

USO DE DIAGRAMA V MODIFICADO COMO RELATÓRIO EM AULAS TEÓRICO-PRÁTICAS DE QUÍMICA GERAL

Maria Fernanda Campos Mendonça*, Márcia Regina Cordeiro e Keila Bossolani Kiill

Instituto de Química, Universidade Federal de Alfenas, 37130-000 Alfenas – MG, Brasil

Recebido em 26/11/2013; aceito em 17/04/2014; publicado na web em 22/07/2014

USE OF MODIFIED V DIAGRAM AS A REPORT IN THEORETICAL AND PRACTICAL CLASSES OF GENERAL CHEMISTRY. In this article, we present data from a study in practical classes for General Chemistry. To this end, it was proposed to use a modified V diagram to replace traditional reporting. These reports consist of material commonly prepared in the subject, including introduction, materials and methods, results and discussion and conclusions. From the preparation of the modified V, the students were able to establish relationships between the theoretical and methodological aspects necessary for understanding the objects and events studied. Thus, student learning can be evaluated in light of the Theory of Meaningful Learning.

Keywords: V diagram; experimentation; meaningful learning.

INTRODUÇÃO

A experimentação no ensino de Química vem sendo tema de muitos estudos da área, principalmente no que diz respeito ao papel que a mesma assume no processo de ensino e de aprendizagem. A experimentação pode assumir um papel de grande relevância na aprendizagem de ciências. Mas, para que isso seja possível, é necessário valorizá-la como um momento para a promoção da inter-relação entre os conhecimentos teóricos e práticos no processo de construção do conhecimento. Nesse processo, a ação pedagógica se faz necessária, uma vez que o experimento por si só pode não promover uma aprendizagem conceitual.¹

A experimentação deve permitir que os alunos reelaborem seus conhecimentos, reflitam sobre os fenômenos químicos, de modo a serem capazes de criar modelos explicativos sobre as teorias, mediante o uso de uma linguagem que lhes é própria.²

Embora a experimentação não deva ser entendida como um momento de comprovação da teoria, vale destacar que a mesma não é ateorica. A relação existente entre a observação e a interpretação não é neutra. Isto é, a observação e a interpretação são indissociáveis e cada sujeito observa a partir de seu próprio conhecimento. Desse modo, aprender ciências requer compreender que a observação não é feita num vazio conceitual, uma vez que é orientada por um arcabouço teórico.³

Contudo, uma das maiores preocupações dos alunos, nos laboratórios de ciências, direciona-se para o registro das observações dos objetos ou dos acontecimentos, na transformação dos dados mediante tabelas, gráficos e outros e na obtenção de conclusões. Assim sendo, tais procedimentos são muitas vezes realizados, pelos estudantes, sem um real entendimento do porquê de estarem a fazê-los. Além disso, não buscam uma fundamentação teórica em termos dos conceitos, princípios e teorias que orientariam o entendimento das observações.⁴

Nesse sentido, pode-se dizer que os procedimentos que os alunos realizam em laboratório não estão orientados pelo arcabouço teórico que os cientistas utilizam em suas investigações. Assim, não há uma interação entre o pensamento e a ação, de modo que as atividades práticas realizadas dessa maneira são pouco significativas e até mesmo frustrantes. Isso pode ser superado quando os alunos compreendem

como o conhecimento é construído, isto é, precisam adquirir uma aprendizagem do metac conhecimento.⁴

O uso do diagrama V auxilia os alunos na captação dos significados relativos aos objetos e aos acontecimentos investigados, na atividade prática. Além do mais, a partir da busca pela resposta à questão-foco proposta para a elaboração do Vê, os alunos são colocados em uma atividade reflexiva, estimulando uma aprendizagem significativa. Partindo-se desses pressupostos, este estudo buscou apresentar e avaliar uma proposta de modificação do diagrama V originalmente proposto por Gowin, a fim de potencializar o seu uso como relatório de atividades experimentais em aulas de Química Geral para revelar o processo de construção do conhecimento químico.

Diagrama V

O Diagrama V consiste em um instrumento proposto por D. B. Gowin em 1984, com base em um conjunto de cinco questões que, segundo o autor, poderiam ajudar os alunos a compreenderem melhor as investigações científicas. Essas questões ficaram conhecidas como “as cinco questões de Gowin”, as quais versam sobre as seguintes perguntas: (a) Quais são as questões-foco? (b) Quais os conceitos-chave? (c) Quais são os métodos usados para responder às questões-foco? (d) Quais as asserções de conhecimento? (e) Quais as asserções de valor?⁵

Pode-se dizer que as cinco questões de Gowin consistiram no “embrião” do Vê heurístico do conhecimento. A forma em V tem por objetivo enfatizar que a produção do conhecimento é revelada pela interação entre o domínio teórico-conceitual e o metodológico, localizados em lados opostos do Vê. A interação entre esses domínios leva à obtenção de algum juízo de conhecimento referente a determinados objetos ou acontecimentos, sobre os quais o conhecimento converge.⁶

A estrutura e os elementos que compõem o Vê estão apresentados na Figura 1.⁷ O domínio teórico-conceitual localiza-se no lado esquerdo do Vê e é constituído pelos elementos visão de mundo, filosofia, teoria, princípios, constructos e conceitos. A partir dos conceitos, obtêm-se princípios e leis que, organizados, podem formar teorias. Essas apresentam determinados sistemas de crenças ou filosofias subjacentes.⁵

O lado direito corresponde ao domínio metodológico, sendo constituído pelos seguintes elementos: registros, transformações, juízos de valor e juízos cognitivos. Os registros dos eventos estudados

*e-mail: nandacampos.mendonca@gmail.com

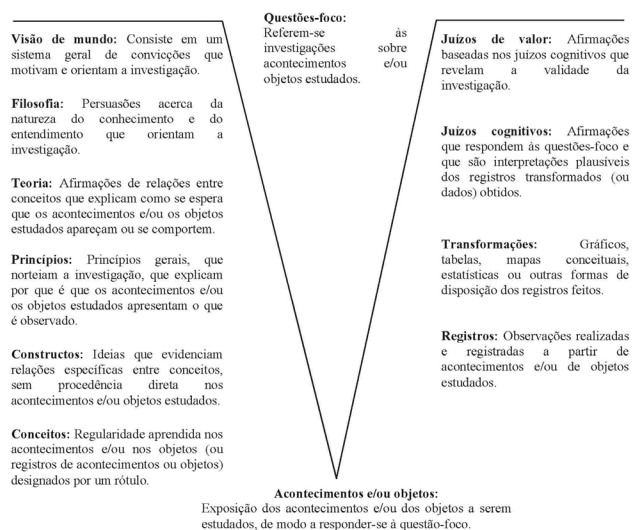


Figura 1. Estrutura e elementos do diagrama V

são apresentados no lado direito, a partir dos quais se podem obter dados. As transformações desses mediante a elaboração de gráficos, de correlações e de categorizações, permitem a formulação de juízos cognitivos, isto é, respostas às questões-foco.⁵

Na base do Vê, encontram-se os objetos ou acontecimentos a serem estudados. Estes podem acontecer naturalmente ou serem provocados, de modo que se possam fazer registros dos mesmos. Tais elementos permitem ligar a nossa experiência a qualquer parte do universo, uma vez que tudo o que há no universo se trata de um acontecimento ou de um objeto.⁵

As questões-foco – questões básicas ou questões-chave – situam-se estrategicamente no centro do Vê, por pertencerem a ambos os lados. Indicam o conjunto de juízos cognitivos que se deseja construir, quais os conceitos e princípios necessários para a investigação e deve sugerir o principal acontecimento de interesse que vai ser estudado e registrado.⁶

Aplicações do diagrama V em aulas teórico-experimentais

O uso do diagrama V em aulas teórico-práticas vem sendo relatado por diversos autores. Dentre as aplicações propostas, destacam-se aquelas referentes ao emprego do Vê como:

- alternativa aos relatórios tradicionais;
- ferramenta para análise do potencial do experimento para a aprendizagem dos alunos;
- estratégia para relacionar teoria e prática;
- instrumento avaliativo.

Ao comparar a elaboração de relatórios tradicionais com os relatórios em “Vê”, Hilger; Oliveira e Moreira relatam que o uso destes últimos leva os estudantes a perceberem a relevância da previsão teórica em situações de laboratório. Em contrapartida, na forma tradicional, observa-se uma tendência dos alunos em forçar os dados experimentais, a fim de que possam comprovar as leis ou as suposições de regularidades, ainda que a natureza da atividade mostre o contrário.⁸

Pacheco e Damásio acrescentam que o uso do Vê como relatório 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.⁹ Oliveira, por sua vez, destaca que o Vê fornece indícios para possíveis modificações no roteiro e/ou na metodologia utilizada nas aulas de laboratório.¹⁰

O uso do Vê pode potencializar os objetivos pretendidos com a realização de atividades experimentais, uma vez que mudanças

significativas nas estratégias que os alunos utilizam para preparar, para executar e para elaborar o relatório são observadas. Segundo Hernández, tais mudanças são refletidas na capacidade que os alunos adquirem em identificar as dificuldades referentes aos aspectos teóricos envolvidos no estudo de um determinado evento. Assim, há uma melhor coordenação entre os estudantes quanto ao trabalho de laboratório e à possibilidade de revisarem os dados para a elaboração de conclusões.¹¹

A aplicação do Vê como estratégia para relacionar teoria e prática foi citada por Cappelletto¹² e Vieira; Michels e Damásio.¹³ Tais autores relatam que essa estratégia melhora a associação da prática laboratorial com o ensino teórico, pois o Vê apresenta grande potencial de mediação das aulas práticas, contemplando as funcionalidades do relatório. Segundo Cappelletto, o uso do Vê leva os alunos a compreenderem o que é ciência, o que é ser cientista e como o conhecimento é produzido.¹² Vieira; Michels e Damásio acrescentam que algumas modificações podem ser realizadas no Vê, a fim de facilitar a elaboração do mesmo pelos alunos, já que estes podem apresentar dificuldades em compreender alguns de seus elementos.¹³

Outra aplicação do diagrama V em aulas teórico-experimentais refere-se ao seu uso como instrumento avaliativo. Garcia; Insausti e Merino afirmam que, se elaborado corretamente, o Vê pode revelar aos professores informações sobre a quantidade e sobre a qualidade das relações que os estudantes estabelecem entre o conhecimento que possuem e aquilo que executam. Além do mais, ao elaborar o Vê, o aluno é colocado em processo semelhante àquele realizado por um investigador. Assim, ele precisa rever, desenvolver e coordenar mentalmente as etapas que envolvem um trabalho experimental.¹⁴ De acordo com Sastre, Insausti e Merino, o Vê também pode informar aos alunos se a aprendizagem que estão adquirindo é coerente e significativa.¹⁵

A partir dessa breve revisão da literatura, percebeu-se que o diagrama V consiste em uma ferramenta que ajuda professores e alunos a aprofundarem na estrutura de significado do conhecimento a ser construído em aulas teórico-experimentais. Vale ressaltar, contudo, que a elaboração dos Vês pelos estudantes não é uma tarefa fácil, pois conforme relatado por Vieira e por Michels e Damásio, dificuldades referentes à elaboração de alguns de seus elementos podem aparecer.¹³

Em um estudo realizado por Toigo e Moreira, algumas das dificuldades referentes à elaboração de Vês, de artigos científicos, foram identificadas, quando comparadas às elaborações em grupo ou individualmente. De acordo com os autores, as dificuldades manifestaram-se mais quando os alunos construíram diagramas V individualmente, observando-se diferenças significativas nos itens questão-foco; evento; registros e transformações. Uma possível explicação para tais dificuldades poderia ser a inexperiência dos alunos com a pesquisa científica. Muitas vezes, os alunos não percebem que o conhecimento é construído a partir da interação entre o pensar e o fazer.¹⁶

Os apontamentos de Toigo e Moreira sobre as dificuldades dos alunos em compreenderem como se dá a construção do conhecimento também podem ser aplicados a situações de laboratório. Segundo Hilger; Oliveira e Moreira, os alunos têm a tendência em ajustar os dados experimentais para comprovar a teoria.⁸ Isso indica que não há um entendimento de que o conhecimento é produzido pela interação entre os aspectos teóricos e metodológicos. Nesse sentido, o Vê pode ser utilizado com o objetivo de promover a superação dessas dificuldades.

Com a revisão, percebeu-se também que o Vê é uma ferramenta flexível. Desse modo, algumas alterações podem ser realizadas, a fim de adequá-lo aos objetivos pretendidos, aumentando sua potencialidade.

Diagrama V modificado

Com a finalidade de potencializar o uso do diagrama V para extrair os significados que os alunos atribuem aos objetos e acontecimentos investigados em aulas teórico-práticas de Química, propôs-se neste estudo a realização de algumas modificações no instrumento originalmente proposto por Gowin. Tais mudanças foram as seguintes:

- Omissão dos elementos visão de mundo, filosofia e constructos, do lado esquerdo do “Vê”;
- Inserção do elemento modelo, no lado esquerdo do “Vê”;
- Inserção do elemento representação, no lado direito do “Vê”.

A omissão dos elementos do lado esquerdo justificou-se por se tratarem de termos de pouco conhecimento dos alunos, já que não foram abordados no processo de ensino. Para a inserção dos elementos modelo e representação, levou-se em consideração a natureza do conhecimento a ser avaliado (construção da curva de solubilidade) e o contexto de aplicação (ciência Química). Quanto ao conhecimento a ser avaliado, pode-se dizer que perfaz o entendimento dos modelos propostos pelos cientistas para explicarem o processo de dissolução.

As explicações propostas no contexto da Química são essencialmente abstratas. Por isso, os modelos permitem aos químicos, de certa forma, ter uma “visão” das entidades ou dos processos que se está investigando. Desse modo, os modelos favorecem os processos de raciocínio e a construção do conhecimento. Contudo, vale ressaltar que os modelos são simulações baseadas na realidade, não são o que eles representam.¹⁷

Os modelos são propostos com base nas propriedades do objeto-modelo. Este é definido da seguinte forma: “[...] é uma representação de um objeto: ora perceptível, ora imperceptível, sempre esquemático e, ao menos em parte, convencional. O objeto representado pode ser uma coisa ou um fato. Neste último caso, teremos eventos-modelo.” (BUNGE, 2008, p. 22). Assim, qualquer representação esquemática de um determinado objeto pode ser considerada um objeto-modelo. A representação, por sua vez, pode ser pictórica ou conceitual. No primeiro caso, trata-se de um desenho e no segundo, de uma fórmula matemática, por exemplo.¹⁸

A estrutura do Vê, após as modificações sugeridas, está apresentada na Figura 2.

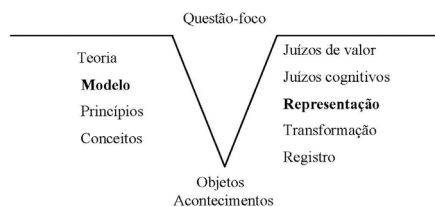


Figura 2. Diagrama V modificado

TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A construção do conhecimento químico, pelos estudantes, revelada a partir do diagrama V modificado, pode ser explicada pela Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel e ampliada por colaboradores. A ideia central dessa teoria é que o fator isolado de maior relevância para a aprendizagem significativa são os conhecimentos que os indivíduos já possuem. Tais conhecimentos devem estar disponíveis na estrutura cognitiva de forma clara, estável e diferenciada.^{19,20}

A estrutura cognitiva pode ser entendida como o conteúdo total de ideias que um indivíduo possui sobre determinado conhecimento e sobre sua organização. Essa estrutura é adquirida por processos cognitivos, nos quais as novas ideias e informações serão aprendidas e retidas, se os conceitos relevantes estiverem disponíveis de forma estável e diferenciada na mente do aprendiz.⁵⁻¹⁹

O processo de “ancoragem” da nova informação aos conhecimentos pré-existent é dinâmico, de modo que ambos são modificados em decorrência da interação entre eles. Isso resulta na aquisição de novos significados, levando à ampliação e à diferenciação dos atributos da estrutura cognitiva.⁵

A aprendizagem é classificada por Ausubel e colaboradores em significativa e memorística. A aprendizagem significativa consiste naquela em que o significado do novo conhecimento é adquirido a partir da interação da nova informação com determinados conhecimentos relevantes presentes na estrutura cognitiva do estudante. Tais conhecimentos são definidos como subsunçores (“âncoras”).¹⁹

A atribuição de significados só é observada na aprendizagem significativa, pois, na memorística, a aprendizagem da nova informação ocorre com pouca ou nenhuma interação com os subsunçores. Desse modo, o conhecimento adquirido memoristicamente encontra-se distribuído arbitrariamente na estrutura cognitiva.

A aprendizagem memorística, contudo, é importante em alguns momentos do processo de aprendizagem, como por exemplo, na aquisição de subsunçores, contudo, quando estes estiverem disponíveis de forma clara, estável e diferenciada na estrutura cognitiva, deve-se priorizar a aprendizagem significativa.¹⁹

Estabelecendo-se uma relação entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e o diagrama V, pode-se ressaltar que todos os elementos do Vê contribuem para a atribuição de significados ao conhecimento que está sendo construído. Os conceitos, por exemplo, auxiliam na seleção dos acontecimentos e dos objetos a serem investigados e dos registros a serem feitos.

Caso os conceitos utilizados estejam inadequados ou incompletos, a construção do conhecimento ocorrerá com dificuldades. Se os registros forem insuficientes, não haverá fatos que possam ser transformados a ponto de produzirem juízos cognitivos. Isso revela que a atribuição de significado aos objetos e aos acontecimentos requer a integração entre os aspectos teórico-conceituais e os metodológicos.⁴

A construção do diagrama V exige esforço cognitivo, pois os estudantes precisam pensar, repensar e organizar suas ideias e a informação disponível. Essa organização ocorre de acordo com a estrutura cognitiva de cada um deles e, portanto, é uma construção única e própria.

O Vê auxilia os alunos e os professores a aprofundarem na estrutura e no significado do conhecimento que estão buscando compreender (metac conhecimento). Além disso, permite incorporar novos conhecimentos à estrutura teórico-conceitual que o aluno possui, contribuindo para uma aprendizagem significativa, pois o estudante reconhece que há uma relação entre aquilo que ele já sabe e o conhecimento que está sendo produzido.⁶

O Vê permite aos alunos identificarem os principais conceitos e princípios envolvidos na construção de determinado conhecimento, bem como os conceitos que já conhecem e como estes se relacionam entre si e de que modo essas relações podem contribuir para a produção de um novo conhecimento. Além da aprendizagem significativa de conceitos, o diagrama V possibilita uma aprendizagem significativa de como o conhecimento é construído.⁶

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado com 16 alunos ingressantes em um curso de Química Licenciatura. A atividade de elaboração dos diagramas V ocorreu após a realização de uma atividade prática intitulada “Determinação da curva de solubilidade do nitrato de potássio”. Os Vês foram construídos em grupo de dois ou três alunos, sendo dois do primeiro tipo e quatro do segundo, mantendo-se aqueles grupos que trabalharam na realização do experimento.

Antes da elaboração do Vê modificado, buscou-se apresentar

aos alunos o Vê originalmente proposto por Gowin, e orientá-los no processo de construção dos mesmos. Para isso, foram preparadas duas aulas de cinquenta minutos cada uma, nas quais se discutiram os significados dos elementos do Vê, da sua forma e da articulação entre os aspectos teórico-conceituais e metodológicos.

Foram também compartilhados exemplos de diagramas V referentes a conteúdos da área da ciência química, a partir dos quais se discutiu a natureza do conhecimento produzido. Após as considerações sobre a metodologia de elaboração dos Vês segundo o modelo proposto por Gowin, fizeram-se discussões sobre a inserção dos novos elementos e sua importância no processo de construção do conhecimento químico. Posteriormente, iniciaram-se as atividades de elaboração do Vê modificado.

O primeiro diagrama V modificado elaborado pelos estudantes referiu-se à atividade prática em questão. O objetivo do referido experimento foi coletar dados para a construção da curva de solubilidade do nitrato de potássio. O procedimento experimental consistiu em preparar, em tubos de ensaio, 8 soluções aquosas de nitrato de potássio com as seguintes massas - 5,0 g, 4,5 g, 4,0 g, 3,5 g, 3,0 g, 2,5 g e 2,0 g, 1,5 g. Após o preparo das soluções, as mesmas foram aquecidas em banho-maria até a dissolução do sal e, em seguida, resfriadas em temperatura ambiente até o início da cristalização do nitrato de potássio. As temperaturas nas quais se observou o início da cristalização foram anotadas para a confecção da curva de solubilidade.

Para a elaboração do Vê modificado, foi proposta a seguinte questão-foco: “Como se comporta a solubilidade do nitrato de potássio em água, com a temperatura?”. A fim de auxiliar os alunos na elaboração do referido instrumento e de uma resposta à questão-foco, foram feitas algumas discussões teóricas referentes ao conceito de solubilidade. Tais discussões foram necessárias devido ao fato de que nenhuma abordagem teórico-conceitual havia sido realizada pelo professor antes, durante ou após a realização do experimento.

As discussões teóricas abordaram sobre conceitos-chave, tais como solubilidade, curva de solubilidade, temperatura, coeficiente de solubilidade, polaridade e interações intermoleculares. Para isso, foram utilizados dois vídeos explicativos, um que abordou os conceitos de solução, solubilidade e curva de solubilidade,²¹ e o outro, que se referiu a uma animação do processo de dissolução do cloreto de sódio e água.²²

Critérios de análise do diagrama V modificado

Os critérios de análise dos diagramas V adotados neste estudo foram baseados naqueles propostos por Novak e Gowin e Gowin

e Alvarez.^{4,23} Vale ressaltar, entretanto, que algumas modificações foram realizadas em decorrência das modificações feitas no Vê e da natureza das construções apresentadas pelos alunos, buscando, assim, não penalizar aquelas em que se evidenciaram erros conceituais. Os critérios de análise para cada um dos elementos do Vê modificado estão descritos na Tabela 1S (Material Suplementar).

Para cada um dos elementos descritos na Tabela 1S, foi atribuída uma pontuação, cujos valores variavam entre 0,5, 1,0 e 1,5. A um único Vê modificado, pode-se atribuir um valor final máximo de 10 pontos. Valores menores do que este podem, entretanto, aparecer em decorrência da satisfação, ou não, dos critérios estabelecidos para cada um de seus elementos.

A pontuação proposta para os diferentes elementos do Vê modificado se deu com base na relevância dos mesmos para a avaliação da aprendizagem e segundo o grau de atividade cognitiva exigida para sua elaboração. Devido a esses motivos, atribuiu-se aos elementos conceitos, representação e juízos cognitivos, a maior pontuação, uma vez que a construção destes requer que os alunos identifiquem e representem de forma sintética as relações existentes entre os conceitos e as proposições aprendidos.

A elaboração da representação exigiu uma interpretação do modelo teórico descrito no elemento modelo. Para isso, foi necessária a compreensão dos conceitos e das proposições que exibem os significados dos objetos e dos acontecimentos estudados. A construção dos juízos cognitivos resultou do estabelecimento de relações entre os aspectos teóricos e metodológicos, a fim de responder às questões-foco.

As menores pontuações foram atribuídas aos elementos questão-foco, objetos/acontecimentos, registros e transformações. A questão-foco foi fornecida pelo professor, cabendo aos alunos apenas identificá-las. Os registros foram obtidos de anotações do caderno de laboratório. Quanto ao elemento transformação, coube aos alunos propor apenas uma organização dos dados, em tabelas, gráficos e outros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos diagramas V modificados ocorreu com base nos critérios propostos na Tabela 1S, mediante os quais foram atribuídas pontuações a cada um dos elementos do “Vê”, conforme expresso na Tabela 1.

Os resultados expressos na Tabela 1 indicaram que quatro dos seis Vês modificados apresentaram nota acima da média, ou seja, maiores que 6,98 e dois, abaixo da média. Nessas pontuações, têm-se subentendidos alguns princípios epistemológicos, como:

Tabela 1. Pontuação dos diagramas V, referentes à atividade prática intitulada “Construção da curva de solubilidade do nitrato de potássio”, segundo os critérios de análise

Elementos do “Vê”	Grupo A (3 alunos)	Grupo B (3 alunos)	Grupo C (3 alunos)	Grupo D (2 alunos)	Grupo E (2 alunos)	Grupo F (3 alunos)
Questão-foco	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25
Objetos/ acontecimentos	0,25	0,0	0,25	0,25	0,25	0,25
Conceitos	0,0	0,0	1,0	0,5	0,5	0,5
Teoria	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Modelo	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5
Princípios	1,0	0	1,0	1,0	1,0	1,0
Registros	0,5	0,5	0,15	0,5	0,5	0,5
Transformações	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Representação	1,5	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5
Juízos cognitivos	0,5	0,5	1,25	0,25	0,75	0,75
Juízos de valor	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5
Pontuação final	5,75	4,75	9,15	7,25	7,75	7,25

- apresentação de todos os elementos;
- estabelecimento de relações claras, compreensivas e coerentes, entre os elementos que constituem o Vê modificado.

Uma porção expressiva do conhecimento deve incluir todos os elementos do Vê e ainda revelar como estes se relacionam entre si, de forma coerente, compreensiva e significativa. Assim, caso um dos elementos não seja elaborado, pode-se dizer que o conhecimento produzido ocorreu com falhas. Estas podem ser percebidas quando os conceitos-chave ou os princípios são omitidos; os registros não estão ligados claramente aos acontecimentos e aos objetos; os princípios e teorias não estão estabelecidos ou implícitos e os juízos cognitivos ligam-se de forma ambígua aos registros, aos princípios e aos demais elementos do lado esquerdo do Vê.⁴

Além das falhas mencionadas, puderam-se incluir aquelas relacionadas aos elementos que foram inseridos no Vê modificado, como o modelo e a representação. Logo, se os modelos descritos não forem consistentes com a teoria proposta, ou a representação for incoerente com o modelo ou com os objetos e com os acontecimentos, há indicadores de falhas na aprendizagem, pois muitas das explicações no âmbito do contexto químico se dão por meio de modelos propostos para os objetos e os acontecimentos, com base nas propriedades observadas para os mesmos. Desse modo, pode-se afirmar que a representação que uma pessoa faz de um dado objeto reflete o que ela conhece sobre o mesmo e permite, assim, obter informações sobre possíveis concepções alternativas.²⁴

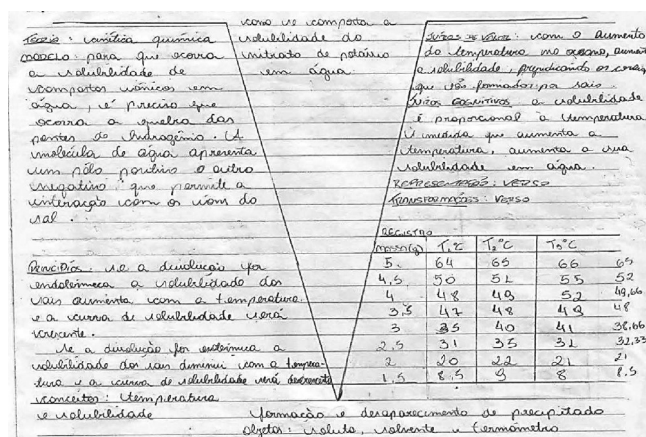
As concepções alternativas consistem em interpretações inaceitáveis de um dado conceito, porém isso não significa que sejam necessariamente errôneas do ponto de vista do senso comum. Entretanto, ao se tomar como base o contexto de ensino, pode-se considerá-las como errôneas, uma vez que não são compartilhadas pela comunidade científica.⁴

A primeira falha observada nos diagramas V modificados foi com relação à questão-foco. Embora esta tenha sido discutida com os alunos, em apenas dois diagramas V a mesma foi apresentada de forma completa pelos grupos A e C. Nos demais Vês modificados, a questão-foco foi expressa da seguinte forma: “Como se comporta a solubilidade do nitrato de potássio em água.”, excluindo um dos conceitos relevantes para a construção do referido conhecimento, a temperatura. Isso pode estar relacionado à incompreensão, por parte dos estudantes, da importância da questão-foco para a produção do conhecimento e/ou a dificuldades para identificar o objetivo pretendido com a atividade experimental, uma vez que é a questão-foco que aponta o fenômeno de interesse, ou que diz, em essência, o que foi investigado.^{5,6}

Exceto em um dos diagramas V modificados, no qual os acontecimentos não foram apresentados, em todos os demais esses e os objetos identificados, foram semelhantes. O acontecimento foi definido como a formação e o desaparecimento de precipitado. Este consistiu no fenômeno observado no laboratório e esteve relacionado ao processo de obtenção de soluções saturadas. Os objetos identificados foram soluto, solvente e termômetro.

A correção dos elementos do lado esquerdo do Vê modificado revelou que os vídeos contribuíram para elaboração dos elementos princípios, modelo e teoria. Os princípios apresentados pelo grupo E revelaram relações significativas entre os tipos de dissolução (endotérmica e exotérmica) com a variação da solubilidade dos sais com a temperatura, conforme pode ser observado no diagrama V modificado da Figura 3.

Quanto à teoria e ao modelo, em todos os Vês modificados, exceto o do grupo A, não foi identificada uma teoria relevante, mas apenas a evidência do tema proposto para a elaboração do diagrama V modificado, “solubilidade do KNO_3 ”. Nos demais, a teoria identificada foi a cinético-molecular, discutida durante a animação que tratou do processo de dissolução do cloreto de sódio em água. A partir dessa



Embora os alunos do grupo B tenham descrito o processo de dissolução do nitrato de potássio em água em termos da formação de cavidades, pode-se dizer que os mesmos compreenderam o processo de dissolução, em termos da quebra de interações entre as espécies químicas que constituem o solvente e aquelas que constituem o soluto, com posterior interação entre as espécies do soluto e do solvente. A natureza de tais interações e a natureza das ligações químicas entre as espécies que constituem o soluto e o solvente, contudo, não foram consideradas pelos alunos dos grupos A, B e F.

Em relação aos demais grupos, atribuiu-se nota máxima ao modelo descrito, pois estes não apresentaram erros conceituais, como aqueles observados para os grupos A, B e F. Além do mais, a natureza das interações entre as espécies químicas do soluto e do solvente foram percebidas nas descrições do modelo dos grupos C, D e E, ainda que o texto do grupo C não tenha apresentado clareza semântica e que o termo ligação de hidrogênio tenha sido utilizado por alguns alunos. Os modelos elaborados pelos estudantes D e C estão apresentados na Figura 4 e o do Grupo E, na Figura 3.

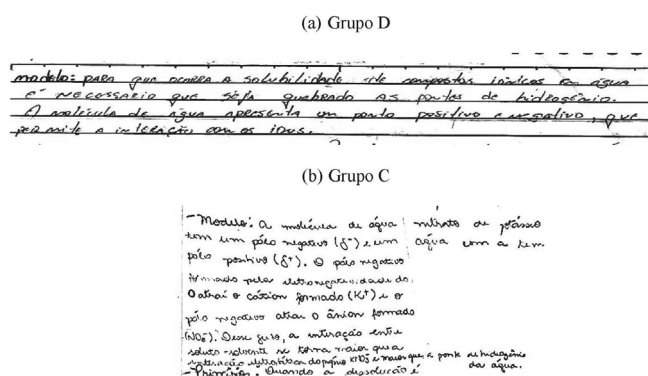


Figura 4. Descrição do modelo da dissolução de sais em água elaborado pelos alunos dos grupos D e C

Vale destacar que os alunos dos grupos D e E aprofundaram um pouco mais nas explicações do processo de dissolução, ao relatarem que as moléculas de água apresentam um pólo positivo e um negativo, e interagem por “pontes de hidrogênio”, sendo estas as responsáveis pela interação das moléculas de água com os íons que formam o soluto. Contudo, não se observou uma explicação para o suposto “abandono” dos íons do soluto do retículo cristalino e suas dispersões para a massa líquida.

Embora os fatores entrópicos e entálpicos como as energias de hidratação e solvatação não tenham sido discutidos com os alunos, o grupo C revelou que a solubilidade está relacionada com a “intensidade” da interação entre as espécies químicas do soluto e do solvente. Assim, segundo eles, se a interação entre essas espécies químicas for maior do que aquela presente nas espécies soluto-soluto ou solvente-solvente, haverá a solubilização do soluto no solvente.

A “intensidade” da interação entre o soluto-solvente foi explicada em termos do conceito de polaridade. Para tal, fizeram uso do conceito de eletronegatividade. Assim, os estudantes do grupo C destacaram que a polaridade da molécula de água se deve à diferença de eletronegatividade entre o átomo de oxigênio e de hidrogênio.

As discussões apresentadas nos parágrafos antecedentes forneceram indícios da ocorrência de uma aprendizagem significativa, uma vez que os alunos conseguiram estabelecer relações entre os conceitos ensinados (solubilidade e dissolução) com aqueles que eles já possuíam em sua estrutura cognitiva (polaridade e eletronegatividade), atribuindo significado à nova informação.

A aprendizagem significativa revela-se quando se possui a consciência de que os elementos do lado esquerdo do Vê tem por objetivos

orientar as ações do lado direito e promover a interação entre aquilo que os alunos já conhecem (lado esquerdo), e os novos conhecimentos que estão sendo produzidos (lado direito). Tal interação é mediada pelos acontecimentos e pelos objetos que são a base da produção de todo o conhecimento.^{4,5} Assim, para se ter um indicativo mais significativo da aprendizagem dos alunos, deve-se ter uma ideia das relações que os mesmos estabelecem entre os dois lados do Vê modificado.

Ao comparar a descrição do modelo e a representação, observou-se que a maioria dos grupos propôs o mesmo tipo de representação. Isso pode estar relacionado ao fato de que não foi proibido o contato entre os mesmos. No entanto, alguns erros conceituais foram identificados. As representações dos alunos, para o processo de dissolução do nitrato de potássio em água, estão apresentadas na Figura 5.

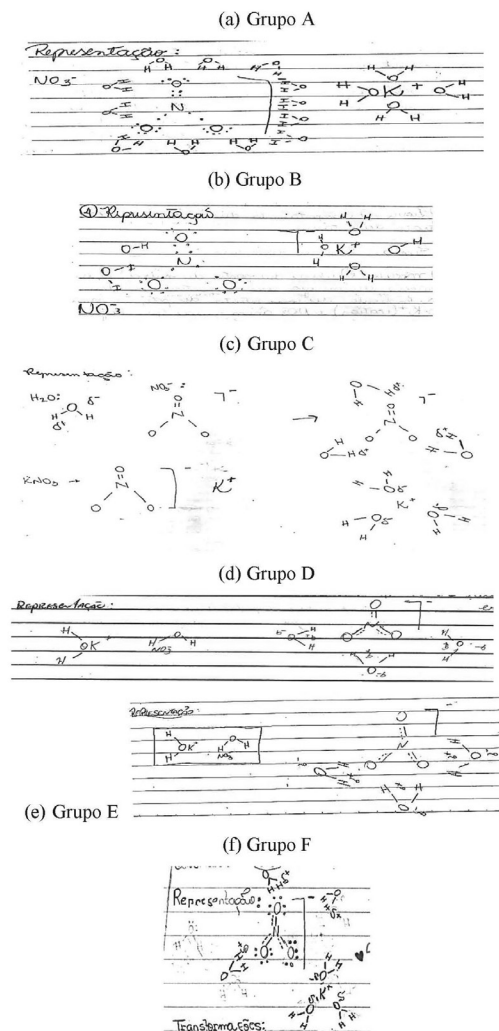


Figura 5. Representação do processo de dissolução do nitrato de potássio em água

Na representação do grupo B, observou-se que os alunos demonstraram o processo de solvatação dos íons $K^+_{(aq)}$ e $NO_3^-_{(aq)}$ pela espécie química O-H ao invés de H-O-H. Essa representação forneceu indícios de que, no processo de dissolução, ocorre provavelmente a quebra de ligações covalentes da molécula de água, havendo uma confusão entre interações interatômicas e intermoleculares.

Nos desenhos dos grupos D e E, os alunos representam o processo de solvatação do íon $K^+_{(aq)}$ por apenas uma molécula de água, enquanto que o do íon $NO_3^-_{(aq)}$ é solvatado por três moléculas de água agrupadas em uma região específica, nas proximidades do ânion. Em

contrapartida, no desenho dos grupos A, C e F os íons NO_3^- e K^+ foram solvatados por moléculas de água distribuídas ao redor dos mesmos, o que se aproxima do modelo de uma esfera de hidratação, embora tal conceito não tivesse sido trabalhado em sala de aula.

Outro aspecto não trabalhado referiu-se ao número de moléculas de água que formam a esfera de hidratação. Esta pode variar de acordo com o tamanho e com a carga do íon. Ainda assim, observou-se na representação do grupo A que o íon NO_3^- foi rodeado por um número muito maior de moléculas de água, provavelmente pelo fato de este íon ser a espécie química mais volumosa quando comparada com o íon K^+ . Pelo fato de esse conhecimento não ter sido considerado nas aulas, não serviu de juízo para a avaliação das representações. Por isso, os grupos receberam nota máxima para o referido elemento do “Vê”. Vale destacar que a geometria da molécula de água e a estrutura de Lewis do íon NO_3^- estavam corretas.

Para elaborar os registros, os alunos apenas transcreveram os dados do caderno de laboratório para o Vê modificado. Esses dados foram utilizados para a construção da curva de solubilidade do nitrato de potássio, expressa nas transformações. Os alunos não demonstraram dificuldades em construir esses elementos do Vê modificado.

Partindo-se dos aspectos metodológicos citados no parágrafo anterior, e dos teóricos, os alunos elaboraram os juízos cognitivos. Entretanto, a relação observada entre tais aspectos foram percebidas apenas no Vê modificado do grupo C, em que os alunos utilizaram a curva de solubilidade que se apresentou crescente, Figura 6, para explicar que a dissolução do KNO_3 em água é endotérmica.

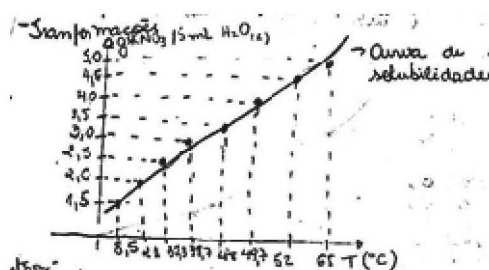


Figura 6. Curva de solubilidade do nitrato de potássio em água (elemento transformação) elaborada pelos alunos do grupo C

Para os alunos do grupo C, a dissolução aumenta com o aumento da temperatura, conforme expresso nos princípios. Porém, alguns erros conceituais foram observados, tais como considerar o nitrato de potássio como uma molécula e fazer uso da teoria cinético-molecular para explicar a quebra das ligações iônicas em termos da temperatura. Estas são rompidas não pelo efeito do calor, mas, sim, pela interação energeticamente favorável dos íons do retículo cristalino com as moléculas de água.

Apesar dos erros conceituais observados no Vê modificado do grupo C, relatados no parágrafo anterior, pode-se dizer que os alunos buscaram construir o conhecimento pela integração dos aspectos teóricos e metodológicos. Gowin relata que existem dois aspectos envolvidos na elaboração de juízos cognitivos, as atividades conceituais e as metodológicas.⁶

Os juízos cognitivos elaborados pelo grupo D não levaram à resposta da questão-foco. Os grupos A e B apresentaram uma possível resposta para a questão-foco, mas esta foi inconsistente com os registros e transformações. Já o Grupo E apresentou uma resposta baseada apenas nas transformações. Os juízos cognitivos elaborados pelos alunos dos grupos D, A e B estão apresentados a seguir e o do grupo E, pode ser visualizado na Figura 3.

“Quanto maior a massa mais demorada é a dissolução e mais rápida a cristalização” (Grupo D)

“O comportamento da solubilidade do KNO_3 em H_2O é uma dissolução endotérmica, pois com o aumento da temperatura os sais se solubilizam mais facilmente.” (Grupo A)

“Quanto maior a temperatura e maior a quantidade de nitrato de potássio maior será a curva de solubilidade.” (Grupo B)

De acordo com as análises dos juízos cognitivos, percebeu-se que os alunos apresentaram dificuldades em elaborar uma resposta à questão-foco. Isso pode estar relacionado ao fato de alguns grupos não terem apresentado a questão-foco no centro do Vê modificado da forma como proposta neste estudo, dificultando a identificação do evento estudado. Tal assertiva revela a relevância da questão-foco para guiar a metodologia e, finalmente, conduzir a um juízo cognitivo que represente a resposta à questão de investigação.⁶

Outro fator que pode estar associado às dificuldades dos alunos em elaborar os juízos cognitivos refere-se à não interpretação do gráfico da curva de solubilidade do nitrato de potássio em termos dos aspectos teóricos, já que a relação entre a solubilidade e a temperatura foi expressa de forma correta nos princípios. Ainda assim, pode-se dizer que a construção do Vê modificado contribuiu para revelar aos alunos como o conhecimento é produzido e levá-los a atribuir valor a esse conhecimento.

Com relação aos juízos de valor, observou-se em todas as construções uma interpretação dos resultados e de conclusões obtidos na investigação, com atribuição de um valor ao conhecimento construído. Este se referiu ao efeito da elevação da temperatura das águas do mar na formação dos corais, conforme discutido no vídeo. Contudo alguns erros conceituais foram percebidos para os grupos A, B e F, dentre os quais se destacaram os seguintes:

- descrever a solubilidade como uma dissolução endotérmica;
- considerar que o aumento da temperatura da água do mar leva a um desaparecimento dos sais;
- relatar que o aumento da solubilidade dos sais, em detrimento do aumento da temperatura prejudica a produção de sais.

Com as análises dos Vês modificados, verificou-se que a construção de alguns de seus elementos ocorreu de forma inadequada ou com erros conceituais. Isso permitiu identificar:

- incompreensão de certos conceitos químicos, como por exemplo, a diferença entre moléculas e compostos iônicos;
- dificuldades em elaborar determinados elementos do Vê modificado, como por exemplo, as questões-foco e os juízos cognitivos;
- os significados que os alunos atribuíram ao conhecimento produzido em laboratório, a partir das relações estabelecidas entre a nova informação e os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva.

CONCLUSÃO

O uso do diagrama V modificado como relatório em aulas teórico-práticas de química geral contribuiu para que os alunos viessem a identificar quais teorias, modelos e princípios relacionam-se ao evento em estudo. Os entraves impostos pela construção inadequada da questão-foco e as dificuldades em interpretar a transformação dos dados, contudo, prejudicaram a elaboração de juízos cognitivos pertinentes à questão-foco. Ainda assim, o Vê modificado revelou os significados que os estudantes atribuíram aos objetos e aos acontecimentos estudados, como observado nas relações estabelecidas entre a descrição do modelo e a representação, por exemplo. Além do mais, trata-se de um instrumento avaliativo ao qual se pode atribuir uma pontuação.

As dificuldades dos alunos quanto a determinados conceitos da ciência química e quanto à interação entre o conhecimento teórico e o experimental, revelados pela construção do Vê modificado, podem fornecer informações ao professor sobre as possíveis adequações do

roteiro experimental e da forma como a atividade foi desenvolvida, de modo que a mesma possa contribuir para a construção de uma aprendizagem significativa.

Vale ressaltar que o sucesso da ferramenta é dependente da compreensão dos alunos sobre o significado de cada um de seus elementos e do significado da articulação entre os mesmos para desempacotar o conhecimento. Desse modo, a utilização recorrente pelos alunos é um parâmetro que deve ser considerado para que os benefícios do Vê modificado sejam obtidos em sala de aula.

MATERIAL SUPLEMENTAR

A Tabela 1S, referente aos critérios de análise do diagrama V modificado utilizados neste trabalho, está disponível em <http://quimicanova.sbq.org.br>, na forma de arquivo PDF, com acesso livre.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes pelo financiamento, à Universidade Federal de Alfenas e aos alunos do curso de Química Licenciatura que participaram da pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Silva, L. H. A.; Zanon, L. B. Em *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*; Schnetzler, R.P.; Aragão, R. M. R., eds.; CAPES/UNIMEP: Piracicaba, 2000, p.120-153.
2. Gonçalves, F.P.; Marques, C.A.; *Revista Investigações em Ensino de Ciências* **2006**, *11*, 219.
3. Guimarães, C. C.; *Química Nova na Escola* **2009**, *31*, 198.
4. Novak, J. D.; Gowin, D. B.; *Aprender a aprender*, Plátano Edições Técnicas: Lisboa, 1984.
5. Moreira, M.A.; Veit, E. A.; *Ensino superior: bases teóricas e metodológicas*, E. P. U: São Paulo, 2010.
6. Gonzalés García, F. M.; *El mapa conceptual y el diagrama UVE: recursos para la Enseñanza Superior en el siglo XXI*, Narcea, S.A. de Ediciones: Madrid, 2008.
7. Novak, J. D. *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*, Plátano Edições Técnicas: Lisboa, 1998.
8. Hilger, T. R.; Oliveira, A. M. M.; Moreira, M. A.; *Resumos do 3º Encontro nacional de aprendizagem significativa*, São Paulo, Brasil, 2010.
9. Pacheco, S. M. V.; Damásio, F.; *Ciências e Cognição* **2009**, *14*, 166.
10. Oliveira, A. M. M.; *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2011.
11. Hernandez, J. V.; *Docência Universitária* **2002**, *3*, 37.
12. Cappelletto, E.; *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2009.
13. Vieira, J. E.; Michels, L. B.; Damásio, F.; *Resumos do 4º Encontro nacional de aprendizagem significativa*, Garanhuns, Brasil, 2012.
14. Sastre, P. G.; Insausti, M. J.; Merino, M.; *Enseñanza de las Ciencias* **1999**, *17*, 533.
15. Sastre, P. G.; Insausti, M. J.; Merino, M.; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **2003**, *2*, 1.
16. Toigo, A. M.; Moreira, M. A.; *Aprendizagem Significativa em Revista* **2012**, *1*, 90.
17. Justi, R. Em *Ensino de Química em foco*; Maldaner, O. A., ed.; Unijuí: Ijuí, 2011, Cap. 8.
18. Bunge, M.; *Teoria e realidade*, Perspectiva: São Paulo, 2008.
19. Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; e Hanesian, H.; *Psicologia Educacional*, Interamericana: Rio de Janeiro, 1980.
20. Ausubel, D.P.; *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*, Plátano Edições Técnicas: Lisboa, 2000.
21. <http://www.youtube.com/watch?v=XkMMNnQpVjE>, acessada em fevereiro 2014.
22. <http://www.youtube.com/watch?v=8n2AhUYk2WA>, acessada em fevereiro 2014.
23. Gowin, D. B.; Alvarez, M. C.; *The art of educating with V diagrams*, Cambridge University Press: New York, 2005.
24. Chassot, A.; *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*, 5ª ed., Unijuí: Ijuí, 2011.
25. Fernandez, C.; Marcondes, M. E. R.; *Química Nova na Escola* **2006**, *24*, 20.
26. Atkins, P.; Jones, L.; *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*, 3ª ed., Bookman: Porto Alegre, 2006.