

O diagrama heurístico como instrumento avaliativo em atividades experimentais de química

The heuristic diagram as an assessment tool at the chemical experiments

Luciana Nobre de Abreu Ferreira

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

Cleane da Costa Paz

Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí
kleanepaz@hotmail.com

Resumo

Atividades experimentais têm sido referidas em pesquisas em educação em ciências como importante recurso metodológico no tratamento de conceitos teóricos e no desenvolvimento de habilidades relevantes à formação dos alunos, especialmente se permitem aos discentes relacionarem conhecimentos teóricos e metodológicos. Nesse sentido, pesquisas também apontam o potencial do diagrama heurístico em atividades experimentais, pois em sua construção os alunos poderão estabelecer tais relações. Assim, analisamos diagramas produzidos por estudantes após participarem de atividades experimentais propostas em uma disciplina de Química Experimental do ensino superior. Utilizamos o modelo de diagrama adaptado por Chamizo e os critérios por ele sugeridos para a avaliação das produções dos estudantes. Os resultados evidenciaram as contribuições do diagrama, pois permitiu verificar aspectos concernentes à construção do conhecimento pelos alunos, bem como as dificuldades enfrentadas em sua elaboração.

Palavras chave: atividades experimentais, diagrama heurístico, instrumento de avaliação, química, ensino superior.

Abstract

Experimental activities has been reported in research in science education as an important methodological resource in the treatment of theoretical concepts and at the development of relevant abilities of the students, especially if they allow students relate theoretical and methodological knowledge. In this sense, research also point the potential of the heuristic diagram in experimental activities since in its construction the students may establish such relations. Thus, we analyze diagrams produced by students after participating in experimental chemistry classes from the higher education. We used the model diagram adapted by Chamizo, and the criteria suggested by him for the evaluation of the diagrams produced by the students. The results showed the contributions of the diagram, as it has shown various aspects concerning the construction of knowledge by students and the difficulties faced in their preparation.

Key words: experimental activities, heuristic diagram, assessment tool, chemistry, higher education.

Introdução

Segundo Lôbo (2012), o trabalho experimental se constitui em um poderoso recurso didático para o ensino de ciências. Oliveira (2010) infere que as atividades experimentais apresentam contribuições para o ensino e aprendizagem, uma vez que motivam e despertam a atenção dos alunos, desenvolvem a capacidade de trabalhar em grupo, a tomada de decisão, estimulam a criatividade, aprimoram a capacidade de observação e registro de informações e habilidades manipulativas.

Em contrapartida, Mendonça, Cordeiro e Kiill (2014) colocam que a experimentação só poderá assumir um papel de relevância na aprendizagem de ciências se for vista como uma oportunidade para a promoção da relação entre os conhecimentos teóricos e práticos no processo de construção do conhecimento.

Estudos sugerem o Diagrama V como uma ferramenta de grande potencial para a avaliação de atividades científicas, pois integra conhecimentos conceituais e metodológicos, além de ser um instrumento heurístico facilitador da aprendizagem, o qual pode ser utilizado para a avaliação diagnóstica, formativa e somativa (CAMPILLO; GUERRERO, 2013; LEBOEUF; BATISTA, 2013; CHAMIZO, 2012; MOREIRA, 2006). Dessa forma, apresenta-se como uma alternativa viável para analisar os conhecimentos recorrentes das atividades experimentais, uma vez que permite aos alunos vislumbrarem os aspectos pertinentes à temática estudada – tanto do ponto de vista teórico-conceitual, como metodológico – e explicitarem a sua compreensão a respeito de tais aspectos, evidenciando o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à sua formação.

De acordo com Sastre, Isausti e Merino (2003), o diagrama como instrumento avaliativo revela-se como um método que favorece o desenvolvimento de um esquema mental integrador, por meio do qual o professor poderá avaliar se houve a construção significativa de conhecimentos, ou seja, se houve uma conexão entre o saber, o pensar e o fazer no desenvolvimento das atividades experimentais.

Nessa perspectiva, o presente trabalho de pesquisa é um estudo de caso, na qual apresenta o Diagrama Heurístico, modelo adaptado de acordo com os preceitos de Toulmin por Chamizo (2012), como um instrumento avaliativo do processo de ensino aprendizagem da disciplina de Química Experimental. Dessa forma o trabalho apresenta como objetivos, aplicar e analisar o Diagrama Heurístico como instrumento de avaliação da aprendizagem de atividades experimentais.

Referencial teórico

O Diagrama V foi proposto originalmente como V heurístico por Gowin em 1981 com o propósito de analisar o processo de produção de conhecimento (MOREIRA, 2012). Leboeuf e Batista (2013) inferem que o Diagrama V ou V heurístico, cujo nome deriva do seu formato, é uma maneira estruturada e visual de relacionar os aspectos metodológicos de uma atividade com seus aspectos conceituais e teóricos subjacentes. Nela, questões podem ser perguntadas e respondidas em qualquer ordem e todas devem ser usadas, pois em conjunto estabelecem a coerência na estrutura do conhecimento. Acrescenta-se, conforme Mendonça; Cordeiro e Kiill (2014), que a forma em V tem por objetivo enfatizar que a produção do conhecimento é

revelada pela interação entre domínio teórico-conceitual e o metodológico, localizados em lados opostos do V.

Sastre; Insausti e Merino (2003) relatam que, a partir do que traz a literatura pertinente, os diagramas V são uma boa ferramenta de aprendizagem com enfoque construtivista. Para Chamizo (2012), o V Heurístico foi desenvolvido com o objetivo de ajudar pesquisadores a compreender suas pesquisas, e pode ser utilizado para a compreensão do conhecimento em diversos campos, tanto na resolução de um problema de pesquisa, quanto na compreensão de uma metodologia.

No trabalho de Chamizo (2012) é proposta uma forma adaptada do Diagrama V, por ele denominado de diagrama heurístico, na qual o seu lado esquerdo originalmente relacionado com filosofias, teorias, princípios e conceitos sofreu alterações de acordo com os conceitos de Toulmin (2001), o qual relaciona linguagem, modelos e procedimentos de aplicação atinentes ao tema da pesquisa (Quadro 1).

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 científicos	Processamento dos dados Organização dos dados e resultados em tabelas, gráficos, diagramas, de forma a resumir os dados obtidos	
Modelos Modelos Científicos	Resultados/análises dos dados O que foi obtido a partir do processamento dos dados	
CONCLUSÃO: Explicação que atende à pergunta ao reunir os conceitos e os resultados metodológicos		
REFERÊNCIAS: Livros, artigos de revistas, <i>sites</i> , consultados e utilizados em todas as etapas da investigação		
		Avaliação

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

No trabalho de Chamizo (2012) também são propostos critérios para avaliar o conteúdo dos diagramas elaborados, os quais, segundo o autor, buscam integrar as quatro partes principais do diagrama: os *fatos*, a *questão*, o *pensar* e o *fazer* para alcançar a resposta. Assim, o autor estabeleceu quatro níveis (0, 1, 2 e 3) de pontuação para cada um dos tópicos do diagrama e os aspectos a serem considerados em observância a cada nota (Quadro 2). Segundo Sastre; Insausti e Merino (2003) a utilização do diagrama como método avaliativo nas disciplinas experimentais permite valorizar aspectos essenciais de um trabalho experimental, que não são atendidos em outros métodos. Como acrescentam Mendonça, Cordeiro e Kiill (2014), o uso dos diagramas como instrumento avaliativo nas atividades experimentais induz os alunos a refletirem sobre suas práticas, de modo a adquirirem consciência da relação existente entre os procedimentos metodológicos e o aspecto conceitual-teórico.

CATEGORIAS	NÍVEL	DESCRIÇÃO
Fatos	0	Não apresenta fatos
	1	Fatos são identificados
	2	Fatos e alguns conceitos são identificados
	3	São identificados fatos, alguns conceitos e alguns aspectos metodológicos
Questão	0	Não apresenta questão
	1	Há uma questão baseada em fatos
	2	Há uma questão baseada em fatos e que inclui conceitos
	3	Há uma questão baseada em fatos, que inclui conceitos e sugere aspectos metodológicos
Metodologia	0	Não apresenta metodologia
	1	Há um procedimento que permite a coleta dos dados
	2	Há processamento de dados, apresentados por tabelas, gráficos etc.
	3	Os resultados foram obtidos por meio do processamento dos dados
Conceitos	0	Não apresenta conceitos
	1	As aplicações são identificadas
	2	A linguagem e as aplicações são identificadas
	3	As aplicações, a linguagem e o(s) modelo(s) são identificados
Conclusão	0	Não há conclusão
	1	A conclusão é semelhante ao resultado da parte metodológica
	2	A conclusão traz, além do resultado da parte metodológica, os fatos
	3	A conclusão traz, além do resultado da parte metodológica, os fatos e os conceitos
Referências	0	Não apresenta referências
	1	Existem referências relacionadas apenas com fatos, conceitos ou metodologia
	2	Existem referências relacionadas a fatos e conceitos ou metodologia.
	3	Existem referências relacionados a fatos, conceitos e metodologia

Quadro 2: Critérios de pontuação do Diagrama Heurístico

Metodologia

A pesquisa é qualitativa, do tipo estudo de caso, e foi desenvolvida na Universidade Federal do Piauí, sendo tomados como sujeitos 21 alunos matriculados em uma disciplina de Química Experimental, oferecida no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza.

Durante um semestre letivo os alunos, divididos em grupos, participaram de atividades experimentais de caráter investigativo. Ou seja, a eles cabia propor soluções para uma situação-problema, de natureza científica ou sociocientífica, por meio de experimentos. Cada atividade culminou na produção de um diagrama heurístico de acordo com os moldes de Chamizo (2012). Antes do início da aplicação da proposta foram fornecidas explicações sobre a construção do diagrama, especialmente relacionadas a uma descrição sobre as características de cada um dos tópicos que o compõem.

Para apresentação e discussão no presente trabalho foram escolhidos diagramas produzidos a partir de duas atividades experimentais, as quais foram intituladas, respectivamente, como: “Identificação de substâncias por meio de reações químicas” e “Fatores que influenciam na velocidade de uma reação química”. Na primeira os alunos deveriam propor uma sequência de reações químicas para identificar três sais cujos rótulos supostamente haviam sido deteriorados em um laboratório. A eles foram fornecidas informações sobre características físicas e químicas desses sais, bem como os materiais de laboratório disponíveis para a realização dos testes. No segundo experimento aos alunos foram feitos questionamentos sobre o comportamento de certos materiais frente a algumas variáveis que afetam a velocidade de reação. Para responder a essas perguntas, os alunos deveriam realizar ensaios analíticos que fizessem alusão às situações investigadas e pudessem comprovar suas respostas. Assim como

para a primeira atividade, os alunos foram também informados sobre aspectos pertinentes ao problema e os materiais disponíveis. Cabe ressaltar que cada atividade foi realizada em uma aula de duração de 4 horas, sendo cada atividade experimental intercalada com uma aula destinada à discussão teórica sobre o experimento e à produção dos diagramas.

Resultados e discussão

Conforme explicitado anteriormente, a análise dos diagramas produzidos pelos alunos a partir das atividades experimentais realizadas ocorreu com base nos critérios propostos por Chamizo (2012), na qual foram atribuídas pontuações às categorias presentes no diagrama. Assim, no presente trabalho apresentamos a análise de dois grupos, aqui denominados de A e B, para os dois experimentos selecionados (Quadro 3).

Categorias	Atividade experimental 1: “Identificação de substâncias por meio de reações químicas”		Atividade experimental 2: “Fatores que influenciam na velocidade de uma reação química”	
	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B
Fatos	2	0	2	2
Questão	1	2	2	2
Metodologia	2	2	2	1
Conceitos	2	1	3	3
Conclusão	2	2	2	2
Referências	0	0	2	1
Total	9	7	13	11

Quadro 3: Resultados da avaliação dos diagramas heurísticos elaborados pelos alunos a partir das atividades experimentais

Conforme indica o Quadro 3, apenas na categoria *Conceitos* e somente no segundo experimento os grupos obtiveram pontuação máxima. Considerando que a pontuação máxima que deveria ser obtida no diagrama como um todo é de 18 pontos, podemos inferir que os grupos tiveram muitas dificuldades na sua construção.

Inicialmente destacamos que, para a categoria *Fatos* e em relação ao primeiro experimento, os alunos do grupo B apresentaram dificuldades, uma vez que deixaram o espaço destinado a esse aspecto em branco. Considerando que nesta categoria devem ser inseridas informações obtidas e/ou observações sobre algum acontecimento no mundo que leva a fazer uma pergunta e a relacioná-la com o tema investigado, podemos sugerir que os estudantes não conseguiram estabelecer relações entre a situação-problema e um contexto mais amplo, ou pelo menos não compreenderam/consideraram a relevância de suas concepções prévias a respeito da temática.

Em contrapartida, é possível também notar que no diagrama para o segundo experimento e nos dois diagramas produzidos pelo grupo A essa categoria foi atendida de maneira satisfatória, uma vez que fatos e alguns conceitos foram identificados. Contudo, não foram abordados os aspectos metodológicos nesta categoria e, por essa razão, não atingiram a máxima pontuação, conforme ilustra o fragmento a seguir:

“O conhecimento e o estudo da velocidade das reações estão relacionados ao nosso dia-a-dia, por exemplo, quando guardamos alimentos na geladeira para retardar sua decomposição ou usamos panela de pressão para aumentar a velocidade de cozimento dos alimentos” (Grupo B, Experimento 2).

Consideramos que embora os discentes apresentem conhecimento sobre o tema, eles não souberam reconhecer na literatura a metodologia que seria desenvolvida na atividade

experimental, ou pelo menos as razões conceituais do problema que levavam à escolha de um método entre vários. Esse fato pode também ser observado na avaliação dos diagramas dos alunos com relação à categoria *Questão*, na qual os grupos não conseguiram estabelecer relação com os aspectos metodológicos, conforme exemplificamos a seguir:

“Como identificar substâncias químicas por meio das observações de evidências decorrentes de suas substâncias?” (Grupo B, Experimento 1)

Ou seja, como as avaliações para esta categoria ficaram entre os valores 1 e 2, significa que os alunos conseguiram elaborar uma questão baseada em fatos e, em alguns casos, incluíram conceitos. Com respeito a esta categoria Chamizo (2012) afirma que a dificuldade dos alunos em construir a *Questão* adequada para o tema pesquisado influencia na construção das outras categorias, como os modelos relacionados na parte dos *Conceitos*. Isso nos revela a importância da categoria *Questão* para a aprendizagem dos alunos, pois indica as dificuldades que os educandos apresentam na compreensão das atividades realizadas, deste os aspectos teóricos e metodológicos envolvidos na atividade.

Com respeito à categoria *Conceitos*, conforme previsto a partir dos resultados obtidos para a categoria anterior, os alunos apresentaram certa dificuldade em indicar o modelo científico envolvido no tema de pesquisa. No primeiro diagrama os grupos demonstraram visões inadequadas com respeito à construção dos modelos e algumas limitações na linguagem, o que nos revela problemas de compreensão com relação ao tema estudado. De acordo com Mendonça, Cordeiro e Kill (2014), se os modelos descritos não forem consistentes com a teoria proposta, ou a representação for incoerente com o modelo ou com os fatos, há indicativos de falha de aprendizagem.

Todavia, observamos uma evolução de um experimento para o outro, uma vez que os dois grupos obtiveram nota máxima para o segundo experimento. Algumas razões podem explicar esse fato. Uma é a natureza do experimento e dos conceitos relacionados, que poderiam ser de mais fácil compreensão para os alunos. Outra razão pode estar relacionada a uma maior familiaridade em relação à construção dos diagramas.

Para a categoria *Metodologia* verificamos que a maior dificuldade dos alunos foi o tratamento e análise dos dados coletados na atividade experimental. Foi observado que todos os grupos conseguiram planejar e executar uma sequência de métodos para a coleta dos dados e obtenção da resposta e que, em alguns casos, esses dados foram organizados de modo a permitir a interpretação destes. Os resultados obtidos para a categoria *Conclusão* corroboram tais constatações. Observamos que os grupos obtiveram no máximo a pontuação 2 para esta categoria, ou seja, a conclusão apresentada em seus diagramas era semelhante ao resultado da parte metodológica e, em alguns casos, trazia fatos.

Entretanto, considerando que nesta categoria deve ser elaborada uma explicação que atenda à pergunta, reunindo conceitos e os resultados metodológicos, verificamos que os estudantes tiveram dificuldades em fazer uso dos conceitos por eles elencados na categoria destinada a isso para justificar os dados obtidos. Ademais, os estudantes não conseguiram respaldar suas informações ou fazer contrapontos com o que há reportado na literatura pertinente. Assim, constatamos que os estudantes não conseguiram lançar mão do processamento dos dados para construir suas respostas, apontando dificuldades em relacionar os dados metodológicos com os conhecimentos teóricos, como ilustramos a seguir:

“Utilizando apenas a água destilada para dissolver os sólidos e o ácido acético, conseguiu-se descobrir que a substância 1 era o NH_4Cl , a 2 era o Na_2CO_3 e o 3 era o $NaCl$. Utilizando alguns conhecimentos que já possuía como os que sais de amônio ao serem misturados a hidróxidos ou carbonatos têm como resultado a liberação de amônia...” (Grupo A, Experimento 1)

Sastre, Insausti e Merino (2003) relatam que o diagrama elaborado pelos alunos precisa ser a expressão escrita da interação conceitual e metodológica ao longo de sua atividade. Entretanto, podemos sugerir que as dificuldades observadas não representam motivo de surpresa, uma vez que o estabelecimento dessas relações não é tarefa simples, pois requer do alunado compreender a concepção de cada uma das categorias e de como influenciam o diagrama como um todo no alcance de uma resposta adequada para a questão. Há também de se considerar a inexperiência dos alunos tomados como sujeitos desta pesquisa, uma vez que, à época da coleta dos dados encontravam-se em sua primeira experiência em uma disciplina de química experimental, portanto, não possuíam o hábito de fazer uso de dados experimentais para a solução de um problema de caráter também conceitual.

Na análise da categoria *Referências*, no primeiro diagrama, os alunos demonstraram que não realizaram uma pesquisa adequada sobre o tema em questão para fundamentar a construção do diagrama. Na organização das referências em seus diagramas, não observamos, em alguns deles, relação com fatos, conceitos ou aspectos metodológicos. Quando isso aconteceu, as referências faziam alusão, na maioria dos casos, a conceitos, demonstrando que a busca em fontes bibliográficas foi feita com o objetivo principal de se respaldarem conceitualmente, e não para buscarem fatos ou explicações para justificar os aspectos metodológicos.

Considerações finais

A pesquisa realizada nos forneceu dados relevantes sobre a utilização do diagrama heurístico em atividades experimentais como instrumento avaliativo, pois com os resultados obtidos por meio da análise dos diagramas produzidos pelos alunos da disciplina de Laboratório de Química Experimental verificamos seu potencial em fornecer informações relevantes sobre a compreensão dos alunos a respeito não apenas da aprendizagem conceitual, mas também de outros aspectos igualmente relevantes, como o tratamento e interpretação dos dados para a obtenção dos resultados, a construção de conclusões a partir desses aspectos, a identificação e uso da linguagem adequada e o reconhecimento de fatos que auxiliam nessa compreensão.

A análise dos diagramas segundo os critérios sugeridos por Chamizo (2012) evidenciou dificuldades de diversas ordens por parte dos alunos. Cabe ressaltar que identificamos tais dificuldades ainda no início do processo de aplicação da proposta e tentamos suprimi-las por meio de discussões referentes aos primeiros diagramas apresentados, o que pode ter influenciado na evolução observada em alguns grupos, e para algumas categorias, como pode ser observado no Quadro 3. Como apontam Mendonça, Cordeiro e Kill (2014), o sucesso do diagrama é dependente da compreensão dos alunos sobre os significados de cada um de seus elementos e do significado da articulação entre os mesmos para desempacotar o conhecimento. Assim, sobre a evolução dos alunos na construção dos diagramas tomamos a ideias de Leboeuf e Batista (2013), os quais colocam que “o uso continuado (do diagrama) pode promover o aumento da complexidade do pensamento do aluno ao analisar uma atividade prática ou teórica” (p. 718).

Além disso, não podemos deixar de conferir crédito aos estudantes que, mediante as dificuldades encontradas em construir um material escrito distinto do que é comumente utilizado em salas de aula e laboratórios de ensino, conseguiram elaborar diagramas de maneira satisfatória, organizando as ideias referentes às atividades e construindo o conhecimento a elas pertinente. Nesse sentido, Chamizo e Izquierdo (2007) sugerem que ao construir o diagrama, os estudantes precisam organizar suas ideias com as informações disponíveis, relacionando os aspectos teóricos com os metodológicos.

Portanto, consideramos que as dificuldades encontradas fazem parte de um processo de tomada de conhecimento em relação a esse instrumento avaliativo, o qual possui sua relevância exatamente em sua complexidade, uma vez que permite aos alunos explorarem aspectos que vão além da compreensão conceitual. Logo, podemos sugerir que o diagrama heurístico se revelou um instrumento avaliativo adequado nas atividades experimentais estudadas, o que vai ao encontro com as ideias de Sastre, Insausti e Merino (2003) quando afirmam que por meio desse instrumento heurístico o professor pode avaliar se os estudantes utilizaram conceitos teóricos necessários e adequados para o desenvolvimento do experimento, se obtiveram um progresso lógico de pensamento, e se houve uma relação entre pensamento e ação.

Agradecimentos e apoios

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

Referências

- CAMPILLO, Y. P.; GUERRERO, J. A. C. El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar La argumentación escolar em las asignaturas de ciencias. **Ciência e Educação**. V. 19, n.3, 2013, p. 499-516.
- CHAMIZO, J. A. Heuristic diagrams as a tool to teach history of science. **Science & Education**. V. 21, n. 5, 2012, p. 745-762.
- CHAMIZO, J. A.; IZQUIERDO, M. M. Evaluación de las competencias de pensamiento científico. **Alambique: didáctica de las ciencias experimentales**. n. 51, 2007, p. 9-19.
- LEBOEUF, H. A.; BATISTA, I. L. O uso do “v” de Gowin na formação docente em ciências para os anos Iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 18, n.3, 2013, p. 697-721.
- LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de química. **Química Nova**. V. 35, n.2, 2012, p. 430-434.
- MENDONÇA, M. F. C.; CORDEIRO, M. R.; KIILL, K.B. Uso do Diagrama V modificado como relatório em aulas teórico-práticos de Química. **Química Nova**. V. 37, n.7, 2014, p. 1249-1256.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora UNB, 2006.
- MOREIRA, M. A. Diagramas V e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**. V. 6, n.2, 2012, p. 3-12.
- OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. V. 12, n.1, 2010, p. 139-153.
- SASTRE, P. G.; INSAUSTI, M. J.; MERINO, M. Evaluación de los trabajos prácticos mediante diagramas V. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 1, 2003, p. 45-57.
- TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. Tradução Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001.