

● EDUCAÇÃO

A FLUTUAÇÃO DE SOLUÇÕES LÍQUIDAS EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E O CONCEITO DE DENSIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA

**Alexandre Geraldo Viana Faria¹; Márcia Almeida de Carvalho Passos²; Joseila Aparecida Bergamo³*

RESUMO: Neste artigo é descrito a aplicação e a avaliação de uma sequência didática desenvolvida em Escola Pública da cidade de Coxim-MS, com trinta e dois estudantes, no contra turno de suas aulas, acompanhados da professora regente. Trata-se de uma sequência de ações metodológica como estratégia para a superação de obstáculo verbalista, visando à compreensão do conceito de densidade, conforme a epistemologia bachelardiana. Estudos apontam, e este trabalho confirmou, que a maior parte dos estudantes possuem dificuldades na compreensão do conceito e que a forma tradicional de ensino não é eficiente para a sua assimilação. Os estudantes envolvidos na ação participaram de forma voluntária e se mostraram empenhados em participar das aulas, deixando transparecer que, em cada etapa aplicada, a aprendizagem do conceito ia sendo construída e consolidada. Os dados colhidos durante a aplicação da sequência didática, por meio de anotações, relatórios e entrevistas semiestruturadas foram analisados pela técnica da análise de conteúdo. Dessa forma, a sequência didática passa a ser mais uma ferramenta disponível para ser usada em aulas de química, especificamente na construção do conceito de densidade.

Palavras-chave: Densidade. Obstáculo epistemológico. Sequência didática.

THE FLOATING OF LIQUID SOLUTIONS IN DIFFERENT CONCENTRATIONS AND THE CONCEPT OF DENSITY IN CHEMISTRY TEACHING

ABSTRACT: This article describes an application and an evaluation of a didactic sequence developed at the Public School in the city of Coxim-MS, with thirty-two students, without returning from classes, accompanied by the conducting teacher. It is a sequence of methodological actions as a strategy for overcoming verbal obstacles, applying the understanding of the concept of density, according to the Bachelardian epistemology. Studies point out, and this work confirmed, that most students have difficulties in understanding the concept and that the traditional form of teaching is not efficient for its assimilation. The students involved in the action carried out voluntarily and get involved in participating in the classes, making transparent, in each applied stage, the learning of the concept that is being used and consolidated. The data collected during the application of the didactic sequence, through notes, reports and semi-structured interviews were analyzed using the content analysis technique. Thus, the didactic sequence becomes another tool available for use in chemistry classes, using the construction of the density concept.

Keywords: Density. Epistemological obstacle. Following teaching.

* Autor correspondente: alexandre.faria@ifms.edu.br; <http://lattes.cnpq.br/7226902523203386>

1 Doutor em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), Coxim, MS, Brasil. alexandre.faria@ifms.edu.br

2 Licenciada em Química, Secretaria Estadual de Educação, Costa Rica, MS, Brasil. marcia_a_carvalho@live.com;

3 Esp. em Química, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), Coxim, MS, Brasil. joseila.bergamo@ifms.edu.br;

<http://lattes.cnpq.br/1607224868418393>

INTRODUÇÃO

Pesquisas no ensino de ciências prezam pelo abandono dos métodos tradicionais do aprendizado. Entretanto, na visão dos pesquisadores Abreu e Cesar (2015) e Rocha (2001), o ensino de ciências ainda está impregnado pelo sistema tradicional de conteúdos no qual o discente é visto como agente passivo em todo o processo de aprendizagem, gerando uma grande defasagem de conhecimento científico quando trabalhados no ensino médio. Binsfeld; Auth e Macedo (2013) aponta que a conjectura do ensino brasileiro é fortemente pautada no processo de memorização e descontextualização das vivências reais dos estudantes, contribuindo para o distanciamento do conhecimento científico. De acordo com Pauletti; Fenner e Rosa (2015), o ensino de química na contemporaneidade apresenta-se distante da realidade dos estudantes, que possuem uma concepção da disciplina como apenas repetições de fórmulas e cálculos e distante do desenvolvimento da humanidade. Muitos pesquisadores criticam esse método tradicional de ensino, como Guimarães (2009), que aponta que uma das maneiras de romper essa metodologia tradicionalista é apresentar a experimentação como ferramenta para subsidiar práticas de ensino e aprendizagem. Somando-se a essa ideia, Gonçalves e Marques (2015) relatam que a experimentação deve contribuir para a formação de discentes críticos e conseqüentemente reflexivos. Consideramos que a experimentação deve ser conduzida conforme propõe Giordan (1999), de forma investigativa, pois necessita de um aporte teórico que subsidie o experimento.

Para ajudar na compreensão de conceitos químicos e investigações práticas desses conceitos, abandonando metodologias tradicionais, o docente pode fazer uso de aulas experimentais, ou seqüências didáticas. Podemos, portanto, compreender essas ações como um método que pode permitir planejar o ensino e a aprendizagem a fim de fazer o estudante dominar melhor um conteúdo. Quando o docente se apropria dessa metodologia, possibilita a melhora, tanto de sua atuação no processo de ensino, quanto na aprendizagem de seus discentes. Essa metodologia, partindo desse contexto pedagógico, contribui com a concretização de conhecimentos que estão em fase de organização, permitindo que novas reformulações ou aquisições sejam feitas conforme o novo conhecimento vai sendo adquirido. Uma seqüência didática, entendida como um conjunto de atividades pedagógicas que objetivam a aprendizagem de determinado grupo de conceitos, pode propiciar aos discentes a autonomia na resolução de atividades previamente propostas pelo professor, além de proporcionar momentos de reflexão acerca dos conteúdos químicos e relacioná-los ao seu cotidiano, conforme proposição de (ZABALA,1998). Quando nessa seqüência de atividades está incluída a experimentação a ação poderá diminuir, ou até mesmo extinguir, a formação de obstáculos que poderiam impedir a aprendizagem.

Gaston Bachelard, proeminente epistemólogo de origem francesa, publicou importantes obras que

trataram da filosofia das ciências naturais, sendo uma das mais importantes "A Formação do Espírito Científico". Nesse livro, foi apresentada a noção de "Obstáculos Epistemológicos", que podem ocorrer no ato da aprendizagem e que são entraves do conhecimento científico, possíveis de provocar estagnação da ciência (BACHELARD, 1996). Bachelard descreve diferentes possibilidades de obstáculos e em um deles é tratada a questão da palavra ou imagem como possibilidade de entrave ao conhecimento científico, o que foi chamado de obstáculo verbalista.

Esse obstáculo é caracterizado pelo emprego de termos ou imagens do senso comum, do cotidiano ou mesmo de algumas analogias empregadas para falsa facilitação do processo de compreensão de um fenômeno. Bachelard (1996) utiliza como exemplo a palavra esponja, esse termo foi empregado para explicar o fato da matéria estar rodeada do fluido elétrico. Para a explicação da transferência de energia entre os corpos, a palavra esponja era empregada, uma vez que um corpo ao se encostar a outro diminuía sua temperatura. Partindo dessa análise histórica, o autor detectou o uso incorreto da palavra esponja, o que provocou um pensamento encravado enquanto objeto, dificultando uma visão límpida de problemas, ou seja, todo encadeamento de pensamentos é abastecido por esse obstáculo. Um dos principais entraves para utilização de metáforas, como no exemplo demonstrado por Bachelard, decorre de que essas imagens nem sempre são passageiras, acarretando um pensamento errôneo, constituindo-se assim um obstáculo verbalista.

No que tange o ensino de química e mais especificamente o ensino de densidade, Rossi et al. (2008) apontam que o conceito de densidade é relativamente simples, porém o ensino desse conteúdo pode ser dificultoso caso os estudantes não tenham desenvolvido habilidades conceituais necessárias para sua compreensão. Nesse sentido, Pauletti ; Fenner e Rosa (2015) ressaltam que a densidade é um conceito central para química, porém o emprego da palavra em diferentes áreas do conhecimento leva à formação de obstáculos na aprendizagem. Faria (2010), em sua dissertação, identifica esse mesmo obstáculo, propõe ações pedagógicas que o fragilizam e consegue a sua superação. Isso é desenvolvido tendo como base a epistemologia de Gaston Bachelard, mais especificamente a noção do obstáculo epistemológico (BACHELARD,1996).

Nossa investigação procurou discutir os conceitos de miscibilidade e solubilidade diferenciando-os em função dos estados físicos dos materiais presentes nas misturas. Uma introdução à ideia de polaridade dos materiais foi proposta como recurso para a compreensão da homogeneidade ou heterogeneidade de misturas. O conceito de densidade foi discutido tendo o parâmetro da existência de obstáculo epistemológico fazendo com que a palavra densidade impeça o estudante de compreender o conceito de polaridade, conforme proposição de Faria e Recena (2011). Não se pretendeu nesse trabalho o detalhamento e a relação entre densidade absoluta e relativa, tendo em

vista o nível de estudantes com os quais se trabalhava. Consideramos que um dos desafios para o ensino de química é a necessidade de superar as concepções errôneas dos discentes em relação ao conceito de densidade. Em uma perspectiva pedagógica, aulas experimentais, seguidas de outras atividades, podem auxiliar o discente na aprendizagem do conceito de densidade, como a que fizemos neste trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participaram 32 alunos do 2º e 3º anos do ensino médio de Escola Estadual na cidade de Coxim - MS, sendo desenvolvido um total de sete aulas de 50 minutos cada, em quatro encontros. As ações foram desenvolvidas utilizando abordagem teórica, atividades práticas experimentais, discussões em grupos, o uso de recursos audiovisuais e representações com uso de modelos pedagógicos. Esse conjunto de atividades, que visavam a compreensão dos conceitos em questão, foi por nós classificado de sequência didática, conforme propõe (ZABALA, 1998).

Os dados foram obtidos utilizando anotações feitas pela professora interventora, e para garantir sigilo dos estudantes nos encontros, todos os participantes identificados com crachá com numeração arábica de 1 a 32. Para facilitar a transcrição dos relatos orais dos estudantes, contamos com o auxílio de uma colaboradora que anotava as manifestações e interferências dos estudantes durante a aplicação da sequência didática. Após a aplicação das ações classificou-se os dados coletados, em função da participação dos estudantes, conforme a compreensão do conceito, a motivação pelas discussões coletivas e as características dadas em suas manifestações no discurso e nas expressões.

No primeiro contato com os estudantes, objetivando a identificação do obstáculo epistemológico, aplicou-se um questionário contendo duas questões abertas sobre o tema, sendo a primeira "Água e óleo se misturam?" e a segunda "Utilizando seus conhecimentos de química explique por quê". As duas questões retiradas na íntegra do trabalho de Faria e Recena (2011). Ainda nesse encontro, tivemos uma explanação de 50 minutos, em que ocorreu uma abordagem de cunho teórico e prático visando à revisão de conceitos relativos à densidade, miscibilidade, solubilidade, bem como uma introdução acerca da polaridade das moléculas - uma vez que esse conteúdo ainda não havia sido estudado pelos discentes.

Para elucidar os conceitos de miscibilidade e solubilidade aos alunos, desenvolveu-se um experimento prático utilizando café solúvel, água, açúcar, leite, areia e óleo. No experimento solicitou-se a preparação de algumas misturas e a sua classificação, conforme o número de fases obtidas e os estados físicos dos materiais envolvidos. Na sequência as explicações cientificamente aceitas foram apresentadas e comparadas com as propostas pelos estudantes. Após isto, adicionou-se café solúvel à água e tivemos os estudantes questionados sobre qual nome dariam ao fenômeno

observado. Repetiu-se esse procedimento utilizando água e areia, água e leite, água e açúcar, água e óleo, óleo e açúcar, objetivando aos estudantes diferenciarem os processos e que pudessem classificá-los quanto ao fenômeno de solubilidade ou miscibilidade. Além disso, nesse encontro realizou-se uma discussão sobre o conceito de densidade relativa e de como podemos utilizar esse conceito na identificação de materiais. Durante essa intervenção, os estudantes foram apresentados a algumas vidrarias volumétricas, utilizadas em laboratórios de química, e a objetos feitos de alumínio, ferro e cobre, de uso cotidiano, que seriam utilizados no próximo encontro.

No encontro seguinte desenvolveram-se duas atividades de 50 minutos cada com um pequeno intervalo entre elas. Primeiramente procedimentos experimentais para verificação da massa e do volume de objetos de isopor, chumbo, alumínio e cobre. Para explicar o conceito de massa e diferenciá-lo do conceito de volume, mostramos aos estudantes uma bola de isopor e uma de chumbo, as duas, com massas aproximadas medidas em balança portátil diante dos alunos e, como a bola de isopor possui tamanho grandemente diferente da de chumbo, relacionamos o espaço ocupado pelos materiais ao seu volume, lembrando a todos que dois materiais distintos não são capazes de ocupar o mesmo espaço. Em seguida fizemos o questionamento: "pessoal, qual tem a maior massa?". Os materiais tiveram a verificação de suas massas e, posteriormente, mergulhados em proveta parcialmente preenchida com água tendo o deslocamento do nível observado, identificado o volume do objeto.

Na segunda parte do encontro, utilizaram-se os dados coletados para o cálculo da densidade desses materiais, sendo o resultado obtido comparado com uma tabela de densidade de metais para sua possível identificação. Também discutido pela professora pesquisadora algumas questões que envolvem o processo de medidas como a possibilidade do erro na anotação e do erro na própria medição, a possibilidade das amostras não serem puras, e os instrumentos de medidas sofrerem variações em função de condições do ambiente. Esses aspectos foram relacionados à atividade de pesquisa, considerando a coleta e a análise de dados.

No terceiro encontro, também realizado com duas atividades de 50 minutos cada e sequenciais, após uma breve revisão dos conceitos de massa e volume, executou-se um procedimento experimental para o cálculo da densidade de líquidos. Provetas vazias colocadas em uma balança tiveram suas massas anotadas. Após acréscimo de 10 ml de diferentes líquidos - água, álcool e óleo-, suas massas foram novamente verificadas. Com os dados obtidos tivemos as densidades dos líquidos calculadas. Essa ação foi feita para fragilizar o obstáculo epistemológico identificado, conforme descrito em Faria (2010). Na segunda parte deste encontro, a atividade prática visou às características elétricas dos líquidos analisados. Montou-se um sistema com buretas e funil de separação para o escoamento dos líquidos. Bastão de vidro atritado em flanela foi aproximado do líquido em escoamento, e os resultados anotados.

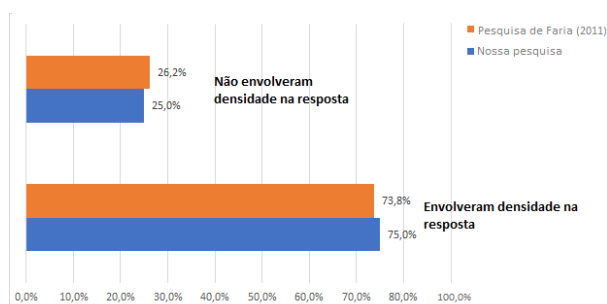
Essa etapa da atividade também visou à superação do obstáculo epistemológico em questão, seguindo orientações de Faria (2010).

No último encontro, foram desenvolvidas atividades experimentais e propostos alguns cálculos para reforço da aprendizagem dos conhecimentos adquiridos, utilizando soluções aquosas de cloreto de sódio em diferentes concentrações e coloridas com corantes de diferentes tonalidades. Essas soluções foram postas juntas com cuidado suficiente para não se miscibilizarem. Essa etapa visou ao reforço na aprendizagem dos conceitos desenvolvidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na aplicação do questionário confirmaram a presença do obstáculo epistemológico, pois todos os estudantes não conseguiram responder corretamente às questões propostas e, parte deles, envolveu a palavra densidade em suas respostas. Nosso resultado corrobora com o obtido por Faria e Recena (2011) e, como forma de comparar os dois, construímos a Figura 1 que mostra o quanto os números obtidos pelas duas pesquisas estão próximos.

Figura 1 – Comparação entre as respostas dos alunos por que água e óleo não se misturam.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Com os materiais água, café solúvel, leite, areia, açúcar e óleo foi possível apresentar os conceitos de miscibilidade e imiscibilidade de líquidos, assim como os de solubilidade e insolubilidade de sólidos e os estudantes conseguiram perceber que a diferença entre solubilizar e miscibilizar estaria ligado ao estado físico dos compostos envolvidos na formação da mistura. Esse fato é um indicativo de que ocorreu a compreensão, por parte dos estudantes, da diferença entre os dois fenômenos analisados. Ao prepararmos a mistura café solúvel e água os estudantes apontaram que se tratava de uma solubilização e houve relato de alguns que isso era uma mistura muito comum e que realizada todos os dias em casa. Uma estudante relatou, inclusive, sobre fazer café e, nesse caso, informamos aos estudantes que, ao colocar a água quente no pó de café, estamos fazendo uma extração e, ao adicionarmos o café solúvel à água, estamos fazendo uma solubilização, pois estamos utilizando um sólido em um líquido que se dissolve totalmente, enquanto isso não ocorre com o pó de café. Na solução de café solúvel e água, inserimos um pouco de leite, e pergun-

tamos qual o nome daríamos àquele procedimento e novamente foi falado que se tratava de uma mistura e, por serem formadas por materiais líquidos, ocorreria o fenômeno de miscibilidade. Após a discussão sobre o conceito de miscibilidade, um estudante fez a afirmação mostrada a baixo.

- *Nossa, professora, fazemos isso todos os dias na nossa casa, só não utilizamos a palavra correta.*

Os dados obtidos pela pesquisadora colaboradora com os registros das intervenções, juntamente com os registros da professora interventora apontam que os estudantes foram capazes de diferenciar o fenômeno da solubilidade do fenômeno da miscibilidade, pois conseguiram classificar corretamente as misturas quanto ao estado físico de seus componentes relacionando, nesse caso corretamente, com o fenômeno observado.

Quando indagados sobre a massa do isopor e do chumbo, inicialmente alguns alunos afirmaram que, pelo fato de a bola de isopor ser maior que a do chumbo, essa teria a maior massa, porém, quando verificada a massa na balança essa impressão se modificou e foi notória a expressão de surpresa dos estudantes sendo que alguns falaram:

- *Muito interessante, professora, então nem sempre um objeto que possui um maior tamanho automaticamente possui uma maior massa.*

- *Então dois objetos podem possuir tamanhos diferentes e possuir o mesmo peso.*

Nesse momento é possível se verificar que esses estudantes começavam a compreender o conceito de massa, apesar da confusão com a ideia de peso, além de diferenciá-lo do de volume. Quando os materiais metálicos foram mergulhados na água que estava colocada na proveta, os estudantes começaram a ligar o conceito de volume com o de espaço ocupado, uma vez que o espaço ocupado pelo metal equivaleria ao deslocamento do volume da água. Os estudantes calcularam as densidades de alguns dos materiais sólidos e os resultados obtidos foram comparados com os da literatura (Tabela 1), o que permitiu aos estudantes identificar que os sólidos analisados se tratavam do alumínio, cobre e chumbo. Nesse caso também se percebe que alguns estudantes relacionaram não ser possível fazer uma direta relação entre massa e volume de diferentes materiais, pois aquele de maior massa, no nosso caso o chumbo, não apresentava o maior volume, e o material de menor massa, no caso o alumínio, possuía o maior volume. Como os resultados dos cálculos da densidade não foram precisamente iguais aos obtidos na literatura, fizemos questionamentos aos estudantes a esse respeito que responderam de acordo com as afirmações a seguir.

- *Tem a questão da sujeira também.*

- *Eles não têm 100% dele na mistura.*

- *A gente pode ter errado um pouco na leitura do volume ou da massa.*

- *A densidade não vai bater com a do livro, vai ser menor ou maior da que está aqui na tabela.*

Essas respostas apontam que os estudantes compreenderam aspectos envolvidos no processo de medição, o que possibilitariam uma melhor compreensão dos métodos científicos, principalmente quando tratamos da coleta e leitura de dados.

Tabela 1 – Valores de densidade dos grupos e da literatura

	Alumínio (g/ml)	Chumbo (g/ml)	Ferro (g/ml)
Grupo 1	2,65	11,20	7,78
Grupo 2	2,63	11,23	7,79
Grupo 3	2,10	10,59	7,20
Literatura	2,70	11,30	7,87

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Quando da investigação sobre o conceito de polaridade foi possível perceber que os estudantes compreenderam suficientemente, mesmo que de forma ingênua, de maneira a serem capazes de relacionar esse conceito à imiscibilidades de líquidos, conforme podemos perceber nos relatos a seguir.

- *Porque o professor havia falado que, quando atritamos o pente no couro cabeludo, estamos gerando energia.*
- *O bastão tinha energia, e puxou a água e o álcool, eles dois têm energia também.*
- *Então, professora, um elemento só vai desviar se ele tiver polos, caso não tenha, o desvio não ocorrerá, né?*

Entendemos a “ingenuidade” das expressões dos estudantes, como dizer que o bastão tem energia e que o pente no couro cabeludo gera energia, como uma mostra da possibilidade de futuro entendimento do conceito de polaridade, uma vez que esse conceito não havia sido oferecido aos estudantes em aulas regulares.

No último momento, desenvolvendo atividades experimentais utilizando soluções aquosas de cloreto de sódio em diferentes concentrações e com corantes de diferentes cores, conforme podemos observar na Figura 2.

Figura 2 – Água salgada com diferentes concentrações e colorida artificialmente.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Obtivemos alguns relatos que puderam demonstrar a compreensão dos conceitos pretendidos, esses relatos estão descritos a seguir.

- *Sim, professora, a massa vai aumentar, mas o volume nem muda.*
- *A água está ficando mais pesada.*
- *Mas então, se a massa aumenta, a densidade também aumenta.*
- *Como elas não se miscibilizam, se são moléculas polares?*
- *Ah, professora, agora entendi. Estava pensando que seria uma mistura heterogênea, mas como elas são miscíveis, fica sendo uma mistura homogênea.*

Esses e outros apontamentos mostram que os estudantes conseguiram relacionar a flutuação de materiais com suas diferenças em densidade, desfizeram a ideia inicial de que a densidade seria a responsável pela imiscibilidade entre líquidos e que as diferenças elétricas existentes entre os líquidos analisados é que tornariam suas misturas homogêneas ou heterogêneas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabedores das dificuldades que os estudantes costumam apresentar na compreensão dos conceitos de química foram desenvolvidos uma sequência de ações didáticas envolvendo atividades teóricas e práticas, bem como prevendo a efetiva participação dos estudantes para a identificação e superação de obstáculo epistemológico verbalista. Neste trabalho, descrevemos a execução dessa sequência de ações em que foram utilizados objetos sólidos e alguns líquidos para compreensão do conceito de densidade. Para isso, nos atemos às questões pedagógicas envolvendo polaridade e mistura, por entendermos que, se o estudante compreender o conceito de polaridade, isso o levará a uma melhor compreensão dos tipos de misturas formada e evitará a confusão com o conceito de densidade.

Elaborar a nossa sequência didática e executar atividades experimentais previstas não foi um processo simples. Exigiu, além da nossa participação, que o aluno também estivesse empenhado na sua realização. Devemos ficar atentos aos pontos frágeis que podem gerar dificuldades conceituais nos estudantes, como por exemplo, o que verificamos ao trabalhar o conteúdo de massa e peso, em que os estudantes utilizavam o termo peso, por ser este termo de emprego usual. Outro caso foi a incompreensão da imiscibilidade do sistema água e óleo que, em nosso trabalho, foi constatado, causando um obstáculo epistemológico do tipo verbalista, corroborando com outros trabalhos publicados na literatura.

Os alicerces conceituais têm uma grande importância para que os estudantes tomem as decisões corretas de como irão conduzir a atividade experimental, necessitando que esta esteja estruturada de forma a evitar dificuldades conceituais não permitindo resultados falsificados. A atuação do professor é importante durante as atividades experimentais, conduzindo os estudantes à construção de seu conhecimento. Antes de

iniciar os experimentos, o professor precisa conflitar o entendimento do estudante com o conceito cientificamente aceito de um determinado conteúdo – isso possibilitaria fragilizar o obstáculo epistemológico estabelecido, abrindo, assim, a oportunidade de sua superação, conforme o obtido nesse trabalho. Assim sendo, nossa sequência didática passa a ser mais uma ferramenta pedagógica para a utilização em aulas de química.

AGRADECIMENTOS

À Escola Estadual Pedro Mendes Fontoura, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul e Programa de Doutorado em Ensino de Ciências da UFMS.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. G.; CÉSAR, N. T. B. S. Conceitos científicos em destaque: enfoque da comunidade disciplinar de ensino de química na QNEsc. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. especial, p. 161-165, dez. 2015.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BINSFELD, S. C.; AUTH, M. A.; MACÊDO, A. P. A Química orgânica no ensino médio: evidências e orientações. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. 8 p.
- FARIA, A. G. V. **Densidade x forças intermoleculares**: uma proposta de superação de um obstáculo epistemológico. 2010. 69 f. (Mestrado em Ensino de Ciências) - Departamento de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.
- FARIA, A. G. V.; RECENA, N. C. P. Estudo do termo densidade como obstáculo verbal para compreensão de conceito em química. In: CALUZI, J. J.; RECENA, M. C. P.; ZULIANI, S. R. Q. A. (org.). **Ensino de ciências e matemática 6: ensino de química**. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora/UNESP, 2011. v. 1. p. 145-164.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 10, p. 43-49, nov. 1999.
- GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A experimentação na docência de formação da área de ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n.1, p. 84-98, 2015.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 31, n.3, p.198-2012, 2009.
- PAULETTI, F.; FENNER, R. S.; ROSA, M. P. A. Contextualizando o ensino da química nas raízes históricas da evolução do conhecimento. **Revista Histedbr**. v. 15, n. 63, p. 14-32, 2015. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8641169/0>. Acesso em: 10 jan. 2019
- ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 4, p. 31-36, 2001.
- ROSSI, A. V. et al. Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 30, p. 55-60, 2008.
- ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda., 1998.