros professores, além de propiciar enriquecimento do repertório docente, quanto a seus conhecimentos pedagógicos.

Referencial metodológico

A metodologia adotada nesta pesquisa é de cunho qualitativo (González-Rey, 2005). Para possibilitar a construção de conceitos químicos acerca de íons em solução, bem como suas possíveis interações, foi proposto a um grupo de 96 estudantes uma AIM com 4 etapas. Esses estudantes estavam cursando o BC&T (Bacharelado em Ciência e Tecnologia), no 1.º ano de ingresso em uma universidade pública brasileira, sendo essa disciplina obrigatória para todos eles, independentemente do curso a ser escolhido futuramente. Importante destacar que nessa universidade, primeiro eles finalizam o BC&T e somente depois optam pelo curso desejado, licenciatura, engenharia, etc. Como o interesse nessa pesquisa, também foi o de investigar as possibilidades na formação inicial docente, optou-se por se fazer um estudo de caso, em que foi selecionada uma aluna (Bianca, nome fictício), que intencionava cursar a licenciatura em química nos próximos anos. Na sequência a descrição da AIM.

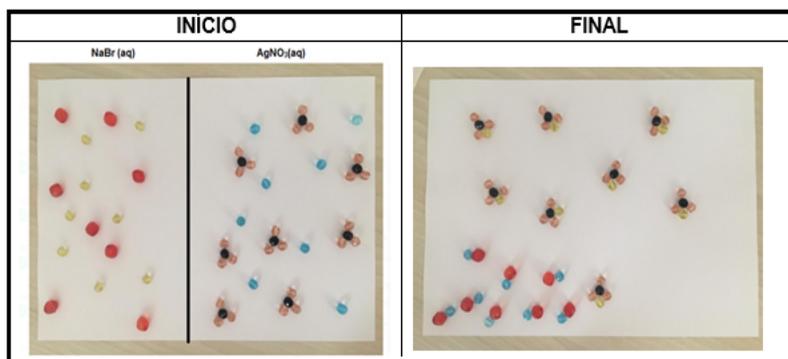
Partindo de concepções prévias dos alunos, iniciou-se um processo de modelagem, com vistas a que fossem reconstruídos alguns conceitos químicos. Assim, foi proposta a seguinte sequência didática, em 4 momentos distintos:

Momento 1 - Atividade experimental: Utilizou-se o POE-RR (Locatelli & Arroio, 2014), em que os alunos tinham que, primeiramente, prever o que iria acontecer ao serem misturadas soluções aquosas de cloreto de sódio e de nitrato de prata. Na sequência, observaram o fenômeno, por meio de um vídeo e, a seguir, foi solicitado a eles que fizessem um desenho (1) representando a solução aquosa de cloreto de sódio, (2) com a de nitrato de prata e (3), com a solução aquosa final (após a formação do precipitado). A professora apresentou também três desenhos, como possibilidades de resposta para que os alunos pudessem comparar e se autorregular com autonomia. Para essa atividade, utilizou-se uma semana, sendo que os alunos podiam fazer no tempo deles.

Momento 2: Identificação de possíveis erros conceituais: Após essa primeira reflexão, a professora selecionou alguns desenhos realizados no momento 1 (um de cada) e propôs que os alunos identificassem possíveis erros conceituais. Também foi utilizado o tempo de 1 semana e na sequência, a professora sistematizou o assunto com eles, identificando os erros conceituais presentes nos desenhos apresentados.

Momento 3: Prova individual: Para finalizar essa sequência, no final do curso foi aplicada uma prova individual, em que uma das questões (figura 2) trazia duas imagens elaboradas pela professora, com erros conceituais, em que era solicitado ao aluno que os identificassem. No início temos soluções aquosas de NaBr e AgNO₃ e o final é a solução resultante com a mistura das anteriores.

Figura 2: Questão da prova, com erros conceituais para serem identificados



Momento 4: Reflexão na prática docente: Foi solicitado à aluna que respondesse a seguinte questão: Considerando que futuramente você se tornará professora, qual a contribuição que uma atividade assim pode ter na sua carreira de professora? No sentido de aprender química e depois para ensinar química. E sobre os desenhos?

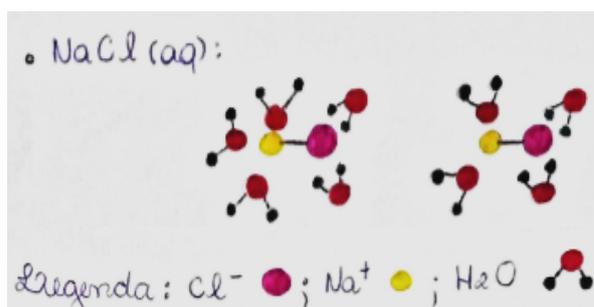
Resultados e Discussão

Reconstrução de conceitos químicos

A pesquisa em questão é um recorte de uma de maior amplitude, assim analisamos somente o desenho (1), referente a representação da solução aquosa de cloreto de sódio (momento 1) e os momentos (2) e (3) da aluna Bianca.

No momento (1), Bianca propôs o seguinte desenho como possibilidade de explicar o cloreto de sódio em solução aquosa (figura 3):

Figura 3: Desenho proposto pela aluna para representar o NaCl (aq)

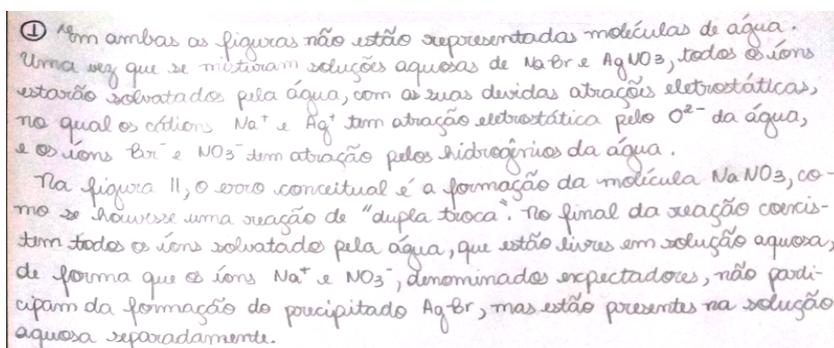


Nele, observamos alguns aspectos importantes representados por Bianca. As moléculas de água sendo representadas, bem como com indícios de considerar as atrações eletrostáticas entre a água e os íons, devido à orientação representada no desenho, a região com densidade negativa da água, voltada para os cátions sódio e a região com densidade positiva da água, voltada para o ânion cloreto. Entretanto, o íon cloreto permanece unido ao íon de sódio formando uma “molécula”.

No momento (2), esse mesmo desenho de Bianca foi selecionado pela professora e proposto aos alunos que identificassem o(s) erro(s) conceitual(is) presente(s). A resposta de Bianca foi: “Nesta representação, o íon Cl⁻ está

ligado ao Na^+ , e isto não ocorre em uma solução aquosa. O certo seria representar os íons separados na solução”. Essa fala de Bianca traz indícios de reconstrução de seu pensamento, uma vez que anteriormente, ela não reconhecia esse erro conceitual, de considerar erradamente como “molécula” e que, portanto, não se separaria, o que foi identificado por outros estudos semelhantes (Kelly et al., 2010, Rosenthal & Sanger, 2012). E esse reconhecimento foi feito por ela, autonomamente, dando indícios de que a atividade investigativa metavizual pode ter sido importante. Finalizando, o momento (3), já no final do curso, a resposta de Bianca na prova individual foi (figura 4):

Figura 4: Resposta de Bianca na prova individual



Pela resposta de Bianca, novamente temos fortes indícios de reconstrução dos conceitos químicos acerca dos íons em solução. Ela, explicitamente, considera as moléculas de água solvatando os íons livres em solução e as atrações eletrostáticas entre íons e água, ratificando a sua reconstrução de conceitos. O que é muito interessante, pois num estudo acerca de futuros professores de química, Nakiboglu e Nakiboglu (2019) observaram a omissão de moléculas de água nesse tipo de representação pelos seus sujeitos de pesquisa.

Possibilidades para formação docente

Ao analisarmos as percepções docentes da licencianda, pode-se observar a narração de um incremento em relação a seu conhecimento de conteúdo químico (Kind, 2009), acerca de reações químicas, conforme exposto a seguir.

[...] ajudou a ter uma visão mais ampla sobre as reações químicas. Por exemplo, eu inicialmente aprendi que ao misturar A com B, obrigatoriamente C e D seriam formados, sem entender o que ocorre internamente. Uma atividade deste tipo contribui ao me mostrar que a química é muito mais que o visual que estamos acostumados, ver cores, precipitados, liberação de gases, e me mostrou que o mundo submicro é mais interessante, explicando a maneira que os átomos se arranjam e reagem entre si, para assim vermos o macroscópico.

Além de nos permitir inferir sobre uma evolução conceitual por parte da futura professora, o episódio anterior também nos permite observar como a AIM proporcionou uma mudança de visão da licencianda em relação à química, haja vista que, anteriormente, sua percepção de química restringia-se ao mundo macroscópico (Locatelli & Arroio, 2014). A realização da atividade trouxe a possibilidade de entendimento dos rearranjos entre as partículas durante as reações químicas, e conseqüentemente, uma visão mais afastada do senso comum.

No tocante a seus conhecimentos pedagógicos (Grossman, 1990), é possível notar que a futura professora, ainda que longe da sala de aula, consegue efetuar correlações, fato este exacerbado pela fala abaixo.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

Para ensinar química, vejo que desempenha um papel importantíssimo para evitar/corrigir erros conceituais dos alunos, do mesmo modo que aconteceu comigo. Acho que o ensino de algumas maneiras acaba se tornando repetitivo e os erros acabam se tornando comuns, como o termo "reação de dupla troca", e assim eles aprendem errado. [...] quanto ao desenho, a estratégia do desenho é ótima, pois ajuda a fixar conceitos e induz o pensamento científico. No meu caso, se eu não fizesse atividades desse tipo, sinto que não entenderia o que está nas entrelinhas. Houve coisas que eu acertei e errei, mas os erros me ajudaram a aprender e fixar o conhecimento. Para o ensino de química os desenhos são muito importantes, porque não temos disponíveis maneiras de representar os átomos ou ver dentro de uma reação química, então se não utilizarmos essa ferramenta, apenas a teoria não será suficiente para demonstrar o que ocorre.

As percepções docentes, apontadas nesse último episódio, trazem elementos que nos permitem elencar indícios de apropriação da Atividade Investigativa Metavisual pela graduanda, como por exemplo, a importância do erro na construção do conhecimento. Tal apropriação, inclusive, é cogitada pela futura professora como um método adequado para o Ensino de Química (remetendo-nos ao desenvolvimento de seus conhecimentos pedagógicos, tal quais apontados por Grossman (op.cit.), dada à impossibilidade de visualização direta dos mecanismos em nível submicroscópico envolvidos em reações químicas, o que a AIM proposta possibilita, uma vez que os desenhos auxiliam na compreensão dos modelos explicativos.

Conclusões

Inicialmente, com relação à primeira pergunta: *É possível a reconstrução de conceitos químicos, envolvidos numa reação entre íons, por meio de desenhos, utilizando-se uma atividade investigativa metavisual?*, concluímos que os dados trouxeram indícios de reconstrução de conceitos químicos relevantes, como considerar os íons unidos numa solução aquosa formando "moléculas" como incorreto, o que a discente reconstruiu adequadamente, bem como um discurso mais coerente e coeso em sua resposta acerca desse tema, ressaltando a presença de água solvatando os íons e as interações eletrostáticas fundamentais que ocorrem submicroscopicamente, responsáveis pela dissolução do sal.

Com relação à segunda pergunta, relativa a: *Quais as percepções de uma licencianda acerca do processo vivenciado, em um contexto de formação inicial?*, a AIM mostrou-se uma potencial estratégia na formação de professores, tendo em vista a reconstrução conceitual que proporcionou; e, sobretudo como incremento em seu repertório pedagógico, percebendo-se a importância do tratamento adequado dos erros no processo de aprendizagem, bem como a escolha de metodologias visuais, que permitam ao aluno adentrar no abstrato mundo submicroscópico, fundamental para a proposição de modelos explicativos em química. Recomenda-se mais estudos que focalizem na formação de professores e o uso de estratégias metacognitivas, tanto para reconstrução de conceitos como para reflexão acerca da prática docente.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do projeto de pesquisa, aos discentes que participaram, voluntariamente, desta pesquisa.

Referências bibliográficas

Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R (2011). Drawing to learn in Science. Science. 333 (6046), 1096-7.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

-
- Carvalho, A.M.P. (2012). *Os estágios nos cursos de licenciatura*. ed.1. Cengage.
- Carvalho, A. M. P. (2011) Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: Longhini, M.D.(Org). *O Uno e o Diverso na Educação*. ed 1. EDUFU, 253-266.
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education. In: Gilbert, J. K. (Ed.). *Visualization in Science Education*, pp. 9-27. Netherlands: Springer.
- González-Rey, F. L., & Silva, M. A. F. (2005). *Pesquisa qualitativa e subjetividade: os processos de construção da informação*. Cengage Learning.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Kelly, R.M., Barrera, J.H., & Mohamed, S.C. (2010). An analysis of undergraduate general chemistry students' misconceptions of the submicroscopic level of precipitation reactions. *J. Chem. Educ.*, 87(1), 113-118.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in science education*, 45(2), 169-204.
- Locatelli, S.W (2020). Compreendendo uma reação química entre íons por meio das tecnologias digitais – limites e possibilidades. *Revista Paradigma*. XLI (extra 2), 172 – 189.
- Locatelli, S., & Arroio, A. (2014). Metavisual strategy assisting the learning of initial concepts of electrochemistry. *Natural Science Education*. 1(39), 14-24.
- Moreira, M. A. (2013). Aprendizagem significativa em mapas conceituais. *Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física*.
- Nakiboglu, C & Nakiboglu, N. (2019) Exploring prospective chemistry teachers' perceptions of precipitation, conception of precipitation reactions and visualization of the sub-microscopic level of precipitation reactions. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 20, 873-889.
- Rickey, D., & Stacy, A. M. (2000). The role of metacognition in learning chemistry. *J.Chem.Educ.* 77 (7), 915-920.
- Rosenthal, D., & Sanger, M. (2012). Student misinterpretations and misconceptions based on their explanations of two computer animations of varying complexity depicting the same oxidation–reduction reaction. *Chem. Educ. Res. Pract*, 13,
- Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instr. Sci.*, 26, 113-125.
- Testoni, L., Azevedo, N., Viana, H., Tahan, S., Lavorato, I., & Brockington, G. (2016). Ensino de ciências nas séries iniciais: repensando a formação docente no brasil. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*.