

O Diagrama Heurístico em atividades experimentais baseadas em problemas para a promoção da conceituação em química

The Heuristic Diagram in experimental activities based on problems in the promotion of conceptualization in chemistry

Kariny Mery Araujo Cunha

Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal do Piauí
karinymery@gmail.com

Jerino Queiroz Ferreira

Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, Centro de Ciências da Educação,
Universidade Federal do Piauí
jerino@ufpi.edu.br

Luciana Nobre de Abreu Ferreira

Departamento de Química, Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí
luciananobre@ufpi.edu.br

Resumo

Atividades experimentais têm sido tratadas como importante recurso na abordagem de conceitos e no desenvolvimento de habilidades relevantes à formação dos alunos. Nesse sentido, a Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning - PBL) é recomendada para o desenvolvimento de tais habilidades. Neste trabalho, analisamos os diagramas heurísticos feitos por estudantes de Licenciatura em Ciências da Natureza e Química para a resolução de problemas experimentais, baseadas na PBL. Assim, procuramos verificar se esta forma de organização das informações influencia conceituação dos alunos. A análise dos diagramas nos forneceu resultados significativos ao ensino de química, especialmente quanto à utilização de atividades experimentais pautadas na PBL, em que pudemos verificar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos abordados no problema, bem como observar a linguagem utilizada por eles e suas dificuldades com relação às suas conclusões, as quais integram o processo de tomada de conhecimento conceitual.

Palavras chave: diagrama heurístico, atividades experimentais, aprendizagem baseada em problemas, conceituação.

Abstract



Experimental activities have been treated as an important resource in approaching concepts and in developing skills relevant to the training of students. In this sense, Problem Based Learning (PBL) is recommended for the development of such skills. In this work, we analyze the heuristic diagrams made by undergraduate students in Natural Sciences and Chemistry for solving experimental problems, based on PBL. Thus, we seek to verify whether this form of information organization influences students' conceptualization. The analysis of the diagrams provided us with significant results in teaching chemistry, especially regarding the use of experimental activities based on PBL, in which we could verify the students' understanding of the concepts addressed in the problem, as well as observe the language used by them and their difficulties in relation to its conclusions, which are part of the process of making conceptual knowledge.

Key words: Heuristic diagram, experimental activities, problem base learning, conceptualization.

Introdução

Atualmente a educação brasileira tem passado por mudanças, especialmente desde a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)/1996. Como ressalta o artigo 43º dessa lei, referente à educação superior, os incisos I e III inferem que se deve estimular o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo e incentivar o trabalho de investigação científica nos alunos (BRASIL, 1996). Em decorrência disso, defende-se o uso de atividades experimentais no ensino, pois, acredita-se que a experimentação pode ser um caminho para alcançar as finalidades preconizadas na LDB.

Assim, destaca-se a utilização de atividades investigativas nas aulas práticas de laboratório, desenvolvidas sob os preceitos da Aprendizagem Baseada em Problemas, originada do termo Problem Based Learning (PBL), que enfatiza a aprendizagem centrada no aluno, uma vez que este passa a ter um papel ativo na realização das tarefas de pesquisa, na seleção de estratégias de aprendizagem, e na proposta de soluções.

Dessa forma, neste trabalho, buscamos responder à seguinte questão de pesquisa: a organização de resoluções de problemas em diagramas heurísticos poderia influenciar nos processos de conceituação de alunos submetidos a atividades experimentais investigativas na perspectiva da PBL?

Para tanto, realizamos intervenções em um contexto de ensino de química do nível superior empregando atividades experimentais investigativas no contexto metodológico da PBL a fim de analisar possíveis contribuições para a ocorrência do processo de conceituação entre os envolvidos. Com esse objetivo, coletamos os registros dos alunos para a resolução de problemas experimentais em diagrama heurístico. Logo, procuramos verificar se esta forma de organização das informações concernentes à resolução do problema influencia os procedimentos de conceituação dos alunos.

Referencial teórico

O problema em PBL deve ser estruturado de tal forma que apresente uma pergunta ou problema; desejo ou motivação para resolvê-lo; um desafio para que a estratégia do problema não seja óbvia, que motive o aluno a buscar respaldo na experimentação e nos meios diversos que

estejam ao seu alcance (CAMPILLO; GUERRERO, 2013). Diante disso, consideramos que o contexto de resolução de problema, possibilita a interação comunicativa e o uso da linguagem pelos alunos como expressão de ideias a fim de fundamentar decisões e apoiar explicações.

Desse modo, instrumentos heurísticos são indicados em aulas experimentais investigativas uma vez que favorecem a compreensão dos conceitos envolvidos no problema de investigação, podendo ser utilizado como recurso metodológico e instrumento avaliativo, no ensino superior, por possibilitar a interação dos aspectos conceituais e metodológicos, auxiliando a compreensão dos conhecimentos científicos (BURKE; GREENBOWE; HAND, 2006). À vista disso, por meio desse instrumento os alunos são capazes de sustentar sua opinião sobre a solução do problema a partir de dados de natureza empírica ou teórica que têm a função de apoiar uma conclusão, o que favorece o desenvolvimento da conceitualização e competência de raciocínio científico (BRAVO; PUIG; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2009).

A fim de analisar o processo de conceitualização dos alunos a partir do enfrentamento dos problemas, utilizamos a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) por considerarmos sua viabilidade em verificar como a proposta descrita neste trabalho pode contribuir na conceitualização de estudantes de química (VERGNAUD, 1990). A teoria desenvolvida por Vergnaud (1986) é uma teoria cognitivista que tem como foco principal o estudo da construção de conceitos, por isso o autor entende que o conhecimento do sujeito é construído conforme sua habilidade de estabelecer relações e conceituar em dadas situações ou problemas, que exigem dele a mobilização de teoremas de níveis diferentes (VERGNAUD, 1996).

Metodologia

Os dados analisados neste estudo são oriundos de duas coletas, distintas em relação ao momento e aos sujeitos da pesquisa, e idênticas em seu percurso metodológico, ambas com duração de 40 horas. A coleta de dados I foi realizada a partir de uma proposta de ensino em um curso de extensão universitária, o qual contou com 13 alunos, graduandos em Licenciatura em Química e em Ciências da Natureza. Na coleta de dados II a mesma proposta de ensino foi incorporada a uma disciplina de Química de caráter experimental oferecida em um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, com 17 alunos matriculados. Cabe mencionar que elegemos os dois contextos para esse trabalho, pois pretendíamos analisar a conceitualização de alunos dos dois cursos mencionados.

Inicialmente os alunos foram preparados com relação ao diagrama heurístico, tendo contato com exemplos de diagramas prontos para, depois da realização do experimento, elaborar seus próprios diagramas. A proposta de ensino, em cada contexto, envolveu a proposição de três situações-problema para as quais os alunos, divididos em grupos, deveriam apresentar soluções por meio de experimentos. Nesse trabalho, discutimos os resultados da atividade experimental “A mistura de comprimidos” provenientes de dois grupos de cada um dos dois contextos de coleta de dados, cuja identificação 1A e 2A refere-se aos dois grupos da coleta II e, conseqüentemente, 1B e 2B, à coleta I.

A atividade experimental trata de uma narrativa fictícia que gira em torno de uma idosa que faz uso de caixas divisórias para organizar medicamentos. Ao constatar não ter fechado bem a caixa divisória, percebeu que haviam se misturado comprimidos de dipirona sódica e ácido acetilsalicílico (AAS), visualmente idênticos. Diante disso, aos alunos, assumindo a condição fictícia de colegas de universidade do filho da idosa, coube a tarefa de identificar e separar os medicamentos a partir de procedimentos experimentais. Para isto, os alunos tiveram acesso a

um roteiro de atividade experimental que apresentava a situação-problema a ser resolvida, questionário de conhecimentos prévios (questões pré-laboratório), bem como os materiais disponíveis para os alunos executarem a investigação experimental, isto é, o material não direcionava a um tipo de atividade experimental específica, apenas indicava os materiais (vidrarias e reagentes) que poderiam ser utilizados. Contudo, o material apresentava a seção “Orientações” que elencava algumas questões que direcionavam à solução do problema. A partir do realizado, os alunos deveriam registrar o percurso adotado na resolução do problema no diagrama heurístico, cuja estrutura é apresentada na Figura 1 a seguir.

Figura 1: Modelo do Diagrama Heurístico proposto por Chamizo (2012).

TÍTULO: tema da pesquisa		PONTOS
FATOS: Informações obtidas e/ou observações sobre algum acontecimento no mundo que nos leva a fazer uma pergunta e que tem relação com o tema investigado		
QUESTÃO: Pergunta central da investigação, ou seja, declaração de uma investigação incidindo sobre os fatos		
CONCEITOS	METODOLOGIA	---
Aplicações Aplicações relacionadas à questão de investigação	Coleta de dados Procedimentos utilizados para obter informações relevantes à resolução da questão	
Linguagem Termos que se necessita saber para responder à questão	Processamento dos dados Organização dos dados e resultados em tabelas, gráficos, diagramas, de forma a resumir os dados obtidos	
Modelos Modelos usados para dar resposta à questão	Resultados/análises dos dados O que foi obtido a partir do processamento dos dados	
CONCLUSÃO: Explicação que atende a pergunta ao reunir os conceitos e a conclusão de metodologia		
REFERÊNCIAS: Livros, artigos de revistas, sites etc., consultados e utilizados em todas as etapas da investigação		
Avaliação		

Fonte: Autores (2020).

Tendo em vista a extensão desse formato de trabalho, analisaremos apenas os diagramas produzidos pelos estudantes com o intuito de conhecermos como a forma de organização das informações concernentes à resolução do problema interfere nos procedimentos de conceituação dos alunos, isto é, conhecermos como os alunos relacionam os conceitos presentes nos problemas aos seus conhecimentos para a sua resolução.

Resultados e discussão



A partir da análise do desempenho dos alunos nos diagramas, foi possível verificar que eles tiveram dificuldades na elaboração da questão-foco do tema, a qual serve para nortear os alunos sobre quais os conceitos envolvidos e o problema central englobando os fatos, conceitos e aspectos metodológicos a ele relacionados (CHAMIZO, 2012).

O grupo 1A embora tenha mencionado a temática envolvida no problema, não se baseou em fatos, uma vez que nesta categoria apresentou somente os conceitos relacionados ao problema, ao invés de apresentar informações obtidas e/ou observações realizadas sobre o tema, que os levassem a elaborar sua pergunta:

Como separar as medicações para auxílio de uma pessoa com suspeito de *Zyca vírus*? (Grupo 1A).

O grupo 1B representou essa categoria abordando tópicos dos fatos elencados, ao mencionar a semelhança entre os comprimidos e as embalagens extraviadas, direcionando aos procedimentos metodológicos ao propor métodos que os diferenciasse:

Qual o melhor método para diferenciar dois comprimidos, aparentemente semelhantes, que tiveram suas embalagens extraviadas? (Grupo 1B).

No entanto, no item conclusão não apontou o melhor método utilizado para a resolução do problema, demonstrando um desalinhamento com sua questão principal. Logo, não respondeu à questão elaborada. Segundo Chamizo (2009) somente com questões significativas que mobilizem conhecimentos e metodologia adequada é possível obter uma resposta precisa.

Vergnaud (2017) explica que durante a resolução do problema é possível, ao professor, analisar as dificuldades dos alunos com relação aos seus elementos cognitivos implícitos, visto que ao resolverem um problema, os alunos podem ter dificuldades em usar seus conhecimentos-em-ação (termo relacionado aos esquemas cognitivos mobilizados pelos sujeitos) para uma dada classe de situações para a qual não dispõe de esquemas suficientes para lidar com ela. Ou seja, os seus conhecimentos-em-ação podem ser úteis para certa situação, mas podem não ajudar em outra que seja diferente da primeira.

Com isso, pode-se inferir que os sujeitos podem não ter direcionado a uma solução específica do problema por estarem diante de uma circunstância não familiar, uma situação nova para a qual seria necessária a utilização de diferentes esquemas não dominados pelos sujeitos.

Os grupos 2A e 2B em seus diagramas, coincidentemente elaboraram questões semelhantes, apresentando uma questão abalizada apenas em aspectos metodológicos, conforme observamos a seguir:

Como identificar medicamentos cujas embalagem foram extraviadas? (Grupos 2A e 2B).

A respeito da escolha dessa questão, apontamos o objetivo do roteiro experimental como um dos critérios utilizados pelos alunos, o qual contava com o mesmo teor do questionamento elaborados pelos grupos.

Pudemos observar que os grupos em seus questionamentos, não apresentaram conceitos relacionados ao problema, solubilidade, soluções, ácidos e bases, indicadores químicos e variação de pH, conforme foi observado na pesquisa de Mendonça, Cordeiro e Kill (2014) em que se verificou que os alunos apresentaram falhas em suas questões, não abordando o conceito principal relacionado ao problema para a construção do diagrama V. As autoras sugeriram que tal constatação pode ser resultante da falta de compreensão dos alunos acerca da importância da questão para a apreensão de novos conhecimentos ou identificação do objetivo do problema



experimental, posto que é por meio da pergunta que se pode orientar nos procedimentos metodológicos e identificar o fenômeno a ser investigado. Logo, a questão elaborada deve atender ao foco principal do problema a ser resolvido a fim de facilitar o desenrolar da atividade experimental, caso contrário podem vir a ocorrer equívocos metodológicos ou mesmos conceituais.

Além disso, não fazer uso de conceitos científicos nesse tópico pode indicar dificuldades conceituais dos sujeitos ao buscar relacionar o problema aos conceitos presentes nele. Dessa forma, essa possível dificuldade poderia comprometer o desenvolvimento da resolução do problema, uma vez que ela implica na correlação entre os conceitos para se chegar a uma conclusão.

Sobre isso Escudero, Moreira e Caballero (2003) mencionaram a necessidade de explicitação da concepção dos sujeitos, explicando que as dificuldades dos alunos na obtenção e, conseqüente, aplicação de conceitos, podem estar relacionadas ao fato de serem implícitos os conhecimentos-em-ação dos sujeitos, e eles não terem sido incentivados a explicitá-los, podem atuar como obstáculos na aquisição de conceitos científicos. Por isso, a TCC preconiza a explicitação durante o processo educacional.

Na categoria conceitos, os alunos precisariam abordar tópicos relativos às aplicações, linguagem e modelos, pois cada conceito científico implica na compreensão desses três aspectos diferentes (CHAMIZO, 2012). Verificamos que os grupos representaram os três itens em seus diagramas, mesmo que em alguns pontos de forma elementar e em outras descrições inconclusivas, como o grupo 2A que nas aplicações, explicou a indicação dos medicamentos relacionado com os fatos, mas não apresentou aplicações associadas à questão de investigação e mesmo tendo citado o conceito de teste de solubilidade não soube explicar sua aplicação, conforme observado a seguir:

O teste de solubilidade é bastante utilizado para identificar o solvente com maior capacidade de dissolução (Grupo 2A).

Embora os integrantes do grupo tenham relacionado o teste de solubilidade a solventes com capacidade de dissolução, esse processo está relacionado a uma substância em detrimento de outra, por isso não pode ser explicado de forma individual (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013). Diante disso, podemos perceber a relevância de trabalhar em sala de aula, propostas que permitam verificar a conceituação dos alunos e construção de diagramas, pois permitem que eles mesmo percebam suas limitações ou avanços em relação aos conteúdos, ao passo que auxilia professores nessa identificação e conseqüentemente auxilia no desenvolvimento das habilidades argumentativas dos estudantes (SÁ; QUEIROZ, 2007).

No item linguagem, que está relacionado aos termos que são necessários para responder à pergunta elaborada, o grupo 1A apresentou termos que deveriam ter sido elencadas nesse item, na categoria fatos, o que pode ser explicado pela falta de familiaridade de boa parte dos alunos com os itens presentes nos diagramas. O grupo 1B, por outro lado, citou termos principais relacionados aos procedimentos experimentais relacionados, tais como: solução, ácido, base e solubilidade.

Os grupos 2A e 2B apresentaram termos relacionados aos procedimentos experimentais em si, como as vidrarias de laboratório, o que pode estar relacionado com o que foi proposto na questão elaborada, direcionada à parte experimental. Ao citar a solubilidade para esse item, o grupo 2B, apresentou o conceito de modo incompleto, embora tenha explicado corretamente que se tratava de uma propriedade física, contudo, falhou ao considerar como uma propriedade



“*das substâncias de se dissolverem*” sem levar em conta de que está relacionada com a interação entre uma espécie que se deseja solubilizar.

Sobre isso, Carmo e Marcondes (2008) explicam que para que o aluno compreenda o conceito de dissolução como interações entre as partículas de soluto e do solvente é necessário que os alunos busquem reorganizar suas concepções levando-as de níveis de subjetividade menos elaborados para níveis mais complexos, o que é possibilitado em atividades experimentais aliadas a diagramas heurísticos.

Vergnaud (1996) explica que a conceitualização é o núcleo do desenvolvimento cognitivo, a qual tem uma relação dialética com os problemas (situações), pois, de acordo com a teoria, é através das situações que os conceitos passam a ter sentido para o sujeito. Desse modo, quanto mais o sujeito é confrontado com situações (e mais complexas), mais ele se desenvolve e torna-se capaz de dominar tais conceitos (MOREIRA, 2002).

Desenvolvendo novos esquemas, os alunos tornam-se capazes de enfrentar situações cada vez mais complexas. Novos esquemas não podem ser desenvolvidos sem novos conhecimentos-em-ação.

Com relação ao item modelos, relacionado aos modelos utilizados para resolver a pergunta, o grupo 2B apresentou conceitos relevantes à questão de pesquisa. O grupo 1A representou esse item apresentando detalhadamente teorias envolvidas no problema, conforme observamos a seguir:

Teoria de Arrhenius, solubilidade, reação ácido-base, indicadores de pH, neutralização (Grupo 1A).

Cabe salientar que o grupo 1A mencionou a reação ácido-base e neutralização, sem os utilizar no procedimento experimental, o que pode ser relacionada com a parte investigativa em que os alunos, inicialmente, deveriam buscar os métodos mais viáveis para a resolução do problema, reconhecendo que um dos métodos de resolução poderia ser a titulação ácido-base, que envolve os termos relacionados.

O grupo 2A, por sua vez, relacionou apenas aos procedimentos metodológicos. Embora o grupo tenha demonstrado compreender o problema e propor uma solução para ele, não conseguiram indicar os modelos científicos em conformidade com a temática. Isto pode estar relacionado com uma compreensão subjetiva dos estudantes acerca dos conceitos, dificultando as articulações conceituais, bem como suas formas de aplicação.

O grupo 1B mencionou a “*teoria da dissociação*” e “*dissolução*”, demonstrando dificuldade em relacionar os modelos teóricos a resolução do problema. Nesse sentido, Chamizo (2009) sugere que atividades experimentais oportunizam aos alunos estabelecerem ligações entre o mundo real e os conceitos teóricos abordados, contudo, essa associação não é uma tarefa fácil, posto que entre as principais dificuldades relacionadas à compreensão da química, destaca-se a necessidade de utilização de diferentes modelos e teorias para o domínio de variados conceitos.

De modo geral, os itens elencados nessa categoria foram direcionados ao procedimento experimental, o que foi refletido na categoria metodologia, onde os alunos teriam que representar argumentos e métodos coerentes para resolver a questão proposta por eles, cuja categoria envolve os itens coleta, processamento e resultados/análises dos dados (CHAMIZO, 2012).

Verificamos que o grupo 2A no item coleta de dados, mencionou apenas o conceito de solubilidade ao descrever a execução do teste de solubilidade das amostras. Além disso embora



tenham descrito como seria executado o procedimento e classificadas as amostras, é possível notar uma contradição expressa nos resultados apresentados no item processamento de dados, em que a amostra I foi diluída apenas em água e a amostra II em água e álcool, com os itens posteriores dessa categoria, pois percebemos que os dados obtidos diferem com o que foi proposto, como observado nos trechos a seguir dos itens coleta e processamento de dados, respectivamente:

Amostra I seria diluída em 10ml de água deionizada e a amostra II seria diluída em 10ml de água deionizada + 15ml de álcool etílico (Grupo 2A).

Amostra I: pH=7; coloração= Laranja e solubilidade= Solúvel em água e álcool/ Amostra II: pH=3; coloração= Vermelha e solubilidade= Solúvel em água e álcool (Grupo 2A).

Ao analisar esses dados, sugerimos que os alunos podem ter tido dificuldades na interpretação dos resultados alcançados, visto que a amostra que se mostrou solúvel em água e álcool apresentou pH neutro, o que parece contraditório, pois como o grupo descreveu na coleta de dados *“adicionamos água deionizada aos poucos e observamos o grau de solubilidade, caso necessário adicionaríamos álcool”* nesse caso, o que se esperava é fosse adicionado o álcool na amostra referente ao AAS que é pouco solúvel em água, mas solúvel em álcool e com isso a verificação do pH seria ácido, e não neutro como foi apresentado pelo grupo. E consequentemente a amostra solúvel em água seria referente à dipirona.

Acreditamos que as contradições observadas no diagrama do grupo 2A podem ser resultantes além da execução da parte experimental, podem estar relacionados aos aspectos tratamento e interpretação dos dados que são imprescindíveis para a resolução da questão proposta.

Sobre esse aspecto, cabe uma discussão importante sobre o fato de que os estudantes muitas vezes até conhecem determinados conceitos, mas não sabem aplicá-los. Grega e Moreira (2003) corroboram essa ideia, explicando que a resolução de situações e a aprendizagem conceitual estão estreitamente relacionadas. Por exemplo, o aluno pode até memorizar o princípio de inércia, contudo pode não saber como aplicá-lo. Os autores esclarecem que, para o aluno passar a compreender um conceito, é necessário que enfrente diferentes situações que o permitam reconhecê-lo para que, posteriormente, seja capaz de atribuir significado a ele. Logo, é por meio das situações que ele aprenderá como aplicar o conceito e, posteriormente, *“explicitá-lo”*, permitindo ao professor inferir se, de fato, houve uma aprendizagem significativa com a incorporação desse princípio à sua estrutura cognitiva.

Destacamos que os grupos apresentaram dificuldades no item resultados/análises dos dados expondo somente um resumo do que foi observado na coleta e o processamento dos dados, não apresentando discussões a respeito dos dados obtidos.

Na categoria conclusão, na qual os alunos deveriam combinar os conceitos e a conclusão da metodologia empregada, o grupo 1A apresenta explicações para a solubilidade das amostras ancorado em suas composições, abordando aspectos específicos das moléculas, como a presença de funções orgânicas, o que indica que os alunos buscaram mais informações a respeito dos medicamentos, bem como os conceitos relacionados permitindo a interpretação dos resultados obtidos.

O grupo 2A apresentou informações que não permitiram uma interpretação das conclusões obtidas a partir dos experimentos, uma vez que mencionou as amostras, sem, contudo, descrever de qual amostra se tratava, explicando que ambas apresentaram solubilidade em água, não considerando o que foi mencionado nas dicas apresentadas no roteiro. Nesse sentido, podemos considerar que os alunos apresentaram observações pouco conclusivas dos experimentos. O



grupo 2B buscou relacionar a conclusão com a questão-foco, apresentando fatos, parte dos procedimentos experimentais e os resultados obtidos, sugerindo que o método escolhido foi o mais simples para resolver o problema.

Com relação aos dois contextos de coleta, não foram verificadas diferenças significativas entre as conceituações apresentadas pelos grupos. Embora parte dos alunos integrantes dos grupos 1B e 2B fossem alunos de licenciatura em Química as limitações conceituais foram praticamente as mesmas que as identificadas nos demais grupos. Tal resultado aponta para a alarmante defasagem conceitual dos estudantes com relação a conceitos básicos da química, e salientam a urgência de se trabalhar, na formação inicial, situações que propiciem aos professores momentos favoráveis à construção de conceitos científicos, uma vez que eles serão responsáveis em ensiná-los a seus alunos.

Sobre isso, a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) preconiza como uma das habilidades a serem desenvolvidas no professor em formação inicial, “demonstrar conhecimento e compreensão dos conceitos, princípios e estruturas da área da docência, do conteúdo, da etapa, do componente e da área do conhecimento na qual está sendo habilitado a ensinar” (BRASIL, 2019, p. 15).

Considerações finais

A análise nos forneceu resultados relevantes para o ensino de química, especialmente quanto à utilização de atividades experimentais pautadas na PBL, em que pudemos verificar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos abordados no problema, bem como perceber como executaram o procedimento experimental, trataram e interpretaram os dados obtidos. Permitiu, ainda, observar a linguagem utilizada por eles e suas dificuldades com relação as suas conclusões baseadas nos conceitos científicos, as quais também integram o processo de tomada de conhecimento conceitual e elaboração do diagrama, aspectos esses possíveis de serem observados a partir dos diagramas heurísticos elaborados (CHAMIZO, 2012).

Além disso, essa análise nos mostrou que os alunos apresentaram dificuldades na elaboração de alguns tópicos do diagrama, como na elaboração da questão-foco que exerce grande influência nos outros tópicos a serem desenvolvidos. Com isso, notamos algumas dificuldades conceituais e/ou metodológicas na execução e interpretação dos dados obtidos nos grupos. Entendemos que a forma de organização proposta pelo diagrama heurístico permitiu verificar tais aspectos, o que aponta para uma forma de acompanhamento e avaliação a ser utilizada pelo professor com o intuito de identificar aspectos mais pontuais acerca da resolução de problemas.

Nesse sentido, sugerimos o uso de diagramas como um meio de promover a construção conceitual, por esse instrumento oferecer um processo de tomada de consciência durante sua construção, e por isso, ser utilizados como recurso avaliativo em que professores possam diagnosticar o nível de aprendizagem dos alunos e decidir, posteriormente, as ações a serem tomadas, e alunos estejam cientes desse processo.

Por fim, a Teoria dos Campos Conceituais nos permitiu verificar os aspectos pontuais da conceituação dos estudantes, apontando flagrantes dificuldades/limitações conceituais na mobilização dos conceitos para a solução dos problemas. Reiteramos que para esse recorte, nos prendemos a pontos específicos, mas pretendemos ampliar essas discussões em trabalhos posteriores.

Referências



BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL. **Resolução CNE/CP Nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília: MEC, 2019.

BRAVO, B.; PUIG, B.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Competencias en el uso de pruebas en argumentación. **Educación química**, v. 20, n. 2, p. 137-142, 2009.

BURKE, K. A.; GREENBOWE, T. J.; HAND, B. M. Implementing the Science Writing Heuristic in the Chemistry Laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 7, p. 1032-1038, 2006.

CAMPILLO, Y. P.; GUERRERO, J. A. C. El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. **Ciência e Educação**, v. 19, n. 3, p. 499-516, 2013.

CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula—uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 37-41, 2008.

CHAMIZO, J. A. El aprendizaje de la historia experimental de la química. **Tecné, Episteme y Didaxis**, v. 26, p. 82-96, 2009.

CHAMIZO, J. A. Heuristic diagrams as a tool to teach history of science. **Science and Education**, v. 21, n. 5, p. 745-762, 2012.

ESCUADERO, C.; MOREIRA, M. A.; CABALLERO SAHELICES, M. C. Teoremas-en-acción y conceptos-en-acción en clases de física introductoria en secundaria. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 2, n. 3, p. 201-226, 2003.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Do saber fazer ao saber dizer: uma análise do papel da resolução de problemas na aprendizagem conceitual de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013.

MENDONÇA, M. F. C.; CORDEIRO, M. R.; KIILL, K. B. Uso de diagrama v modificado como relatório em aulas teórico-práticas de química geral. **Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1249-1256, 2014.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química Nova**, v. 30, n. 8, 2035-2042, 2007.

VERGNAUD, G. Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didática das matemáticas. Um exemplo: as estruturas aditivas. **Análise psicológica**, v. 1, n. 5, p. 76-90, 1986.

VERGNAUD, G. La teoría de los campos conceptuales. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v. 10, n. 2, 3, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, G. Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. **Perspectivas**, v. 26, n. 10, p. 195-207, 1996.

VERGNAUD, G. **Piaget e Vygotsky em Gérard Vergnaud Teoria dos Campos Conceituais**. Porto Alegre: GEEMPA, 2017.