

O entendimento de conceitos científicos por meio da investigação e representação: o caso da densidade

Understanding scientific concepts through research and representation: the case of density

Giovana França Carneiro Fernandes

Universidade Federal de Minas Gerais
Email: giovanafcf@hotmail.com

Mariana Gonçalves Dias

Universidade Federal de Minas Gerais
Email: marianagoncalves1@live.com

Maria Luiza Tupy Botelho

Universidade Federal de Minas Gerais
Email: marialuiza.botelho@gmail.com

Ana Luiza de Quadros

Universidade Federal de Minas Gerais
Email: aquadros@qui.ufmg.br

Resumo

Associar pressupostos do ensino por meio de investigações com o papel das representações tem se mostrado promissor em termos de aprendizagem. Desenvolvemos este trabalho com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio com o objetivo analisar as contribuições do ensino de Ciências por investigação no envolvimento dos estudantes com a questão problema e com o uso de representações como ferramentas facilitadoras do entendimento conceitual. Os estudantes foram desafiados a propor um experimento que os auxiliasse na solução da questão problema e a comunicar aos pares o caminho percorrido e a explicação para o fenômeno presente no experimento. Observamos que os estudantes se envolveram ativamente na explicação do fenômeno e, para isso, se apropriaram de representações que auxiliaram tanto na organização das próprias ideias quanto na comunicação com os pares.

Palavras chave: ensino de Ciências por investigação, representações, densidade.

Abstract

Associating teaching assumptions through investigations with the role of representations has been promising in terms of learning. We developed this work with students of the first year of High School with the objective of analyzing the contributions of science teaching by investigation in the involvement of students with the problem issue and with the use of representations as tools that facilitate conceptual understanding. The students were challenged

to propose an experiment that would help them solve the problem and to communicate in pairs the path taken and the explanation for the phenomenon present in the experiment. We observed that the students were actively involved in explaining the phenomenon and, for that, they appropriated representations that helped both in organizing their own ideas and in communicating with peers.

Key words: Science teaching through research, representations, density.

Introdução

O desenvolvimento de atividades investigativas em aulas de Ciências não tem como propósito que os estudantes pensem e ajam como cientistas no decorrer das atividades, mas entendam as bases da produção do conhecimento. É consensual entre os pesquisadores na área da educação que esses jovens não possuem idade, conhecimentos específicos e ferramentas científicas para agirem como cientistas (CARVALHO, 2013). O intuito dos pesquisadores e educadores envolvidos com o ensino por investigação é bem mais simples: a criação de um ambiente investigativo nas aulas de Ciências, de modo que se possa conduzir os estudantes em um processo simplificado do trabalho científico. Com isso há a expectativa de que eles ampliem gradativamente sua cultura científica, aprimorando suas capacidades de se comunicar e usando a linguagem específica da área e, ainda, se alfabetizando cientificamente (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Carvalho (2018) afirma que, no ensino por investigação, o professor cria algumas condições básicas em suas aulas, que levam o estudante a: pensar, levando em conta a estrutura do conhecimento; falar, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; ler, entendendo criticamente o conteúdo lido; escrever, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. Munford e Lima (2007) afirmam que “são múltiplas as perspectivas sobre o papel e o lugar do ensino de Ciências por investigação na formação dos estudantes da Educação Básica” (p. 109) e, nesse sentido, argumentam que, ao ensinar Ciências, torna-se necessário “promover um ensino mais interativo, dialógico e baseado em atividades capazes de persuadir os alunos a admitirem as explicações científicas para além dos discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos” (p. 110).

No caso do ensino de Química, associamos ao ensino investigativo o papel preponderante das representações. Sabemos que a produção de conhecimento, que ocorre em universidades e centros de pesquisa, faz uso de representações como forma de organizar as ideias e de comunicar os achados (KOZMA, 2003). Normalmente, na comunicação, o pesquisador combina texto verbal com expressões matemáticas, gráficos, tabelas, diagramas, mapas, desenhos, fotografias. Na tentativa de aproximar cada vez mais o ensino e a aprendizagem de Ciências de práticas científicas autênticas, a abordagem de ensino embasada na investigação e na construção e interpretação de representações se mostra relevante.

Ao longo das últimas décadas vimos aumentar o número de publicações sobre o papel da linguagem nos processos de ensino e aprendizagem de Ciências, principalmente no que tange às interações discursivas entre os sujeitos, em sala de aula, e ao exercício da argumentação (HALLIDAY, 1978). Mais recentemente, a pesquisa na área de linguagem se expandiu, buscando compreender também a linguagem em textos multimodais (HAND, MCDERMOTT e PRAIN, 2016), ou seja, em textos – escritos ou falados – que utilizam variados modos semióticos.

É consensual, entre pesquisadores que investigam a multimodalidade no processo de ensino e de aprendizagem, a relevância de os professores induzirem os estudantes a utilizar múltiplos

modos em um exercício de interpretação/questionamento de textos e fenômenos científicos. Para desenvolver um ensino de Ciências de qualidade é indicado que os estudantes entendam a função dos diversos modos que circulam nos textos científicos e sejam capazes de incorporar esses modos em sua prática escolar e em outros contextos sociais (HAND e PRAIN, 1995; LEMKE, 2004).

Nesse cenário, destacamos o uso de múltiplas representações no ensino de Ciências, como defendido por Prain e Waldrup (2006) e Prain *et al.* (2009). Eles defendem e argumentam que a aprendizagem é favorecida quando os estudantes têm contato com diferentes tipos de representações e utilizam essas representações com o intuito de compreender/explicar determinado fenômeno.

Kozma e Russell (2005, pág. 129-130) afirmam que os estudantes aprendem Ciências de uma forma significativa quando participam de atividades "nas quais as representações são usadas na formulação e avaliação de conjecturas, exemplos, aplicações, hipóteses, evidências, conclusões e argumentos".

Neste trabalho analisamos uma experiência de ensino de Química, com estudantes do primeiro ano de Ensino Médio na qual a professora incentivou a investigação a partir de um problema levado em sala de aula por uma estudante. Nosso objetivo foi de analisar a contribuição do ensino por investigação no envolvimento dos estudantes com a questão problema e com o uso de representações.

Metodologia

A experiência que compartilhamos por meio deste trabalho aconteceu em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, durante o segundo semestre de 2019. Essa turma era formada por 32 estudantes que, em diversas atividades durante o ano letivo, trabalhavam em grupos.

Em aula na qual o conceito de densidade foi retomado, uma estudante relata um fato que descreveu como “curioso”: uma mistura de café com leite em duas fases, ou seja, o café e o leite não haviam se miscibilizado. Ela informou, ainda, que a justificativa dada para esse fenômeno foi a densidade, mas que ela não foi capaz de entender essa justificativa. Esse relato da estudante se tornou a questão problema que motivou a aula seguinte.

Na aula seguinte a professora desafia os estudantes a fazerem uma mistura de dois líquidos miscíveis, de forma a deixá-los em duas fases, disponibilizando aos estudantes apenas água e sal de cozinha e as vidrarias comuns de laboratório. Em grupos, eles deveriam propor essa mistura e explicar os resultados, considerando a densidade citada pela colega na aula anterior.

Os estudantes reuniram-se em grupo e utilizaram um tempo de cerca de 30 minutos para atender ao desafio que receberam. Após esse tempo, a professora convidou os grupos para relatarem o resultado e explicarem o que havia acontecido. Selecionamos um desses grupos pelo fato de o debate em torno do experimento ter sido mais efetivo e os estudantes do grupo terem relacionado o resultado à questão problema.

Essa aula foi gravada em vídeo, para facilitar a análise. O vídeo foi assistido pelas pesquisadoras e o fragmento da aula na qual os estudantes apresentaram os experimentos, explicaram o fenômeno e, com isso, promoveram um pequeno debate foi selecionado e transcrito integralmente. Nessa transcrição os estudantes receberam nomes fictícios para atender aos trâmites legais de pesquisa. A análise se deu na forma como os estudantes resolveram o problema e nos modos semióticos que usaram para explicar o fenômeno.

Relato de experiência

Durante o tempo de 30 minutos disponibilizado aos estudantes, eles levaram para os seus grupos o material que julgavam ser necessário e foram planejando o que fariam, levantando hipóteses em relação aos resultados que poderiam obter. Observamos que nos primeiros 10 minutos a professora foi chamada em todos os grupos pois, de certa forma, eles acreditavam ser necessário dois líquidos para fazer a mistura e haviam recebido apenas água e sal de cozinha. Como os estudantes não conseguiam pensar em um caminho possível, a professora os informou que eles poderiam preparar duas soluções usando apenas o material que haviam recebido. A partir dessa “dica”, os grupos foram levantando hipóteses e realizando testes.

Para dar uma ideia dos caminhos escolhidos pelos grupos, selecionamos um deles que, além dos materiais disponibilizados, solicitou à professora que liberasse uma bolinha de naftalina (material que eles já haviam usado e que sabiam ter disponível na sala). A professora solicitou que os grupos, ao apresentarem seus resultados, se dirigissem à frente da sala (junto à lousa). O grupo selecionado para esta análise aproveitou a apresentação do grupo anterior e já usou parte da lousa para fazer os desenhos que usariam na apresentação.

Esse grupo levou, para a apresentação, uma proveta com a mistura já feita e explicaram, inicialmente, do que se tratava. Porém, observando o frasco, havia líquido em uma única fase. Eles, então, jogaram a bolinha de naftalina que desceu até praticamente metade do líquido e ficou “estacionada” nessa altura, em meio às duas soluções que haviam usado. A Figura 1 mostra o aparato experimental utilizado para testar e criar as hipóteses necessárias para resolver o problema proposto, ou seja, a proveta com os líquidos e a naftalina acrescentada posteriormente.

Figura 1. Proveta com as duas soluções e a naftalina



Em continuidade, o grupo informou aos colegas que havia feito uma solução com água e sal de cozinha e que o outro líquido usado foi água pura. Por julgar que a densidade da solução seria maior que a da água pura, eles informaram aos colegas que colocaram inicialmente a solução de água + sal e, após, adicionaram a água pura gotejando-a lentamente pelas paredes da proveta. A naftalina demarcou a solução de água e sal e a água pura. Abaixo um trecho da transcrição referente à explicação fornecida pelo grupo, realizada por uma das estudantes do grupo:

Estudante Luana: A gente tinha um recipiente com água e sal, e estava bastante concentrado. Primeira coisa que a gente fez foi encher 50 mL de água com sal, depois a gente mediu 50 mL de água, e colocou muito devagar, deixando escorrer pelo canto da proveta, para evitar que as duas soluções *se misturassem*, e a gente colocou a bolinha de naftalina dentro. Por causa do cuidado que a gente teve na hora de colocar a água, a bolinha ficou no meio. A densidade da água com sal é maior do que a da água sem sal, e a

bolinha de naftalina, ela tem a densidade ideal, a ponto de ser menor do que a da água com sal, e maior do que a da água.

Os estudantes relataram ter usado a mesma quantidade de solução e de água pura, mas os colegas observaram que a naftalina parou um pouco abaixo do que seria a demarcação esperada. A professora solicita a eles que expliquem esse resultado. Eles prontamente usaram a miscibilidade, afirmando que durante a mistura uma pequena parte poderia já ter miscibilizado, deslocando um pouco a naftalina. Jéssica, componente do grupo intervém, explicando:

Estudante Jéssica: Dá mesmo para reparar que a bolinha não está exatamente no meio, apesar de ser 50 mL de água e 50 mL de água com sal. Mas isso é porque na hora de colocar, a nossa medida não foi perfeita e também a gente não foi com cem por cento de cuidado. Então existe sim uma camada de “mistura” de água com sal e água, onde a solução ficou menos densa, e por acaso a bolinha, ela deve ser mais densa do que essa camada de mistura.

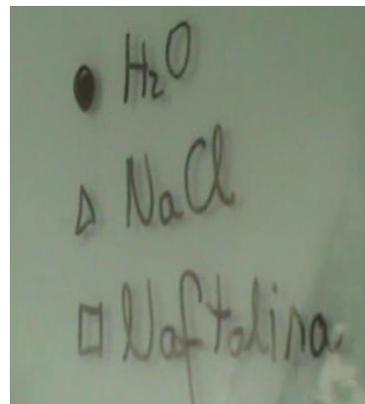
A diferença de densidade entre a água pura e a solução, associada à tensão superficial entre os dois líquidos, foi usada como justificativa para formar as duas fases. A isso eles acrescentaram que, em uma das tentativas, eles agitaram demais o sistema e a bolinha foi toda para cima. Com isso, afirmaram que a densidade da “mistura toda” fica maior que a densidade da naftalina.

Para explicar esse fenômeno em termos de partículas, eles usaram o desenho que já haviam feito na lousa. A Figura 2 mostra esse desenho e a Figura 3 traz a legenda usada pelo grupo.

Figura 2. Representações desenhadas na lousa



Figura 3. Legendas usadas



Ao explicar para os pares o que havia acontecido no experimento que realizaram, esse grupo de estudantes se utilizou das representações. Na Figura 02 é possível ver a representação, em forma de desenho, da naftalina entre os dois líquidos, e na Figura 03 a legenda para a representação construída. A seguir, um trecho da transcrição da explicação que a estudante Luana elabora para a representação construída:

Estudante Luana: Usando o modelo cinético molecular de partículas, aqui seria a água (aponta para o círculo preenchido de preto), e aqui a água com sal (aponta para a região do desenho com círculo preenchido de preto e triângulo). [...] Aqui, a mistura é mais densa (aponta para a região do desenho central), que está com 14 partículas de água e sal e essa outra (aponta para a região superior) com 9 de água, em um mesmo volume.

Podemos observar que eles associaram a representação de partículas ao fenômeno e, com isso, afirmaram que a maior quantidade de partículas presente na solução conferia a ela maior densidade quando comparada à água pura. O modelo particulado usado pelo grupo teve a intenção de fortalecer a explicação em torno da diferença de densidade entre a solução de água com sal e a água pura. A naftalina estaria, segundo eles, em uma densidade intermediária. No entanto, ao explicar a representação das partículas a estudante mostrou, na legenda, a representação usada para a partícula de água, para a naftalina e para o NaCl, ao que a professora interveio, ocorrendo o seguinte diálogo:

Professora: A solução de sal e água tinha ainda sal sólido?

Estudante Luana: Não ...estava tudo líquido.

Professora: Mas você disse que era uma partícula de NaCl!

Estudante Luana: Sim.

Professora: Quando o NaCl é dissolvido, como ele fica na solução?

Estudante Luana: Ah é! São os íons... Então eu tenho que dizer que essas partículas são de Na^+ e Cl^- ? (apontado para as partículas representadas por um triângulo)

Professora: O que vocês acham? (olhando para toda a turma)

Nesse momento ocorre um breve debate envolvendo vários estudantes, com alguns sugerindo duas formas de representar (uma para o Na^+ e outra para o Cl^-) e outros dizendo que é suficiente uma única, desde que ela mostre que representa os dois íons. Com isso foi possível observar que a representação forneceu suporte à explicação dos estudantes. Eles usaram, portanto, os modos verbais, o aparato experimental e a representação como modos semióticos para comunicar. No entanto, argumentamos que esses modos, com destaque para a representação desenhada na lousa, auxiliaram esses estudantes a organizar as próprias ideias, como defendido por Kozma (2003).

A professora forneceu a esses estudantes a oportunidade de pensar em uma solução para o problema apresentado por uma colega em aula anterior, de comunicar o caminho percorrido para chegar a essa solução e de explicar os “achados”, debatendo com os pares, conforme defendido por Carvalho (2018). Além disso, eles lidaram com diferentes modos semióticos e se utilizaram da representação desenhada na lousa para compreender/explicar o fenômeno, o que favorece a aprendizagem, segundo Prain e Waldrip (2006) e Prain *et al.* (2009).

Análise da experiência

Durante a apresentação, esse grupo de estudantes conseguiu propor um experimento que tratasse da dúvida que estava sendo investigada, mostrou a apropriação de conceitos científicos, ao se referir à densidade e à concentração para explicar o experimento proposto e usou de uma representação de partículas, desenhando-a na lousa. Como ressaltado por Sasseron e Carvalho (2008) essa investigação realizada promoveu a ampliação cultural científica desses estudantes, aprimorou a capacidade comunicativa e fez com que eles usassem uma linguagem específica da área.

Considerando que a aprendizagem também está associada a atividades com representação (KOZMA; RUSSEL, 2005) e que a representação para o NaCl foi questionada por colegas que observavam a explicação do grupo, destacamos a postura da professora ao socializar a dúvida gerada nos apresentadores, ao afirmar “O que vocês acham?”. Com isso ela promove ainda mais a investigação tendo como base a representação usada e transfere aos estudantes a responsabilidade de construir explicações coerentes.

Ao propor uma atividade investigativa, os estudantes a relacionaram às representações, assumindo o protagonismo na aula. Com isso percebemos que as explicações fornecidas pelos

estudantes estavam bem construídas, decorrentes do envolvimento deles com o desafio feito pela professora. Eles comunicaram seus achados e ouviram críticas dos colegas, que foram usadas para consolidar o papel da representação naquele experimento e na construção do conhecimento.

Considerações finais

Neste trabalho tínhamos o objetivo de analisar a contribuição do ensino por investigação associado ao uso de representações. Observamos que, ao serem desafiados, esses estudantes se envolveram ativamente na busca de um caminho que os permitisse criar e explicar um fenômeno. Os estudantes utilizaram a experimentação, como ferramenta para a criação e teste de hipóteses e, com isso, chegaram a um resultado. Para explicá-lo se ancoraram nas representações, em forma de desenho de partículas, que compartilharam com os pares. Com isso foram questionados, o que os levou a repensar a própria representação. Como limitação dessas representações está o número de partículas, que ficou muito aquém do que a Ciência preconiza, pelo fato de os estudantes terem realizado essa representação “dentro do frasco”, associando a representação microscópica à macroscópica, o que não foi problematizado pela professora.

A abordagem investigativa, além de engajar o estudante na busca pelo entendimento de um problema proposto ou apresentado por uma colega, como no caso relatado, permite à ele protagonizar etapas do trabalho científico. Assim como defendido por Kozma e Russell (2005) esses estudantes participaram ativamente das atividades e usaram as representações para formular e avaliar conjecturas, o que é um forte indício de que houve aprendizagem. Esse envolvimento dos estudantes foi favorecido pelo fato da atividade ser investigativa.

Agradecimentos e apoios

CNPq e CAPES.

Referências

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3. p. 765-794, 2018.

HALLIDAY, M. A. K. **Language as Social Semiotic**. London: Edward Arnold, 1978.

KOZMA, R. The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. **Learning and Instruction**, v. 13, p. 205–226, 2003.

KOZMA, R.; RUSSELL, J. **Students becoming chemists**: Developing representational competence. In GILBERT J. (Ed.) *Visualization in Science Education*. Springer: Dordrech, 2005, p. 121-145,

HAND, B.; PRAIN, V. **Teaching and learning in science**: The constructivist classroom. Sydney: Harcourt Brace, 1995.

HAND, B.; MCDERMOTT, M.; PRAIN, V. **Using multimodal representations to support learning in the Science classroom**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

LEMKE, J. **The literacies of science**. In SAUL, E. W. (Ed.) Crossing borders in literacy and science instruction: Perspectives in theory and practice. Newark: International Reading Association/National Science Teachers Association, 2004, p. 33-47

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio: pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p.89-111, 2007.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary Science. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.

PRAIN, V.; TYTLER, R.; PETERSON, S. Multiple representation in learning about evaporation. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 6, p. 787-808, 2009.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.