



O Diagrama Heurístico em atividades experimentais baseadas em problemas no Ensino Superior de Química

Cleane C. Paz, Janildo L. Magalhães e Luciana N. A. Ferreira

Atividades experimentais são um importante recurso no tratamento de conceitos e no desenvolvimento de habilidades relevantes aos alunos, especialmente quando planejadas de acordo com a *Problem Based Learning* (PBL). Adicionalmente, para maior êxito na resolução de problemas, o diagrama heurístico é indicado, pois pode auxiliar na organização e compreensão das atividades, favorecendo a interação entre aspectos conceituais e metodológicos. Assim, neste trabalho avaliamos o potencial do diagrama heurístico como instrumento metodológico e avaliativo em atividades experimentais baseadas na PBL em aulas de química. Os resultados evidenciaram contribuições do diagrama, pois permitiram verificar o processo de construção do conhecimento pelos alunos na resolução dos problemas.

► atividades experimentais, PBL, diagrama heurístico ◀

Recebido em 14/03/2019, aceito em 02/07/2019

Pesquisas da área de educação em ciências indicam que aulas práticas de laboratório são essenciais para graduandos da área de ciências, uma vez que favorecem a interação entre teoria e a prática, desempenhando um papel crítico no ensino, pois permitem o desenvolvimento de habilidades necessárias para a atuação profissional desses graduandos (Chatterjee *et al.*, 2009; Tsaparlis e Gorezi, 2007; Gaddis e Schoffstall, 2007). No entanto, as metodologias comumente utilizadas em aulas experimentais são tradicionais, dado que o estilo aplicado nas disciplinas de laboratório é aquele em que o discente segue um manual para comprovar um resultado tido como absoluto (Tsaparlis e Gorezi, 2007; Coquidé, 2008). Este fato é alvo de crítica por alguns pesquisadores da área de educação, pois as atividades práticas nesses moldes são consideradas limitadas, sem espaço para os alunos manifestarem e redimensionarem seus conhecimentos, e são geralmente estruturadas para conduzir de forma inequívoca à resposta certa (Folmer *et al.*, 2009). Os estudantes, muitas vezes, seguem instruções do instrutor ou de um manual de laboratório de forma a não permitir hipóteses, ensaios, erros

ou responsabilidades individuais, tampouco a tomada de decisão (Laredo, 2013; Jalil, 2006).

Nessa perspectiva, acredita-se que atividades práticas de laboratório devem proporcionar oportunidades para os alunos construírem seu conhecimento e compreenderem os fenômenos e os processos científicos, por meio da aplicação de teorias, leis e outras ideias (Burke *et al.*, 2006). Nesse contexto, atividades experimentais se constituem em um poderoso recurso didático para que o ensino de ciências ocorra de forma mais integrada ao cotidiano do aluno, permitindo-lhes que compreendam não apenas a teoria envolvida no problema, mas também sua importância para a sociedade (Lôbo, 2012; Batista e Nascimento, 2011).

Diante dessa problemática, é relevante e necessário desenvolver em aulas de caráter experimental estratégias que contribuam para a criação de espaços que favoreçam críticas e discussões, sendo possível ensinar e aprender a fundamentar decisões e apoiar justificativas e refutações (Henao e Stipcich, 2008). Assim, em espaços como esses, nos quais são propiciadas discussões sobre uma determinada temática, o ensinar e o aprender são interdependentes, pois quando o

Os estudantes, muitas vezes, seguem instruções do instrutor ou de um manual de laboratório de forma a não permitir hipóteses, ensaios, erros ou responsabilidades individuais, tampouco a tomada de decisão (Laredo, 2013; Jalil, 2006).

aluno expõe suas ideias sobre um determinado tema, ele oferece informações que pode respaldar o argumento do outro, o que de forma colaborativa propicia o desenvolvimento da argumentação, em que os sujeitos fundamentam dados por meio de justificativas e refutações. Nessa perspectiva, são relevantes situações de ensino em que sejam privilegiadas atividades desenvolvidas em torno de situações investigativas, cuja resolução requer analisar, descobrir, elaborar hipóteses, confrontar, refletir, argumentar e comunicar ideias, de forma a despertar o interesse dos alunos para aprender ciências (Coquidé, 2008; Coronel e Curotto, 2008).

Uma abordagem proposta na literatura, a qual pode ser inserida em aulas de caráter experimental, que gera um ambiente profícuo para o desenvolvimento das habilidades citadas anteriormente, como também o engajamento dos estudantes, é a Aprendizagem Baseada em Problemas, designada na língua inglesa, *Problem Based Learning* (PBL), a qual começou a ser introduzida nos currículos de ciências da saúde, na Faculdade de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, em 1968 (Freire *et al.*, 2011). No Brasil, no ensino superior, surgiu em 1993 na Escola de Saúde Pública do Ceará (Borochovicius e Tortella, 2014), em 1997 na Faculdade de Medicina de Marília e, em 1998, no curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina (Malheiro e Diniz, 2008).

Embora enraizada nos cursos de medicina, a PBL também foi inserida nos cursos de química, como observado em revisão de trabalhos publicados no periódico *Journal of Chemical Education*, no período de 2004 a 2014, nas áreas de química analítica (Hicks e Beusek, 2012), química geral (Laredo, 2013; Angelin e Ramström, 2010; Adams *et al.*, 2008; Smith e Gray, 2010), química orgânica (Flynn e Biggs, 2012; Marle *et al.*, 2014; Neeland, 2007) e química analítica instrumental (Kalivas, 2008; Nielsen *et al.*, 2014; Clougherty e Wells, 2008; Lanigan, 2008). Desse modo, notamos que durante os últimos anos a PBL tem ganhado espaço no currículo em diversas áreas do conhecimento de química, visto que pesquisas indicam o potencial dessa modalidade em favorecer a aprendizagem dos alunos e promover o desenvolvimento de habilidades científicas (Laredo, 2013; Hicks e Beusek, 2012).

Assim, uma atividade experimental baseada na PBL engloba a produção, coleta e análise de dados e posterior conclusão para encontrar a solução do problema, o que torna a aprendizagem um produto do processo de resolução de problema (Walker *et al.*, 2011). Yang e Li (2009) inferem que atividades realizadas com estes pressupostos criam oportunidades para os educandos conhecerem e praticarem a investigação científica e, ao mesmo tempo, aprenderem conteúdos químicos. Essa afirmação decorre do fato de que aulas experimentais sob este preceito se baseiam essencialmente na resolução de um problema, o qual requer pesquisa

bibliográfica sobre o tema, desenvolvimento e testes de experimentos que comprovem ou não as hipóteses geradas, com a formulação de uma resposta para o problema.

Trabalhos reportados na literatura pertinente indicam que o uso desta metodologia pode favorecer o desenvolvimento de habilidades necessárias à formação profissional dos discentes, de modo que sejam capazes de resolver problemas relacionados à sua profissão (Laredo, 2013; Hicks e Beusek, 2012; Angelin e Ramström, 2010; Flynn e Biggs, 2012; Kalivas, 2008; Nielsen *et al.*, 2014).

Desse modo, acredita-se que no contexto de ensino de química, as atividades experimentais realizadas conforme os preceitos da PBL podem produzir resultados de aprendizagem mais significativos, pois, os alunos tornam-se ativos e corresponsáveis por sua aprendizagem, não seguindo instruções para verificar conceitos, mas redescobríndos durante o processo. Todavia, em aulas de caráter experimental que visam à resolução de problemas, os alunos nem sempre têm êxito, isso se atribui geralmente a carências em estratégias e habilidades de resolução (Coronel e Curotto, 2008). Uma estratégia para abordar a resolução de um problema é o V epistemológico ou heurístico, conhecido também como diagrama V (Chamizo e Izquierdo, 2008), ou ainda,

diagrama heurístico, considerado um facilitador da aprendizagem (Batista e Nascimento, 2011), uma vez que pode auxiliar na organização, resolução e compreensão das atividades realizadas conforme os preceitos da PBL, favorecendo a interação entre os aspectos conceituais e metodológicos.

Face ao exposto, no presente trabalho avaliamos aulas de química experimentais planejadas em conformidade com a PBL no ensino superior, especialmente com relação ao potencial do diagrama heurístico como instrumento metodológico e avaliativo.

O Diagrama Heurístico

O diagrama V foi proposto originalmente como V heurístico por Gowin (1981) para a análise do processo de produção de conhecimento ou para “desempacotar” conhecimentos documentados em artigos de pesquisa, livros e ensaios (Moreira, 2012). A primeira fonte escrita sobre o diagrama V foi o livro intitulado “*How to learn to learn?*”, publicado por Novak e Gowin em 1984 (Tekeş e Gönen, 2012). Desde a sua origem até hoje, o diagrama tem sido utilizado em diversas áreas do conhecimento, desempenhando várias funções, como a capacidade de auxiliar os alunos na resolução de um problema (Chamizo, 2012; Campillo e Guerrero, 2013), compreender significados relativos aos objetos e aos acontecimentos investigados no processo e compreensão da estrutura do conhecimento (Valadares e Fonseca, 2004; Leboeuf e Batista, 2013; Mendonça *et al.*, 2014), como também permitir ao professor avaliar o processo

[...] uma atividade experimental baseada na PBL engloba a produção, coleta e análise de dados e posterior conclusão para encontrar a solução do problema, o que torna a aprendizagem um produto do processo de resolução de problema (Walker *et al.*, 2011).

de aprendizagem dos alunos (Chamizo e Izquierdo, 2008; Ríos *et al.*, 2011). Além disso, o diagrama possibilita o desenvolvimento de habilidades de raciocínio científico e, conseqüentemente, o pensamento crítico, e integra sinteticamente os elementos envolvidos no processo de investigação (Santos, 2005; Knaggs e Schneider, 2012).

Desse modo, vários trabalhos (Valadares e Fonseca, 2004; Chamizo e Izquierdo, 2008; Ríos *et al.*, 2011; Leboeuf e Batista, 2013; Mendonça *et al.*, 2014) foram publicados utilizando o diagrama V como recurso metodológico e instrumento avaliativo, sendo utilizado no ensino fundamental, médio e superior, por possibilitar a interação dos aspectos conceituais e metodológicos, facilitando a compreensão de conhecimentos científicos. De acordo com Burke *et al.* (2006), a razão para a utilização de instrumentos heurísticos em aulas reside no fato de estimularem a aprendizagem por investigação, favorecendo a compreensão dos conceitos envolvidos no problema. O instrumento heurístico ajuda na organização de uma pesquisa, refletindo sobre os elementos que a constituem, a teoria envolvida, os conceitos que serão trabalhados e a metodologia de pesquisa que será utilizada (Batista e Nascimento, 2011).

Nesse sentido, o diagrama é recomendado para ser trabalhado juntamente com a metodologia de resolução de problemas, pois envolve uma questão foco que, de certa forma, orienta os alunos sobre quais conceitos são estudados. Esta questão é respondida por meio da permanente interação entre o domínio conceitual e o domínio metodológico (Chamizo e Izquierdo, 2008; Mendonça *et al.*, 2014).

Chamizo e Izquierdo (2008) propuseram alterações no diagrama originalmente proposto por Gowin, a partir dos conceitos de Toulmin. Mais tarde, Chamizo (2012) propôs o diagrama heurístico no formato de um quadro, formato este adotado nesta pesquisa (Quadro 1).

Conforme indica o Quadro 1, o diagrama proposto por Chamizo (2012) direciona os alunos a responder a *questão* elaborada sobre o problema proposto, a qual deverá ser explicitada na *conclusão*. Esta, por sua vez, deve trazer de forma sucinta um relato da solução do problema, de modo que esteja relacionada com as categorias *fatos, conceitos e metodologia*, as quais deverão ser embasadas pelas *referências*. Assim, o diagrama torna-se um recurso que ajuda os discentes a resolver o problema, pois orienta sobre quais informações serão necessárias para o desenvolvimento da atividade, assim como sobre a solução da mesma, considerando os aspectos conceituais e metodológicos. Isso permite aos alunos organizarem seus dados e os compreenderem à luz dos *conceitos*.

Materiais e Métodos

A pesquisa em questão é de natureza qualitativa, do tipo

Quadro 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

O instrumento heurístico ajuda na organização de uma pesquisa, refletindo sobre os elementos que a constituem, a teoria envolvida, os conceitos que serão trabalhados e a metodologia de pesquisa que será utilizada (Batista e Nascimento, 2011).

estudo de caso, o qual visa à descoberta, enfatiza a interpretação em contexto e busca retratar a realidade de forma complexa e profunda, representando os diferentes pontos de vista presentes numa situação social, usando uma variedade de fontes de informação (Lüdke e André, 1986). Como infere Yin (2001), o estudo de caso é uma investigação empírica baseada em várias fontes de evidências, partindo de proposições teóricas prévias de modo a conduzir à coleta e à análise de dados.

O estudo foi realizado em uma disciplina de química de caráter experimental, oferecida em uma Instituição de Ensino Superior. Trata-se da disciplina de Química Geral Experimental – oferecida no curso de graduação em Química –, a qual contava com 19 alunos matriculados. Inicialmente aplicamos um questionário para caracterizar os discentes, autodeclarados, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, voluntários da pesquisa. Vale destacar que o projeto de desenvolvimento

da presente pesquisa foi aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa da instituição de vínculo.

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. Os dados coletados em cada atividade foram organizados em torno de um Diagrama Heurístico, construído pelos alunos de acordo com os moldes de Chamizo (2012), resultante da resolução do problema. 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. As atividades foram desenvolvidas em três etapas:

- Pré-laboratório: pesquisa orientada sobre o tema da atividade experimental;
- Laboratório: discussão do problema e elaboração e execução do plano de ação;
- Pós-laboratório: análise e discussão dos resultados e produção dos diagramas.

Para a apresentação e discussão no presente trabalho foram escolhidos diagramas produzidos a partir de duas atividades experimentais, as quais foram intituladas, respectivamente, como: “Separação de uma mistura heterogênea para a obtenção de NaCl” e “Acidez do vinagre”. Na primeira os discentes se depararam com uma situação fictícia, na qual o responsável técnico de uma salina observou uma contaminação em um de seus tanques de evaporação com pedaços de vidro e ferro, além de traços de enxofre, cujas causas estavam relacionadas a um desmanche e abandono de carros no fundo de um lago marinho. Os alunos, assumindo o papel de analistas do Laboratório de Controle de Qualidade, deveriam propor um método de separação da mistura, com o menor custo operacional possível, a fim de obter apenas cloreto de sódio (NaCl). Na segunda atividade, os graduandos, também exercendo o papel de analistas de um Laboratório de Controle de Qualidade, agora de uma indústria de vinagre, teriam que analisar amostras desse produto com o propósito de determinar se atendiam às especificações de qualidade, solicitadas previamente pelo Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC), após reclamação de uma consumidora que percebeu diferenças em relação ao odor e sabor comumente observados. Em todas as atividades foram fornecidas informações sobre os métodos relacionados, assim como os materiais disponíveis para a realização dos experimentos.

A análise dos diagramas foi realizada mediante níveis de pontuação propostos por Chamizo (2012), Quadro 2, o qual propõe critérios que buscam integrar suas partes (*fatos*, *questão*, *conceitos*, *metodologia*) para alcançar a resposta (*conclusão*). Assim, o autor estabeleceu quatro níveis (0, 1, 2 e 3) de pontuação, para cada uma das categorias do diagrama, descritos no Quadro 2 a seguir.

Como observado no Quadro 2, embora cada categoria que constitui o diagrama seja avaliada separadamente, a

Quadro 2: Critérios de pontuação do Diagrama Heurístico.

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

avaliação permite a interação dessas partes, pois, de acordo com os critérios de pontuação estabelecidos por Chamizo (2012), na análise dos diagramas devemos observar se uma categoria apresenta elementos que permitem relacioná-la à outra, por exemplo, na avaliação da categoria *questão* deve ser verificado se a mesma é baseada na categoria *fatos*, se

inclui conceitos e sugere alguns aspectos metodológicos. O mesmo acontece com a avaliação das categorias *conclusão* e *referências*, as quais devem estar relacionadas aos *fatos*, *conceitos* e *metodologia*. Assim sendo, a pontuação máxima (3 pontos) é atribuída a uma categoria do diagrama se esta apresentar todos os elementos determinados. A pontuação máxima permitida pela soma das seis categorias integra 18 pontos.

Análise dos dados e sua discussão

Os diagramas heurísticos produzidos pelos alunos a partir das atividades experimentais, como mencionado anteriormente, foram analisados mediante os critérios de pontuação propostos por Chamizo (2012), Quadro 2. Tomamos como dados os diagramas produzidos por três grupos de alunos aqui referidos como A, B e C, a partir das duas atividades experimentais anteriormente descritas. Os grupos foram escolhidos de acordo com os critérios de participação, uma vez que consideramos não ser possível avaliar a evolução dos alunos que não cumpriram todas as atividades, sendo considerados os dados apenas daqueles que participaram de todas as etapas da pesquisa.

Análise dos diagramas heurísticos

Os resultados da análise dos diagramas produzidos pelos grupos A, B e C para os dois experimentos estão expressos na Tabela 1 a seguir. Vale ressaltar que o diagrama 1 se refere à atividade “Separação de uma mistura heterogênea para a obtenção de NaCl” e o diagrama 2 à atividade “Acidez do vinagre”:

Tabela 1: Avaliação dos diagramas heurísticos elaborados a partir das atividades experimentais.

CATEGORIAS	DIAGRAMA 1			DIAGRAMA 2		
	A	B	C	A	B	C
Fatos	2	1	3	2	2	3
Questão	2	2	3	2	1	3
Conceitos	3	2	3	3	3	3
Metodologia	2	2	3	3	3	3
Conclusão	3	2	2	3	2	3
Referências	2	0	1	2	2	2
Total	14	9	15	15	13	17

A partir dos resultados expressos na Tabela 1, verificamos que, de modo geral, os grupos apresentaram boas pontuações dentro dos critérios estabelecidos por Chamizo (Quadro 2), em que a pontuação máxima permitida pela soma das seis categorias integra 18 pontos, e de maneira progressiva, uma vez que as pontuações obtidas na segunda atividade são relativamente melhores que na primeira. Na categoria *fatos*, nos diagramas produzidos pelo grupo A, a partir das atividades 1 e 2, foram identificados fatos e conceitos relacionados ao

tema investigado, enquanto que naquele produzido pelo grupo B, para as mesmas atividades, foram observados apenas fatos e alguns aspectos metodológicos. O grupo C, por sua vez, adquiriu pontuação máxima para a categoria nos diagramas produzidos a partir das duas atividades, indicando fatos, alguns conceitos e aspectos metodológicos relacionados às atividades. Por exemplo, para a atividade 1, o grupo indicou fatos e conceitos relacionados às misturas e, ainda, aspectos metodológicos sobre os métodos de separação de mistura. A seguir apresentamos os trechos da categoria *fatos* dos diagramas dos grupos A, B e C, referentes à atividade experimental 1:

[Grupo A] *As técnicas de separação são utilizadas com frequência em indústrias, em laboratórios e no cotidiano. Alterações físicas nas substâncias possibilitam a identificação de cada componente presente na mistura. (1) Misturas são classificadas como homogêneas (apresentam uma única fase) e heterogêneas (apresentam pelo menos duas fases).*

[Grupo B] *Obtenção da concentração de NaCl da mistura heterogênea; É preciso separar tais misturas com métodos físicos; É necessário (determinar) tais substâncias quantitativamente.*

[Grupo C] *Solução são misturas homogêneas de uma ou mais substâncias (1); Misturas são associações de duas ou mais substâncias puras (2); Existem vários métodos de separação de mistura tais como: destilação, filtração, decantação, imantação, sublimação, cristalização, entre outros (2). São importantes nos laboratórios e indústrias químicas, na separação de componentes e misturas afim de que cada substância ali contida fique isolada (2).*

Com a análise dessa categoria, verificamos que o grupo A privilegiou a parte conceitual e não elencou questões metodológicas relacionadas à temática da atividade, enquanto que o grupo B deu ênfase à parte metodológica, em detrimento do aspecto conceitual. Esse fato indica uma ausência de percepção por parte dos alunos dos grupos A e B sobre a relação teoria e prática, a qual, no contexto de atividades elaboradas segundo a PBL, deveria ser mais facilmente reconhecida pelos estudantes. Este fato, portanto, pode representar uma limitação dos resultados, cujas razões, podemos sugerir, residam na necessidade de um maior período de tempo e contato com o método para que os seus benefícios possam ser mais profundamente vivenciados pelos estudantes.

A partir dos critérios de avaliação propostos por Chamizo (2012), somente com a contemplação dos três aspectos (fatos, conceitos e aspectos metodológicos) é que se pode atribuir pontuação máxima. É digno de nota que os três grupos conseguiram obter melhor pontuação para a categoria no diagrama 2, fato que sinaliza maior familiaridade em relação à construção do diagrama e a contribuição das atividades para a observância de tais aspectos.

Para a categoria *questão* também verificamos dificuldades dos alunos em elaborar uma pergunta sobre o tema investigado. Para isso, eles deveriam identificar o fenômeno de interesse, que deveria incidir sobre os *fatos* , *conceitos* e sugerir aspectos metodológicos relacionados ao problema investigado. O grupo A, nos diagramas 1 e 2, expôs uma *questão* baseada em *fatos* que sugeria alguns aspectos metodológicos, assim como o grupo B no diagrama 1. Por outro lado, no diagrama 2 elaborado pelo grupo B, a *questão* elaborada estava apenas baseada no método de análise abordado na categoria *fatos* , conforme descrevemos a seguir:

[Grupo B] *Qual a relevância do método de identificação para amostras adulteradas?*

O grupo C, nos dois diagramas, apresentou uma *questão* baseada em *fatos* que incluía *conceitos* e sugeria aspectos metodológicos. Embora os grupos A e B não tenham considerado os três aspectos (*questão* baseada em *fatos* , que incluía *conceitos* e sugeria aspectos metodológicos) em suas *questões* , não podemos deixar de conferir crédito às suas formulações, pois, em concordância com Moreira (2012), possibilitaram que algo fosse construído, medido ou determinado ao respondê-las, de modo a organizar e dirigir o pensamento que dá sentido ao que está sendo feito.

Na análise da categoria *conceitos* , na qual deveriam ser elencados aspectos concernentes às *aplicações* , *linguagem* e *modelos* , observamos um bom desempenho dos grupos. Os grupos A e C obtiveram pontuação máxima nos dois diagramas, contemplando os três aspectos na categoria. O grupo B, apenas no diagrama 1, não conseguiu indicar os *modelos* adequadamente relacionados ao tema investigado. Embora tenham apresentado certa compreensão do problema e uma possível solução para ele, não indicaram os *modelos* científicos adequadamente relacionados ao tema. Este fato reflete uma percepção fortemente abstrata dos alunos sobre os *conceitos* , inibindo-os de estabelecer relações entre estes e seus modos de aplicação direta. Eichler (2001) defende que isso é fruto da falta de contextualização em sala de aula e da utilização de uma linguagem adequada, o que contribui para que os alunos considerem os *modelos* científicos abstratos, estando estes fora da sua realidade e sem aplicação concreta.

Na categoria *metodologia* , conforme explicitado anteriormente, os alunos deveriam apresentar os métodos, técnicas, procedimentos e argumentos lógicos usados para responder à *questão* . Esta categoria, portanto, encontra-se subdividida no diagrama em *coleta* , *processamento* e *resultados/análise dos dados* . Os alunos dos grupos A e B demonstraram ter dificuldades, principalmente, no diagrama oriundo da primeira atividade experimental realizada e em relação ao item *resultados/análise dos dados* , enquanto os do grupo C

não tiveram dificuldades nessa categoria. Para este item, os alunos dos grupos A e B apresentaram apenas um resumo de como foi feita a *coleta* e o *processamento dos dados* , sem discussão sobre os dados encontrados, conforme indicam os trechos a seguir:

[Grupo A] *Foi feito o processo de separação da mistura para obtenção de NaCl e durante o processo não requer padronização e obteve-se como quantidade total de NaCl 2,072 g.*

[Grupo B] *Conforme proposto, separou-se o NaCl da mistura heterogênea na margem de acerto requisitada.*

[Grupo C] *Para a extração da amostra de NaCl foi demonstrada tamanha abrangência sobre os conhecimentos de química (Teoria de Arrhenius, Polaridade, Separação de misturas, Densidade, Proporção, etc.). Apesar de se utilizarem métodos bem precisos, foi apresentado 15% de erro em relação ao valor íntegro do sal contido na mistura inicial.*

Na análise da categoria *conceitos* , na qual deveriam ser elencados aspectos concernentes às *aplicações* , *linguagem* e *modelos* , observamos um bom desempenho dos grupos. Os grupos A e C obtiveram pontuação máxima nos dois diagramas, contemplando os três aspectos na categoria.

No diagrama 2, referente ao experimento “A acidez do vinagre”, os três grupos conseguiram organizar informações relevantes sobre o *processamento dos dados* , discutindo os resultados obtidos em função da *coleta de dados* com embasamento teórico concernente ao estudo e justificando seus resultados por meio de informações

encontradas em fontes bibliográficas pertinentes à temática em pauta. Por exemplo, no diagrama 2, os grupos discutiram seus *resultados* baseados em fontes fidedignas sobre o teor de acidez no vinagre:

[Grupo A] *O resultado obtido pela titulação mostrou que 2 amostras de vinagre apresentam a quantidade de massa abaixo do valor mínimo determinado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Na amostra 1 foi possível observar que a massa encontrada representa 4,34% do vinagre. Na amostra 2 a massa representa 3,48%, ou seja, um valor bem abaixo do que é determinado, pondo em risco a qualidade e a saúde dos consumidores. Na amostra 3 que é a da cliente que pediu tal análise o resultado também foi abaixo do ideal pois, segundo os resultados, o ácido acético representa aproximadamente 2%. Ou seja, muito abaixo do valor recomendado.*

[Grupo B] *Das amostras testadas, verificou-se que apenas a número 1 estava dentro dos padrões de porcentagem ideais de $C_2H_4O_2$ para a utilização de um consumidor; No problema proposto, o método utilizado pelos analistas, método da titulação por testes, iria garantir um maior controle da qualidade do produto reduzindo os riscos da comercialização*

de produtos adulterados; Em casos de adulteração de produtos, todo e qualquer consumidor que tenha adquirido esse produto terá seus direitos defendidos por seu código de conduta.

[Grupo C] Na preparação da solução do vinagre (ácido acético) utilizou-se o método indireto, ou seja, medida volumétrica. Visando economia de tempo e reagente usou-se 5mL da solução. Como a amostra foi muito diluída usou-se o titulante menos concentrado, visto que poderia se passar do ponto de viragem. Os volumes de base da dupla análise (para todos os ácidos) revelaram-se precisos, uma vez que não ultrapassaram o ponto de equivalência.

Na conclusão, categoria que apresenta uma explicação para a questão ao reunir os fatos, conceitos e metodologia, os três grupos alcançaram resultados satisfatórios. Todos os aspectos para a conclusão foram contemplados nos dois diagramas do grupo A, para os quais apresentaram fatos e conceitos, além dos resultados da parte metodológica. Os grupos B e C, por sua vez, não atingiram pontuação máxima para esta categoria no diagrama 1. Neste diagrama, a conclusão do grupo B apenas incidiu sobre os resultados da parte metodológica e os fatos e não incluíram os conceitos que, para Moreira (2012), é um aspecto primordial do diagrama, pois deverão permear todo o trabalho de pesquisa. O grupo C apresentou uma conclusão que incidia apenas sobre conceitos e metodologia, sem a presença de fatos relacionados à questão de pesquisa. A seguir apresentamos as conclusões produzidas pelos grupos A, B e C para o diagrama 1, referente à atividade experimental 1:

[Grupo A] De acordo com os conceitos dados, misturas podem ser classificadas como homogêneas ou heterogêneas, onde misturas homogêneas ou soluções são caracterizadas por apresentarem uma única fase, enquanto que misturas heterogêneas apresentam pelo menos duas fases. Podem ser encontrados vários tipos de técnicas de separação de misturas e dependendo do processo utilizado é possível obter até todos os componentes de uma mistura separadamente. Sendo assim, para obter somente a massa de NaCl presente em uma mistura de enxofre, areia, NaCl, grampos e vidro optou-se por dois processos de separação simples e que exigiria menos tempo. Foram feitas a imantação, dissolução, e filtração da mistura e após foram realizados processos de pesagem, medidas de volume, e evaporação, utilizando os materiais de laboratório (cadinho, pipeta volumétrica 5 mL, béquer, balança analítica, bastão vidro, proveta,

placa de petri, bico de Bunsen, funil e papel filtro). Ao final dos processos obteve-se 2,072 g de NaCl. Assim obtemos 94,2% da quantidade total de NaCl presente na solução, com porcentagem de erro de 5,8%. Ao término da experiência podemos observar a importância dos processos de separação utilizados em indústrias, laboratórios e até em nosso dia-a-dia, principalmente nas salinas para obtenção de sal e até mesmo em usinas de tratamento de água.

[Grupo B] Baseado no que sabemos sobre misturas e sua aplicação diária, utilizou-se das técnicas de separação para a obtenção de NaCl. Inicialmente, filtrou-se a mistura heterogênea, na qual havia sido adicionado água. Nessa mistura, além do NaCl que foi dissolvido na água, continha: enxofre, areia, clipe metálico, vidro. Ao final da filtragem obteve-se uma solução de NaCl e água, ferveu-se a solução para que a água evaporasse deixando apenas o NaCl no béquer, este foi pesado com e sem sal para determinar a massa do sal.

[Grupo C] Para obtenção dos resultados foram utilizados conhecimentos tais como: Teoria de Arrhenius, polaridade, separação de misturas, densidade e proporção, a fim de serem observadas as alterações macro e microscópicas ao longo do experimento. Dessa forma para se separar o NaCl da mistura foram, inicialmente, imantadas as peças metálicas da mistura heterogênea, em seguida foram adicionados 90 mL de água a fim de dissolver o sal e melhor visualizar o sistema. Filtrou-se a mistura (97 mL) com o auxílio do funil e do béquer (capacidade de 100 mL), obtendo-se uma solução aquosa de NaCl com 87,5 mL. Com a ajuda da pipeta volumétrica (graduada em 5 mL) pipetou-se 10 mL do filtrado no cadinho e destilou-se a amostra. Ao fim do experimento pesou-se, utilizando a balança analítica, a massa de sal da amostra pipetada (0,214 g) e com cálculos estequiométricos foi definida a massa total do filtrado. Com isso, ao fim da prática os objetivos foram cumpridos, ou seja, separou-se o máximo possível de NaCl. Com tudo isso se observa a importância das soluções e métodos de separação para a sociedade.

A análise da categoria referências, que representa a exposição das fontes consultadas e utilizadas para a fundamentação teórica das categorias fato, conceitos e metodologia, indicou que o grupo A, nos dois diagramas, relacionou as referências com os fatos e conceitos. O grupo B conseguiu pontuar nesta categoria no diagrama 2, relacionando as referências com fatos e conceitos. Todavia, no primeiro

Na conclusão, categoria que apresenta uma explicação para a questão ao reunir os fatos, conceitos e metodologia, os três grupos alcançaram resultados satisfatórios. Todos os aspectos para a conclusão foram contemplados nos dois diagramas do grupo A, para os quais apresentaram fatos e conceitos, além dos resultados da parte metodológica.

diagrama, o grupo não apresentou *referências*, o que pode ter influenciado o processo de construção dos conhecimentos relacionados às atividades, os quais dependem do referencial teórico utilizado (Chamizo, 2010). O grupo C, no primeiro diagrama, indicou *referências* relacionadas a *fatos*; e no segundo, suas *referências* incidiram sobre *fatos* e *conceitos*.

Com os resultados obtidos por meio da análise dos diagramas heurísticos podemos inferir que, embora os grupos tenham explicitado dificuldades na elaboração dos diagramas, devido à falta de familiaridade com o instrumento e outros fatores concernentes à aprendizagem, eles obtiveram resultados satisfatórios e apresentaram evolução ao longo do processo, conforme evidenciam as pontuações descritas na Tabela 1.

Observamos que a principal dificuldade dos alunos esteve em relacionar aspectos teóricos (referentes aos *modelos*) com os metodológicos (*coleta, processamento e análise dos dados*), o que influenciou consideravelmente na construção da *conclusão*, uma vez que esta se sustenta pela interação entre esses aspectos de modo a responder à *questão*. Como os autores Mendonça *et al.* (2014) colocam, se os *conceitos* utilizados forem inadequados ou incompletos, a construção do conhecimento ocorrerá com dificuldades. Da mesma forma, se houver dificuldades no registro e interpretação dos dados, não haverá a elaboração de juízos cognitivos, expressos na *conclusão*, o que consequentemente influenciará na construção do diagrama.

Foi possível verificar que os grupos A, B e C obtiveram evolução na construção de seus diagramas. A partir da análise dos diagramas e do engajamento dos alunos durante as aulas, defendemos que a natureza das atividades propostas contribuiu para o desenvolvimento da autonomia e autoconfiança, requisitos para que os discentes se tornem sujeitos corresponsáveis por sua aprendizagem. De acordo com Jalil (2006), esse é fator essencial para os alunos aprenderem a resolver problemas, tanto em pesquisas científicas, quanto fora do laboratório. Podemos destacar, ainda, que a natureza do problema também influenciou no desenvolvimento dos grupos, pois demonstraram maior interesse em realizar atividades que tratavam de problemas mais concretos e ligados ao seu cotidiano.

Diante dos resultados obtidos na análise dos diagramas heurísticos produzidos podemos considerar que, embora os grupos tenham explicitado dificuldades na elaboração dos diagramas, obtiveram resultados satisfatórios, especialmente se levarmos em consideração a falta de familiaridade com a metodologia pautada na PBL e o instrumento utilizado no registro e organização dos dados coletados durante a realização dos experimentos, bem como maior ou menor afinidade que os alunos poderiam ter com alguns temas.

Dessa forma, analisando os diagramas heurísticos produzidos, os resultados sugerem que o instrumento possibilitou a integração dos aspectos conceituais e metodológicos concernentes a cada atividade experimental, o que influenciou na aprendizagem dos alunos. Logo, os resultados corroboram as indicações de Moreira (2012) que o diagrama heurístico identifica o ponto central da aula, os conceitos básicos envolvidos, a metodologia, os conhecimentos relevantes e o valor desses conhecimentos na formação dos graduandos.

Considerações Finais

No presente trabalho nos propusemos a investigar o potencial do diagrama heurístico como instrumento metodológico e avaliativo em atividades experimentais elaboradas nos moldes da Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning – PBL*) em aulas de química experimental do nível superior.

Na análise dos diagramas segundo os critérios sugeridos por Chamizo (2012), 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.

Esta análise revelou, ainda, dificuldades de diversas ordens por parte dos alunos, as quais foram identificadas ainda no início do

processo de aplicação da proposta. Para tentar suprimi-las realizamos discussões sobre as características de cada um dos tópicos que compõem o diagrama, auxiliando os alunos em sua autoavaliação referente à construção dos mesmos. Esta intervenção, aliada ao aumento de familiaridade com o diagrama e com a natureza das atividades, progressivamente alcançada no decorrer da disciplina, pode ter influenciado na evolução observada. Como apontam Mendonça *et al.* (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. 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).

Portanto, consideramos que as dificuldades encontradas fazem parte de um processo de tomada de consciência em relação a esse instrumento, o qual possui sua relevância exatamente em sua complexidade, uma vez que permite aos

Com os resultados obtidos por meio da análise dos diagramas heurísticos podemos inferir que, embora os grupos tenham explicitado dificuldades na elaboração dos diagramas, devido à falta de familiaridade com o instrumento e outros fatores concernentes à aprendizagem, eles obtiveram resultados satisfatórios e apresentaram evolução ao longo do processo [...].

alunos explorem aspectos que vão além da compreensão conceitual. Logo, defendemos que a utilização do diagrama, principalmente em atividades de caráter investigativo, contribui positivamente no processo de construção da aprendizagem. Além disso, apresenta potencial como instrumento avaliativo, desde que as condições metodológicas propiciem a sua utilização, ou seja, condições em que professor e aluno tenham conhecimento suficiente do diagrama e da organização de informações a partir dos mesmos. Assim, possibilitaria verificar o nível de aprendizagem dos alunos, permitindo ao professor realizar a mediação do conhecimento de forma mais eficaz, corrigindo possíveis erros conceituais, auxiliando o processo de construção do conhecimento pelos estudantes. Por meio dos diagramas é possível, ainda, identificar o percurso metodológico e os fundamentos científicos que os alunos utilizaram para resolver os problemas propostos nas atividades experimentais, sugerindo que esta metodologia possibilita a interação entre os aspectos conceituais e metodológicos, o que favorece o desenvolvimento de certas habilidades científicas.

Referências

ADAMS, E.; SMITH, G.; HENTHORN, M.; WARD, T. J.; VANEK, D.; MARRA, N.; JONES, D. e STRIEBEL, J. Air toxics under the Big Sky: A Real – World investigation to engage high school science students. *Journal of Chemical Education*, v. 85, n. 2, p. 221-224, 2008.

ANGELIN, M. e RAMSTRÖM, O. Making a chemical rainbow. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 5, p. 504-506, 2010.

BATISTA, I. L. e NASCIMENTO, E. G. União da História da Ciência com o Vê de Gowin: um estudo na formação de professores das séries iniciais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 2, p. 41-66, 2011.

BOROCHOVICIUS, E. e TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ., Rio de Janeiro*, v.22, n. 83, p. 263-294, 2014.

BURKE, K. A.; GREENBOWE, T. J. e 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. e 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.

CHAMIZO, J. A. e IZQUIERDO, M. Avaliação das competências de pensamento científico. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 4-8, 2008.

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

CHAMIZO, J. A. Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 7, n. 1, p. 26-41, 2010.

CHATTERJEE, S.; WILLIAMSON, V. M.; McCANN, K. e PECK, M. L. Surveying students attitudes and perceptions toward

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro, aos professores responsáveis e aos alunos participantes da pesquisa.

Cleane da Costa Paz (kleanepaz@hotmail.com), licenciada em Química pelo Instituto Federal do Piauí (IFPI), mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Piauí (UFPI), doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Teresina, PI - BR. **Janildo Lopes Magalhães** (janildo@ufpi.edu.br), licenciado em Química pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Mestrado e Doutorado em Química Analítica pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP), é atualmente Professor Adjunto da UFPI no Departamento de Química. Orientador pelo Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) e integrante do Grupo de Química Dinâmica Supramolecular (GQDS) do qual o Laboratório de Automontagem Supramolecular (LAS) faz parte. Teresina, PI - BR. **Luciana Nobre de Abreu Ferreira** (luciananobre@ufpi.edu.br), licenciada em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Ciências pelo Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo (IQSC/USP) e doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). É docente da Universidade Federal do Piauí (UFPI), lotada no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, orientadora do Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ/UFPI) e Coordenadora do Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências (NUPEC/UFPI). Teresina, PI - BR.

guided-inquiry an open-inquiry laboratories. *Journal of Chemical Education*, v. 86, n. 12, p. 1427-1432, 2009.

CLOUGHERTY, R. e WELLS, M. Use of wikis in chemistry instruction for problem-based learning assignments: an example in instrumental analysis. *Journal of Chemical Education*, v. 85, n. 10, p. 1446-1448, 2008.

COQUIDÉ, M. Um olhar sobre a experimentação na escola primária francesa. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v.10, n.1, p. 1-18, 2008.

CORONEL, M. D. V. e CUROTTO, M. M. La resolución de problemas como estratégia de enseñanza y aprendizaje. *REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 7, n. 2, p. 463-479, 2008.

EICHLER, M. Os modelos abstratos na apreensão da realidade química. *Educación Química*, v. 12, n. 3, p. 138-148, 2001.

FLYNN, A. B. e BIGGS, R. The development and implementation of a problem-based learning format in a fourth-year undergraduate synthetic organic and medicinal chemistry laboratory course. *Journal of Chemical Education*, v. 89, n. 1, p. 52-57, 2012.

FOLMER, V.; BARBOSA, N. B. V.; SOARES, F. A. e ROCHA, J. B. T. Experimental activities based on ill-structured problems improve Brazilian school student's understanding of the nature of scientific knowledge. *REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 1, p. 232-254, 2009.

FREIRE, M. S.; JÚNIOR, G. A. S. e SILVA, M. G. L. Panorama sobre o tema resolução de problemas e suas aplicações no ensino de química. *Acta Scientiae*, v. 13, n. 1, p. 106-120, 2011.

GADDIS, B. A. e SCHOFFSTALL, A. M. Incorporating guided-inquiry learning into organic chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 5, p. 848-851, 2007.

HENAO, B. L. e STIPCICH, M. S. Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para La enseñanza de las ciencias experimentales. *REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, p. 47-62, 2008.

HICKS, R. W. e BEUSEK, H. M. Utilizing Problem – Based Learning in qualitative analysis lab experiments. *Journal of Chemical Education*, v. 89, n. 2, p. 254-257, 2012.

JALIL, P.A. A Procedural problem in laboratory teaching: experiment and explain, or vice-versa. *Journal of Chemical Education*, v. 83, n. 1, p. 159-163, 2006.

KALIVAS, J. H. A service-learning project based on a research supportive curriculum format in the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, v. 85, n. 10, p. 1410-1415, Oct. 2008.

KNAGGS, C. M. e SCHNEIDER, R. M. Thinking like a scientist: using Vee-maps to understand process and concepts in science. *Research in Science Education*, v. 42, p. 609-632, 2012.

LANIGAN, K. C. Teaching analytical method development in an undergraduate instrumental analysis course. *Journal of Chemical Education*, v. 85, n. 1, p. 138-140, 2008.

LAREDO, T. Changing the first-year chemistry laboratory manual to implement a problem-based approach that improves student engagement. *Journal of Chemical Education*, v. 90, n. 9, p.1151-1154, 2013.

LEBOEUF, H. A. e 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, p. 697-721, 2013.

LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de química. *Química Nova*, v. 35, n. 2, p. 430-434, 2012.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisas em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MALHEIRO, J. M. S. e DINIZ, C. W. P. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: mudando atitudes de alunos e professores. *Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 4, n. 8, p. 1-10, 2008.

MARLE, P. D.; DECKER, L.; TAYLOR, V.; FITZPATRICK, K.; KHALIQI, D.; OWENS, J. E. e HENRY, R. M. CSI–chocolate science investigation and the case of the recipe rip-off: using an extended problem-based scenario to enhance high school students’ science engagement. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 3, p. 345-350, 2014.

MENDONÇA, M. F. C.; CORDEIRO, M. R. e 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.

MOREIRA, M. A. Diagramas V e aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 6, n. 2, p. 3-12, 2012.

NEELAND, E. G. A one-hour practical lab exam for organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 9, p. 1453-1455, 2007.

NIELSEN, S. E.; SCAFFIDI, J. P. e YEZIERSKI, E. J. Detecting art forgeries: a problem-based Raman spectroscopy lab. *Journal of Chemical Education*, v.91, n. 3, p. 446-450, 2014.

RÍOS, S. L.; VEIT, E. A. e ARAUJO, I. S. Modelación computacional apoyada en el uso del diagrama V de Gowin para el aprendizaje de conceptos de dinámica newtoniana. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 10, n. 1, p. 202-226, 2011.

SANTOS, J. R. O Uso do diagrama epistemológico “Vê de Gowin” no processo de investigação em geografia. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, n. 3, p. 52-60, 2005.

SMITH, M. J. e GRAY, F. M. Batteries, from Cradle to Grave. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 2, p. 162-167, 2010.

TEKEŞ, H. e GÖNEN, S. Influence of V-diagrams on 10th grade Turkish students’ achievement in the subject of mechanical waves. *Science Education International*, v. 23, n. 3, p. 268-285, 2012.

TSAPARLIS, G. e GOREZI, M. Addition of a Project-based component to a conventional expository physical chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 4, p. 668-670, 2007.

VALADARES, J. e FONSECA, F. Uma estratégia construtivista e investigativa para o ensino da óptica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 4, n. 3, p. 74-85, 2004.

WALKER, J. P.; SAMPSON, V. e ZIMMERMAN, C. O. Argument-driven inquiry: an introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, v. 88, n. 8, p. 1048-1056, 2011.

YANG, S. P. e LI, C. C. Using student-developed, inquiry-based experiments to investigate the contributions of Ca and Mg to water hardness. *Journal of Chemical Education*, v. 86, n. 4, p. 506-513, 2009.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Abstract: *The heuristic diagram in problem-based experimental activities at the undergraduate chemistry teaching.* Experimental activities are an important resource in the approach of concepts and the development of skills relevant to students, especially when planned according to *Problem Based Learning (PBL)*. Additionally, for greater success at solving problems, the heuristic diagram is indicated, because it can help in the organization and understanding of the activities, favoring the interaction between the conceptual and methodological aspects. Thus, in this work we evaluate the potential of the heuristic diagram as a methodological and evaluative instrument in experimental activities based on PBL in chemistry classes. The results evidenced contributions of the diagram, because they allowed to verify the process of construction of the knowledge by the students in the resolution of the problems.

Keywords: experimental activities, PBL, heuristic diagram