



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Vitória Jamille Lira Alves

**O FAZER NÃO PRESSUPÕE O APRENDER: O USO DO V DE
GOWIN NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA FUNDAMENTAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

2º/2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Vitória Jamille Lira Alves

**O FAZER NÃO PRESSUPÕE O APRENDER: O USO DO V DE
GOWIN NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Patrícia Fernandes Lootens Machado

2º/2016

Para ensinar o aluno a inventar, é bom mostrar-lhe que ele pode descobrir

Bachelard, 1996, p.303

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, em especial à minha mãe Rosilene, pois me deram todo o apoio necessário durante todo o meu curso e para a realização desse trabalho.

À professora Patrícia, pela paciência na orientação e incentivo.

Ao professor Eduardo por ter concordado com a ideia da pesquisa e por ter me aceitado em sua turma, assim como os alunos que participaram.

A todos os professores do curso, que foram muito importantes na minha vida acadêmica, com ensinamentos e conselhos valiosos.

Agradeço aos meus amigos, que não me deixaram desistir ao longo do caminho, sempre me incentivando a seguir em frente.

E a todos que de alguma forma fizeram parte da minha formação.

SUMÁRIO

Introdução.....	7
Capítulo 1 – A Experimentação em Ciências e o V de Gowin.....	10
1.1. A Experimentação e sua função no ensino de Ciências.....	10
1.2. O V de Gowin	14
Capítulo 2 – Metodologia.....	17
Capítulo 3 – Resultados e Discussão.....	20
3.1. Diagrama V e algumas percepções	20
3.2. Diagrama V e um novo modelo de relatório.....	26
3.3. O aluno e sua experiência com o Diagrama V.....	37
Considerações Finais	43
Referências	44
Apêndices	46
Apêndice 1 – Lista dos experimentos realizados durante o semestre.....	46
Apêndice 2 – Material de apoio para a elaboração dos Diagramas.....	47
Apêndice 3 – Material de apoio para a elaboração dos relatórios V	52
Apêndice 4 – Questionário	53

RESUMO

Neste trabalho apresentamos uma investigação realizada na disciplina Laboratório de Química Fundamental (LQF) com uma turma do curso de Química Licenciatura da Universidade de Brasília no ano de 2016. O objetivo foi investigar o processo de apropriação da ferramenta V de Gowin (Diagrama V) ao longo das aulas de laboratório e o desenvolvimento da sistematização de conhecimento pelos alunos de LQF. Adicionalmente, analisamos a opinião dos dezessete estudantes participantes sobre o uso do Diagrama V de Gowin, primeiramente como organizador prévio para as aulas e, posteriormente, como estratégia avaliativa. Isso porque nas três últimas aulas, os Diagramas foram adotados como alternativa aos tradicionais relatórios. Baseados na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, procuramos estabelecer uma integração entre teoria e prática, auxiliando os alunos na compreensão dos experimentos realizados durante o semestre letivo. Para análise dos dados, utilizamos uma metodologia interpretativa e o uso de alguns dados quantitativos. Avaliando o processo ficou evidente que o Diagrama V é uma ferramenta complexa e, por isso, demandou tempo para que os estudantes conseguissem se familiarizar com o instrumento. Para se alcançar os objetivos desejados foi necessária a devolutiva da atividade a cada diagrama entregue pelos alunos. Isso aponta para a relevância do acompanhamento do tutor/professor. Foi percebido um avanço dos estudantes na elaboração V quando comparamos os diagramas entre as segunda, quinta e oitava semana. Recomenda-se, no entanto que seja dada continuidade ao uso do V com os alunos participantes para um aprofundamento da ferramenta e uma melhora no processo ensino-aprendizagem. Há uma necessidade de mudanças nos roteiros, pois muitos deles acabam por direcionar a visão do aluno, interferindo em alguns resultados.

Palavras-chaves: Diagrama V; Experimentação; Aprendizagem significativa.

INTRODUÇÃO

A pesquisa na Área de Ensino de Ciências vem se fortalecendo bastante nos últimos anos e tem por objetivo “[...] identificar variáveis que afetam o ensino e a aprendizagem e propõe e avalia modelos para o aperfeiçoamento do processo em sala de aula” (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995, p. 28). A experimentação tem sido um dos alvos dessas pesquisas, por ser uma das ferramentas bastante utilizadas para ensinar Ciências, como uma alternativa a aulas preponderantemente teóricas. Muitos professores acreditam no potencial das atividades experimentais, porém, nem todos têm clareza e muito menos há consenso sobre o papel e a importância dessas atividades no processo de ensino-aprendizagem.

Moreira (1980) faz uma crítica às aulas de laboratório que tem como objetivo apenas a análise quantitativa dos dados, tais como construção de gráficos e tabelas. Defende que dessa forma, não se emprega um raciocínio ou não se faz uma reflexão sobre os dados obtidos através de um experimento. Dentro do laboratório não há um questionamento, uma abordagem conceitual. Com isso, a parte teórica é deixada de lado e o laboratório torna-se apenas a parte prática, ou seja, tarefa para se fazer com as mãos, não havendo a conexão entre o pensar e o fazer.

Já Silva e Zanon (2000, p. 120) criticam fortemente aulas experimentais exploradas “como uma via de mão única, em que a prática comprova a teoria, ou vice-versa”, até porque essa análise fere os princípios da natureza da Ciência. Indivíduos que defendem essa posição acreditam também que a Ciência é neutra, verdadeira, intolerante e imutável. Professores que pensam de forma semelhante, geralmente, assumem que o conhecimento é algo transmitido e que o aluno é um ser passivo que apenas recebe e aceita essas informações. Dessa forma, desconsidera-se a individualidade no processo de aprendizagem e os métodos de ensino em que o aluno é um indivíduo passivo cabem muito bem nesse modelo.

Na visão tradicional do processo ensino-aprendizagem existem assunções equivocadas como a de se “supor que a interpretação dos resultados experimentais seja algo trivial e simples [...], que ela pode ser feita sem maiores problemas [...] não sendo necessário investir muito tempo em discuti-la na sala de aula” (SILVA; ZANON, 2000, p. 123). Isso dificulta o processo, visto que o ver, o presenciar não pressupõe o compreender. Além disso, quando o professor assume ser esse um processo simples, não investe em estudar as dificuldades de aprendizado de determinados conceitos e aprofundar-se nas possíveis estratégias que tornem o conhecimento acessível aos mais diferentes tipos de alunos. Por parte dos alunos, quando eles assumem essa postura, muitos acabam desistindo de investir no aprendizado, pois se sentem incapazes de compreender algo considerado “simples” e acabam escolhendo a via que entendem ser possível, isso é, memorizar para utilizar quando solicitado. Na maioria das vezes, a memorização é seguida de “um subsequente esquecimento rápido do conhecimento aprendido” (SCHNETZLER, 1992, p. 17). Isso acaba tendo um efeito devastador para ambos, professores e alunos. Tornam-se frustrados por não atingirem objetivos plenos do processo e acabam desenvolvendo comportamentos de defesa que nem sempre são os mais saudáveis para manutenção das relações interpessoais. Assim, com uma relação professor-aluno em desarmonia, o ensino fica desestabilizado, pois “o ensino é visto como resultante de relação pessoal do professor com o aluno. [...] É a interação entre o professor e o aluno que vai dirigir o processo educativo” (SANTOS, 2001, p. 72).

Assim, das atividades do profissional-professor podemos destacar: o nortear a aprendizagem, ensinar aos alunos a arte de se questionar, refletir e buscar significados, conduzi-los no caminho de descobertas. Então, enquanto o professor não assumir o “aluno como construtor e possuidor de ideias e não organizar o ensino a partir dessas ideias que o aluno já possui, pouco se está fazendo para facilitar a sua aprendizagem” (SCHNETZLER, 1992, p. 18). Aqui cabe uma ressalva, pois não consideramos o professor um mero “facilitador” do aprender. Em nosso trabalho, o “facilitar” tem o significado de melhor conduzir, de indicar ao aluno os caminhos, dispor das melhores estratégias para uma aprendizagem efetiva, duradoura e significativa. Nem sempre o melhor caminho é o mais fácil e isso pode aplicar-se a atividades experimentais ou a ferramentas como o V de Gowin, o qual pretendemos explorar nesse trabalho.

Acreditamos no que diz Maldaner (1999, p. 290) ao escrever que o “professor, em interação com os seus alunos e com base nos conhecimentos estabelecidos [...], pode efetivamente produzir, criar e recriar conhecimentos próprios da atividade discente e docente”. A partir disso, pode organizar sua exposição, usando de diferentes estratégias para tornar alcançável o conhecimento acumulado e legitimado socialmente, considerando que quanto mais ativa for a participação de seu aluno, mais poderá ele tomar para si as responsabilidades que lhe cabe.

A partir dessas considerações, temos como objetivo **investigar o processo de apropriação da ferramenta V de Gowin ao longo das aulas de Laboratório de Química Fundamental (LQF) e o desenvolvimento da sistematização de conhecimento pelos alunos. Também foi objetivo desse trabalho analisar a opinião dos alunos sobre o uso do Diagrama V de Gowin nas aulas de LQF.** Ressaltamos que a ferramenta V foi usada como organizador prévio com essa turma entre a segunda e a sétima semana. A partir da oitava semana até a décima substituímos o relatório tradicional pelo Diagrama V. Para alcançar o objetivo proposto, consideramos necessário escrever um capítulo dedicado à fundamentação teórica, no qual discorreremos sucintamente sobre a experimentação, principalmente à sua dinâmica, seus objetivos nos cursos de formação inicial de professores de Química. Incluiremos também nesse capítulo um segundo item que versará sobre a ferramenta V de Gowin, discorreremos sobre o que é, para que foi criada, quando e como pode ser aplicada em aulas de laboratório de Química. O segundo capítulo trará a metodologia do trabalho a ser realizado e dos participantes, bem como sobre o contexto.

CAPÍTULO 1 – A EXPERIMENTAÇÃO EM CIÊNCIAS E O V DE GOWIN

Este capítulo tem por objetivo trazer, de forma sucinta, contribuições de fontes bibliográfica sobre o uso da experimentação no ensino de Ciências e falar sobre a ferramenta V de Gowin, desenvolvida para possibilitar a conexão entre aspectos teóricos e metodológicos de uma atividade experimental.

1.1. A Experimentação e sua função no ensino de Ciências

Falar de experimentação é remeter às concepções do que vem a ser experimentação e qual a sua função no ensino de Ciências. A “experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 235), ou seja, pode assumir um grande papel na aprendizagem significativa. Para isso, é preciso superar a visão enraizada de que a experimentação é a comprovação de uma teoria. É preciso entender que há uma relação entre a teoria e a atividade experimental e que essas são indissociáveis. Isso deve estar bem claro nas concepções do professor, para que ele, então, possa entender o potencial da atividade experimental. Assim, a experimentação “enseja a possibilidade de fragmentação do objeto concreto em partes, o reconhecimento destas e a sua recombinação de um modo novo. É nisso que reside o seu grande potencial” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 240).

Um grande problema relacionado à experimentação é sua função no ensino de Ciências. “Não é incomum, entre professores, a ideia de que a atividade experimental tem a função de concretizar para o aluno as formulações teóricas da ciência” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 237). Então, ele acaba passando essa ideia para o seu aluno e, assim, tanto professor quanto aluno, supõe que o experimento comprova a teoria. Isso, provavelmente, porque “os experimentos são sempre dependentes de alguma teoria. Não são realizados no “vácuo teórico”,

[...] em todas as observações são as teorias que possibilitam uma interpretação [...]. ” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2003, p. 327). Então, é preciso superar a visão de que a atividade experimental tem a função de comprovação da teoria, no entanto, sua compreensão está associada a teorias. Quando se parte para o experimento, já existe um conhecimento prévio por trás disso e, com o experimento, pode-se dizer se a teoria é suficiente ou não para compreensão do fenômeno observado. Da insuficiência podem surgir novas explicações, que têm potencial para desencadear o aparecimento de novos princípios, teorias ou leis. Há, no entanto, algumas poucas teorias que não são suportadas por experimentos, como a teoria da relatividade de Albert Einstein ou mesmo as explicações quânticas sobre o átomo.

Muitos professores assumem também que, se tratando da experimentação, os alunos estarão motivados, curiosos e atraídos para a prática. “Essa ideia presente no pensamento dos professores está associada a um conjunto de entendimentos empiristas de Ciências em que motivação é resultado inerente da observação do aluno sobre o objeto de estudo” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2003, p. 328). Porém, o que muito acontece é que os alunos apenas utilizam essa oportunidade para fugir da aula clássica, com um propósito maior de interação do que de investigação. Além do que, não se pensa muito naqueles que não gostam das atividades laboratoriais e que “o entusiasmo pelo trabalho prático, muitas vezes diminui significativamente com a idade” (HODSON, 1994, p. 300). Não é uma questão de ser mais velho ou mais novo. O que parece que os estudantes, de todas as idades, mais valorizam é o desafio cognitivo. Então, a diminuição do entusiasmo pelo trabalho prático é mais uma questão de perda de interesse pela metodologia do “mágico”, daquilo que ele continua sem saber explicar. Isso indica que as metodologias utilizadas acabam não se detendo em explorar o que o aluno compreendeu sobre o fenômeno, se ele fez as conexões com teorias pré-existentes e se saberia explicar o processo.

Há uma grande dificuldade por parte dos professores em implementar a experimentação em suas aulas, cumprindo corretamente sua função. Isso se deve, em parte, ao fato de que o professor deveria ter clareza sobre o que é experimentação e sobre sua função no ensino e também qual o seu papel na formação dos alunos. “Ao não vermos o ensino como algo complexo e problemático admitimos que qualquer um possa dar aulas” (MALDANER, 1999, p. 291). Não adianta apenas o professor saber o conteúdo, precisa conhecer também o processo de ensino-aprendizagem, tem que entender o que o aluno precisa para aprender. Essa dificuldade vem muito de como foi a formação do professor. Normalmente, alguns desses

docentes, mesmo os que são formados nos cursos de licenciaturas, “têm uma formação pedagógica adquirida por reprodução das ações de seus professores que, por ser pouco refletida e fracamente fundamentada, é uma formação tácita, fragmentada e resistente à mudança” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2003, p. 326). Grande parte das disciplinas experimentais nos cursos que formam professores repete metodologias muitas vezes ineficientes. Há uma falta de conhecimento sobre o papel da atividade experimental. Esse tipo de atividade requer um “professor questionador que sempre estuda e que pesquise sobre os assuntos, junto com os estudantes; que planeje o ensino com clareza sobre o papel da experimentação na sala de aula” (ZANON; UHNMANN, 2012, s/p).

Vygotsky defende que o professor é um dos pontos principais no aprendizado do aluno, assim ele deve estar ciente do seu papel, tendo em mente que é na relação professor-aluno que se dá o conhecimento. Para Vygotsky, o processo de aprendizagem do aluno não é isolado somente ao indivíduo. O meio social e a interação com outros indivíduos fazem parte desse processo. É através dessa interação que se gera novos conhecimentos e novas experiências. Paralelamente à Ausubel, Vygotsky também acredita que a bagagem que o aprendiz traz consigo é importante para a sua evolução. Para ele, há uma diferença entre o que o sujeito já sabe e aquilo que ele tem o potencial para aprender, e é nesse intervalo no qual ocorre a aprendizagem. Assim, o professor tem um papel fundamental nesse processo pois, é com o auxílio dele que o aluno vai conseguir fazer a conexão entre as duas áreas.

Um dos principais problemas do desenvolvimento das aulas experimentais é que muitas delas seguem um “roteiro repetitivo de questões sem nexos de relações conceituais, sem instigar os estudantes a investigarem situações vivenciadas e fazerem levantamentos e avaliações de dados, ideias e explicações” (ZANON; UHMANN, 2012, s/p). Então, o aluno chega na sala de aula, abre o roteiro do tipo “receita de bolo”, em que deve seguir determinadas instruções já determinadas, anota os dados obtidos e depois deve produzir um relatório sobre o experimento realizado. Em geral, esse relatório “prioriza procedimentos, materiais usados e observações, em detrimento de explicações e significações no nível teórico-conceitual” (SILVA; ZANON, 2000, p. 136). Não há um momento de discussão teórico-prática. O professor explica os procedimentos a serem executados e libera os alunos para a bancada, pressupondo que eles já têm conhecimento dos conteúdos teóricos necessários para a compreensão do fenômeno. Com isso, a aula experimental perde todo o seu caráter investigativo, questionador e passa a ter um

caráter apenas reprodutor. Uma possível explicação para o pressuposto mencionado é que o professor das disciplinas experimentais nem sempre é o mesmo das teóricas.

Outro ponto relevante é que uma das maiores preocupações dos alunos, durante as aulas laboratoriais, é a coleta de dados, o registro de observações dos acontecimentos. Então, os procedimentos são realizados muitas vezes pelos estudantes sem um verdadeiro entendimento do porquê fazer aquilo. Não há uma busca da fundamentação teórica, dos conceitos que auxiliaram o entendimento das observações (NOVAK; GOWIN, 1984). Assim, os estudantes não fazem uma interação entre o pensamento e a ação, pois “generalizou-se o mito de que as pessoas *descobrem* o conhecimento” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 19), tornando as atividades práticas poucos significativas e frustrantes, porque o aluno não se vê como um “descobridor” do conhecimento, afetando, com isso, a aprendizagem significativa. Porém, se o aluno entende como o conhecimento é construído, esse fator pode ser superado. O uso do V de Gowin auxilia na captação dos significados referentes aos acontecimentos investigados na atividade experimental. Com o diagrama, os estudantes são colocados em uma atividade reflexiva, entendem que o conhecimento é algo construído pelo ser humano e são auxiliados no processo de aprendizagem significativa.

Assim, para que ocorra aprendizagem significativa, do ponto de vista de Ausubel (1980), o aprendiz deve apropriar-se do conhecimento, atribuindo-lhe novos significados por um processo de interação das novas ideias com os conceitos ou preposições já existentes em sua estrutura cognitiva. Então, limitando-se na aprendizagem por memorização, apenas na transferência de informações do professor para o aluno, essa acaba possuindo “uma utilidade limitada, prática e com vista a poupar tempo e esforço” (AUSUBEL, 2000, p. xii). Porém, o aluno não vai aprender apenas internalizando o que recebe de fora, é preciso que ele faça atribuições de significados do que ele já sabe com o novo que está sendo proposto. Para esse estudioso, é de tamanha importância que o professor tenha clareza sobre isso que, de acordo com Ausubel (1980): “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos”. É possível perceber que o aprender é indissociável do ensinar, mas necessita da dedicação e empenho dos indivíduos envolvidos, sendo considerado uma via de mão dupla, o que é válido também para o V de Gowin.

1.2. O V de Gowin

O V de Gowin, também conhecido como Diagrama V, é um instrumento heurístico criado originalmente por D. B. Gowin (GOWIN; ALVAREZ, 2005). Foi proposto para a análise do processo de produção do conhecimento, as partes que compõe esse processo e como estão relacionadas. Também utilizado em documentos (artigos de pesquisa, ensaios, experimentos de laboratórios, poesias etc.) que “precisam ser conceitualmente analisados a fim de tornar apropriados para instrução o conhecimento neles contido” (MOREIRA, 2006, p. 65). Ou seja, é “preciso “desempacotar” o conhecimento a fim de torná-lo adequado para fins institucionais” (MOREIRA, 2006, p. 65). “Desempacotar” porque ao construir um diagrama V, por exemplo para um artigo de pesquisa, o indivíduo deverá ler atentamente o texto, geralmente mais de uma vez. Essas leituras são essenciais para que se possa identificar cada componente do V. Assim, ao final da construção do diagrama, o aprendiz saberá de cada passo que o pesquisador fez, suas conclusões e outras informações.

O V de Gowin é dividido em algumas partes, com suas estruturas e elementos. A Figura 1 apresenta um diagrama V com os seus componentes.

A questão foco (pode ser mais de uma) é o que dá início à pesquisa e é colocada no centro do diagrama. Está relacionada ao fenômeno de interesse. “A *questão-foco* de um estudo é aquela que não somente pergunta alguma coisa, mas também diz algo” (MOREIRA, 2007, p. 2). É a pergunta que norteia o ponto central da pesquisa, que identifica o fenômeno de interesse, diz o que foi estudado. A questão foco vai organizar e dirigir o pensamento do pesquisador.

Na base do V de Gowin estão os eventos/objetos, os quais são apontados e dirigidos pela questão foco. Estes são os eventos/objetos a serem estudados. Podem ser eventos que acontecem naturalmente ou que se faz acontecer. A partir deles se faz registros para que os fenômenos de interesse possam ser estudados.

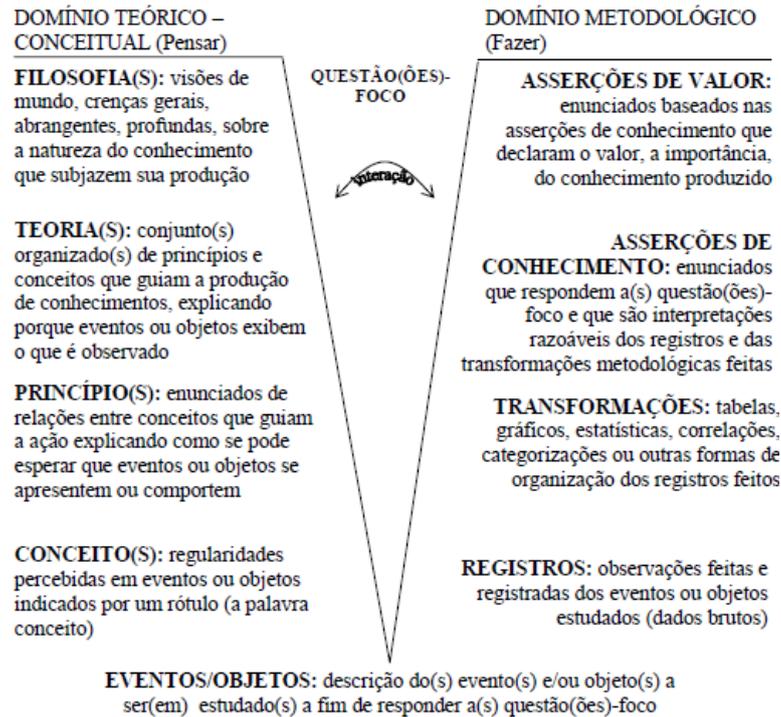


Figura 1 – Estrutura e elementos de um diagrama V. (MOREIRA, 2007, p. 3)

O lado esquerdo do diagrama V corresponde ao “pensar”. Se refere ao domínio teórico-conceitual do processo de produção do conhecimento, é o que se sabe antes da pesquisa, no que está apoiada. Estes são os conceitos, as teorias, os princípios, filosofias (visões de mundo). São os compromissos teóricos.

O lado direito do diagrama V refere-se ao “fazer”. Corresponde ao domínio metodológico. Descreve a metodologia da pesquisa, os registros feitos, os dados obtidos (a partir dos registros), as transformações para tratar os dados. Esse lado também traz o conhecimento produzido e as respostas obtidas para a questão-foco, além da importância da pesquisa.

Apesar da divisão no V de Gowin, há sempre uma interação entre os lados, “de modo que tudo o que é feito no lado metodológico é guiado por conceitos, princípios, teorias e filosofias do lado teórico-conceitual” (MOREIRA, 2007, p. 2). A questão-foco pertence tanto ao domínio metodológico quanto ao domínio teórico-conceitual, e é essa quem faz a interação entre os dois lados, daí sua posição no centro do diagrama.

Estabelece-se uma relação entre o V de Gowin e a Teoria da Aprendizagem Significativa, visto que todos os componentes do diagrama contribuem para a atribuição de significados ao conhecimento que está sendo construído. Para Moreira (2006), o diagrama vai

além, o “Vê pode ser útil como instrumento de meta-aprendizagem, ou seja, de aprender a aprender”. Não basta o aluno aprender significativamente, é preciso que ele entenda que o conhecimento é uma construção do ser humano, que tem um valor histórico-social. Então, o aprender a aprender significa perceber e entender como se aprende a usar esse conhecimento para auxiliar no processo de novas aprendizagens. Assim, o indivíduo percebe que o conhecimento humano é construído e que o seu próprio conhecimento é adquirido por meio de um processo de construção. Então, para que isso aconteça, a interação aluno-professor e o papel mediador do professor são fundamentais.

O Diagrama V vem sendo utilizado em aulas experimentais de diversas formas, entre elas como uma alternativa aos relatórios tradicionais; como um instrumento avaliativo; como uma estratégia para relacionar teoria e prática; como uma ferramenta para analisar o potencial do experimento na aprendizagem dos alunos. Pode ser feito tanto por professores quanto por alunos. Porém, não deve ser visto como um formulário a ser preenchido. “Interpretá-lo como formulário é uma completa distorção e um grande desperdício de sua potencialidade instrucional e curricular” (MOREIRA, 2007, p. 7). O diagrama V é considerado um instrumento metacognitivo, isto é, ele pode auxiliar um indivíduo a compreender o próprio ato de pensar. O uso adequado do diagrama permite, consciencializar e avaliar como se conhece. A partir disso, é possível refletir, repensar e controlar o próprio aprendizado.

O fator de grande importância é a questão epistemológica que está por trás dele, ou seja, uma ferramenta desenvolvida que pode auxiliar na compreensão da natureza e os objetivos do trabalho experimental em Ciências e também a compreensão da estrutura e do processo de construção do conhecimento. Com base nessas considerações e com o objetivo proposto, essa pesquisa foi desenvolvida seguindo a metodologia descrita a seguir.

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

Tomando por base os objetivos traçados para esse estudo, elaboramos a pergunta que norteou nosso trabalho, isto é, **Como se dá o processo de apropriação da ferramenta V de Gowin pelos alunos do Laboratório de Química Fundamental (LQF) e o desenvolvimento da sistematização de conhecimento por eles? E qual a opinião dos estudantes sobre o uso do Diagrama V de Gowin nas aulas de LQF?** A utilização do Diagrama V em aulas de laboratório auxilia os alunos a organizarem os requisitos teóricos e os aspectos metodológicos de uma atividade experimental. A ferramenta de Gowin pode, se bem elaborada, promover a conexão entre o pensar e o fazer, auxiliando na articulação entre fenômenos e teorias. Pode-se dizer com isso que o Diagrama V contribui para a concretização do grande potencial da experimentação, isto é: “enseja a possibilidade de fragmentação do objeto concreto em partes, o reconhecimento destas e a sua recombinação de um modo novo.” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 240).

Para coleta dos dados desse estudo, estive¹ presente em todas as aulas da disciplina Laboratório de Química Fundamental (LQF) ocorridas no segundo semestre letivo de 2016, com permissão do professor regente. Só não participei da primeira aula e dos dias de avaliação escrita. Pode-se dizer que essa pesquisa é de cunho qualitativo, mas sua análise contém alguns dados quantitativos.

Essa pesquisa foi desenvolvida propositalmente em uma disciplina ofertada para alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Química. A escolha ficou restrita a duas turmas, cujas aulas ocorrem de forma concomitante no horário de 19:00 às 22:30 às quartas-feiras. Uma das turmas estava sob a responsabilidade de um professor da Divisão de Ensino de Química (DEQ), enquanto a outra foi ministrada por uma professora substituta. Por questão de afinidade

¹ Informo ao leitor que usarei o tempo verbal na 1.^a pessoa do singular em todas as atividades que participei diretamente e que foram dependentes de minha inserção no ambiente da pesquisa e dependentes de impressões pessoais.

e coerência com a investigação desenvolvida, escolhemos a turma do professor da DEQ, que tem experiência com o método e com pesquisas em Ensino de Química.

Procuramos o Professor e explicamos os objetivos da pesquisa, solicitando sua anuência para realização da mesma com seus alunos. O professor prontamente se colocou à disposição e imediatamente começamos a discutir a dinâmica para minha participação em sala de aula. Como a pesquisa envolveria a participação semanal dos alunos na confecção de um Diagrama V para todas as experiências² realizadas (Apêndice 1) durante o semestre letivo, o professor decidiu atribuir uma pontuação aos Diagramas V. Esse percentual substituiu o valor associado ao pré-teste que o professor costumava aplicar no início de suas aulas. Em vista disso, ficou acertado que deveríamos estabelecer uma data para a entrega desses diagramas e que não seria permitido o recebimento fora da data acordada.

A turma selecionada tinha nas duas primeiras semanas de aula 19 alunos e esse número foi restrito para 17, devido a desistências de dois estudantes. O início dessa pesquisa ocorreu na segunda aula da disciplina citada.

O professor responsável pela turma apresentou-me aos alunos no início da segunda aula e, tão logo isso ocorreu, passei a explicar a proposta a eles, e solicitar a colaboração de todos. Em seguida, apresentei o Diagrama V e expliquei sua função em aulas de laboratório. Discutimos sua estrutura e cada um dos elementos (itens) que o compunham. Foi feito um diagrama com os alunos como exemplo, para que eles pudessem conhecer e para que começassem a se familiarizar com a ferramenta.

Foi disponibilizado também um material de apoio (Apêndice 2³) sobre o diagrama, para que os estudantes pudessem consultar sempre que tivessem alguma dúvida sobre a elaboração. Do mesmo modo que foi explicado em sala, o material disponibilizado continha explicações de cada parte e estruturas do V de Gowin. Adicionalmente, disponibilizei meu e-mail e número de WhatsApp para os alunos, colocando-me a disposição para tirar dúvidas fora do horário de aula.

A partir desse momento, todos os Diagramas eram combinados com os alunos antecipadamente. Isso, porque uma característica da maioria dos roteiros usados na disciplina LQF é conter partes semelhantes a serem realizadas. Um exemplo disso é que no roteiro de “Preparação de soluções” solicita-se a confecção de mais de uma solução ácida. Por isso, nas

² Os roteiros de todos os experimentos realizados durante o semestre estão disponíveis para download em: <http://www.iq.unb.br/downloads/10-downloads/117-downapostilas>

³ Os comentários coloridos constantes no apêndice fazem parte do material original.

primeiras quatro aulas, os alunos acabaram fazendo mais de um Diagrama V por experimento. Ao analisar esses primeiros diagramas, resolvemos solicitar apenas um V por experimento.

Em todas as aulas, os Diagramas que eram confeccionados pelos alunos, de acordo com o modelo constante no Apêndice 2, foram recolhidos após serem inseridos os dados coletados no experimento. Ressaltamos que os Diagramas eram feitos em casa e ficava unicamente para coletarem os dados durante a aula. Todo o material entregue era corrigido e devolvido na aula posterior, permanecendo uma cópia conosco. As observações constantes na correção dos Diagramas foram discutidas com cada aluno sempre na presença de sua dupla, forma como os estudantes trabalham em LQF. Durante o *feedback* ou mesmo em momentos diversos do transcorrer da aula, era usual os alunos me chamarem para tirar dúvidas.

Após a análise sistemática dos Diagramas V, decidimos juntamente com o professor regente da disciplina, que, para os três últimos experimentos, seriam solicitados, além do V usual, um mais completo que substituiria o relatório. Isso significa, que nas três últimas atividades experimentais, o relatório foi feito na forma do Diagrama V (relatório V). Para isso, foi repassado a todos os estudantes um modelo mais elaborado (Apêndice 3⁴). A justificativa para essa mudança foi observar se os alunos seriam capazes de elaborar um Diagrama V mais complexo, após terem sido orientados na elaboração e compreensão dessa ferramenta avaliativa. Também foi nosso objetivo analisar a familiaridade dos alunos com a ferramenta V após sete experimentos tutorados com relação ao Diagrama.

Como pode ser observado no Apêndice 3, esse novo diagrama incluiu uma análise dos resultados coletados durante a aula. Para essa análise, os alunos receberam questionamentos sobre o experimento, cujas respostas precisariam constar no relatório. Chamamos estes questionamentos de perguntas norteadoras para a elaboração do relatório na forma de Diagrama. O relatório V era recolhido na aula seguinte à realização do experimento.

Por fim, na aula do último experimento, foi aplicado um Questionário (Apêndice 4), em que os alunos responderam perguntas referentes à experiência deles com o uso do Diagrama V.

Os processos de coleta e análise de dados foram baseados nas metodologias utilizadas por Gowin e Alvarez (2005) e fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel e na Teoria histórico-social ou Escola de Vygotsky, que parte do pressuposto que “o homem é um ser de natureza social” (MELLO, 2004, p. 135).

⁴ Os comentários coloridos constantes no apêndice fazem parte do material original.

CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise dos dados obtidos ao longo do semestre dividimos esse capítulo em 3 itens, sendo o primeiro deles dedicado a exposição do que foi observado em relação ao uso do Diagrama V durante todas as aulas. No segundo item, tratamos de analisar os relatórios V e, por fim, no terceiro item apresentamos uma avaliação das respostas ao questionário. Os alunos participantes da pesquisa foram identificados de A1 à A17.

3.1. Diagrama V e algumas percepções

Nas primeiras três semanas de nossa pesquisa, sabíamos que a experiência vivida durante as aulas com os alunos seria para compreensão e uso do Diagrama V. Essa ferramenta é complexa e sua compreensão demanda tempo, principalmente, para se ter clareza de como ela pode contribuir com o aprendizado. Dessa forma, tínhamos uma ideia das dificuldades que enfrentaríamos. No entanto, elas só se concretizaram quando corrigimos os Diagramas (pré-teste) do segundo, terceiro e quarto experimentos. Percebemos que os alunos tiveram dificuldades de várias ordens na elaboração do V. Destacaremos de forma sucinta algumas delas:

1. No local destinado a coletar os Dados, que seriam obtidos durante o desenvolvimento do experimento, encontramos com frequência uma lista de materiais e soluções utilizadas na aula, bem como valores de massa molar e até dados fornecidos nos roteiros.
2. Frequentemente, não encontrávamos observações macroscópicas como mudança de cor, variação de temperatura e massa da substância pesada por eles no local de Dados.
3. Onde esperávamos encontrar os cálculos solicitados para o início da aula, os alunos colocavam apenas fórmulas e alguns deixavam em branco, justificando que não sabiam o que escrever.
4. No lado destinado a parte teórica (Conceitos) inseriam termos como: vidrarias, equações, materiais de segurança etc.

5. Onde teriam que colocar a importância (Valor) do Conhecimento explorado no experimento, apresentaram muitas questões de segurança (EPI, periculosidade - cuidados com ácidos e bases, etc.), de gestão de resíduos e até fórmulas matemática (densidade). Alguns alunos repetiam os objetivos proposto nos roteiros.
6. Na Questão Foco apareceu com frequência o objetivo do experimento bem como questões genéricas.
7. Os Procedimentos foram transcritos literalmente do roteiro sem uma síntese, o que levava a ocupação de uma segunda página.

Algumas dessas observações podem ser vistas na Figura 2.

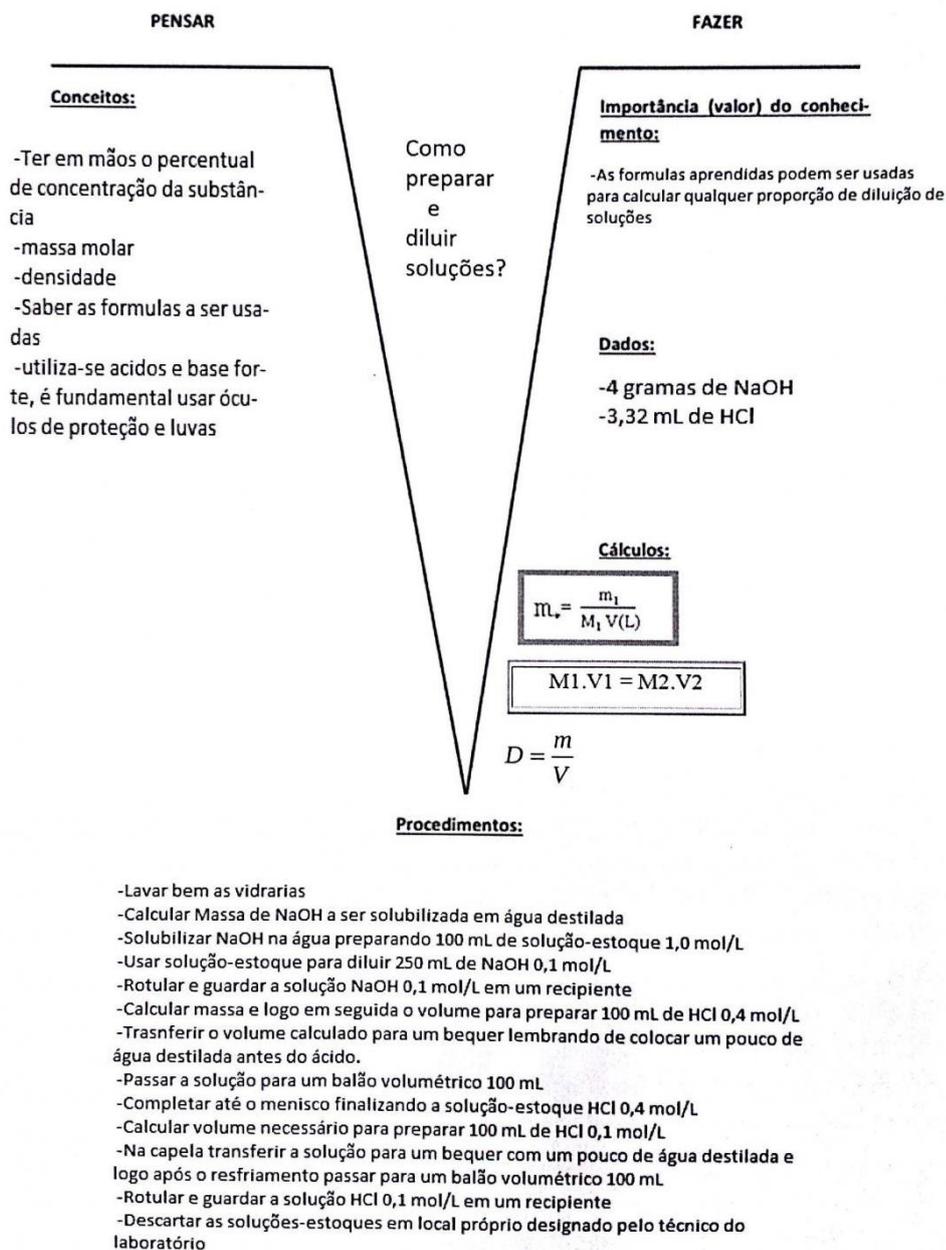


Figura 2 – Diagrama elaborado pelos alunos A2, A15 e A17 para o experimento 2.

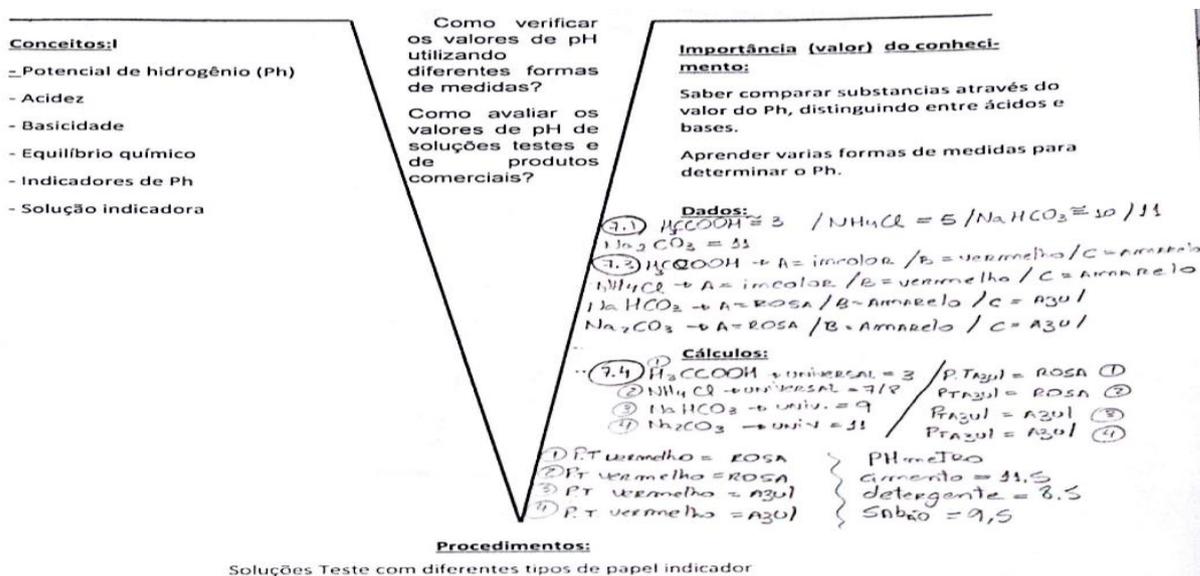
Passadas cinco semanas do início de nossas observações, já no quinto experimento, vimos algumas mudanças nos Diagramas dos estudantes. Era perceptível que eles estavam fazendo um esforço para compreender o Diagrama, apesar dos Procedimentos continuarem sendo copiados exatamente como no roteiro, e no lugar dos Cálculos, muitos ainda colocarem alguma fórmula matemática desnecessária ao experimento. Os Dados apresentados já eram aqueles esperados e a Questão Foco já continha um certo grau de especificidade em relação à investigação a ser realizada em durante a aula. Quanto ao Valor do Conhecimento, percebemos a necessidade de uma explicação maior, visto que muitos alunos escreviam em seus diagramas aplicações das substâncias utilizadas durante o experimento.

Após esses cinco experimentos podemos dizer que é notável a diferença entre o primeiro Diagrama construído pelos alunos e esse último. Para essa mudança foi essencial a tutoria realizada a cada aula. Sozinhos, os alunos provavelmente não conseguiriam apontar em que elementos do V poderiam melhorar e assim todo o processo se tornaria apenas um preenchimento de formulário, sem as devidas considerações e conexões das partes que o compõe. Ao perceber que o seu aluno está tendo dificuldades no processo, o “educador deve, portanto, intervir, provocando avanços que de forma espontânea não ocorreriam” (MELLO, 2004, p. 144) ou levaria um tempo muito mais longo para os estudantes mais perseverantes. Isso não significa desconsiderar as particularidades do processo de aprendizagem de cada um e a velocidade individual. Para que se possa alcançar o máximo de desenvolvimento de cada aluno, faz-se necessário que o professor esteja atento e conheça as especificidades de cada um de seus estudantes. Acreditando no papel singular a ser desempenhado pelo indivíduo mais experiente no processo ensino-aprendizagem foi que desenvolvemos com cada aluno durante as tutorias as discussões sobre os Diagramas. Assumir essa postura demanda dedicação e tempo de investigação. Percebemos que “o processo de aprendizagem é sempre colaborativo, ou seja, resulta da ação conjunta entre o educador ou parceiro mais experiente e aquele que aprende” (MELLO, 2004, p. 145).

No sexto experimento (Equilíbrio Químico), observamos a repetição de um comportamento comum nos Diagramas. Não havia nesse experimento valores numéricos a serem coletados, apenas observações macroscópicas como mudança de cor e formação de precipitados deveriam ser tomadas como Dados. Na grande maioria dos Diagramas não encontramos nenhuma anotação. Durante o momento de devolutiva, quando questionados os alunos sobre a ausência de dados, a maioria deles disse não entender que observações macroscópicas qualitativas são equivalentes a valores de alguma variável. Sendo assim, para

estes alunos, variação de cor, mudança de temperatura, precipitação, produção de gás, por não ser quantitativamente mensurável, não eram consideradas dados.

A partir do sétimo experimento, os alunos deveriam escolher apenas uma das etapas dos experimentos constante nos roteiros para a elaboração do Diagrama. Com isso, percebemos o quão estava mecanizado o processo de construção do V, afinal ao fazer somente um Diagrama, pensamos que esses viriam com um maior aprofundamento, o que não aconteceu. Tanto no sétimo quanto no oitavo experimento, os alunos não estavam fazendo a conexão entre a Questão Foco, os Procedimentos e os Dados. Apesar de fazerem uma pergunta para a etapa do experimento escolhida, os Procedimentos e os Dados eram relacionados a todo o experimento, incluindo todas as etapas, como visto na Figura 3.



1. Enumere 4 tubos de ensaio e, em cada um, adicione 5 mL das soluções-teste.
2. Dentro de cada tubo de ensaio, coloque uma fita de *papel indicador universal*.
3. Ao observar mudança na coloração do papel, retire a fita de dentro da solução, compare com a tabela de cores indicada na caixa do fabricante, como mostra a Figura 7.1, e anote o pH correspondente.
4. A fita do papel indicador universal pode ser reutilizada. Por isso, após sua utilização, deixe-a de molho em um béquer indicado pelo técnico contendo água destilada.
5. Repita o mesmo procedimento (etapas 1 a 3) utilizando o *papel tornassol azul e tornassol vermelho* e observe o que ocorre. Após as análises, os papéis podem ser jogados no lixo. No caso do tornassol, não há um conjunto de cores como ocorre no papel indicador universal. O tornassol vermelho só muda de cor em contato com soluções básicas, passando de vermelho para azul. O papel tornassol azul, ao contrário, só varia sua coloração em contato com soluções ácidas, passando de azul para vermelho.
6. Organize os resultados obtidos na Tabela 7.4.

Figura 3 – Diagrama elaborado pelo aluno A6 para o experimento 7.

Mais uma vez, o momento de discussão com os alunos fez toda a diferença, possibilitando que chamássemos atenção deles para os cuidados que deveriam tomar ao escrever seus Diagramas. Isso é bem compreensível, visto que eles estão em processo de

apropriação do Diagrama V. Aprender a sistematizar os dados é parte relevante dessa apropriação e os equívocos encontrados em cada Diagrama precisaram ser discutidos durante a aula. Essa é a diferença entre corrigir e entregar, esperando que o aluno refaça de forma correta, e discutir os erros com o aluno.

Nos últimos dois experimentos, os alunos já conseguiam entender que as observações macroscópicas também faziam parte dos Dados coletados. No Valor do Conhecimento, eles tentavam relacionar o conhecimento do experimento com alguma aplicação no dia-a-dia, indústrias, funcionamento do corpo humano, entre outros. Mesmo quando o roteiro não trazia alguma aplicação, os alunos buscavam para completar o Diagrama, como visto na Figura 4.

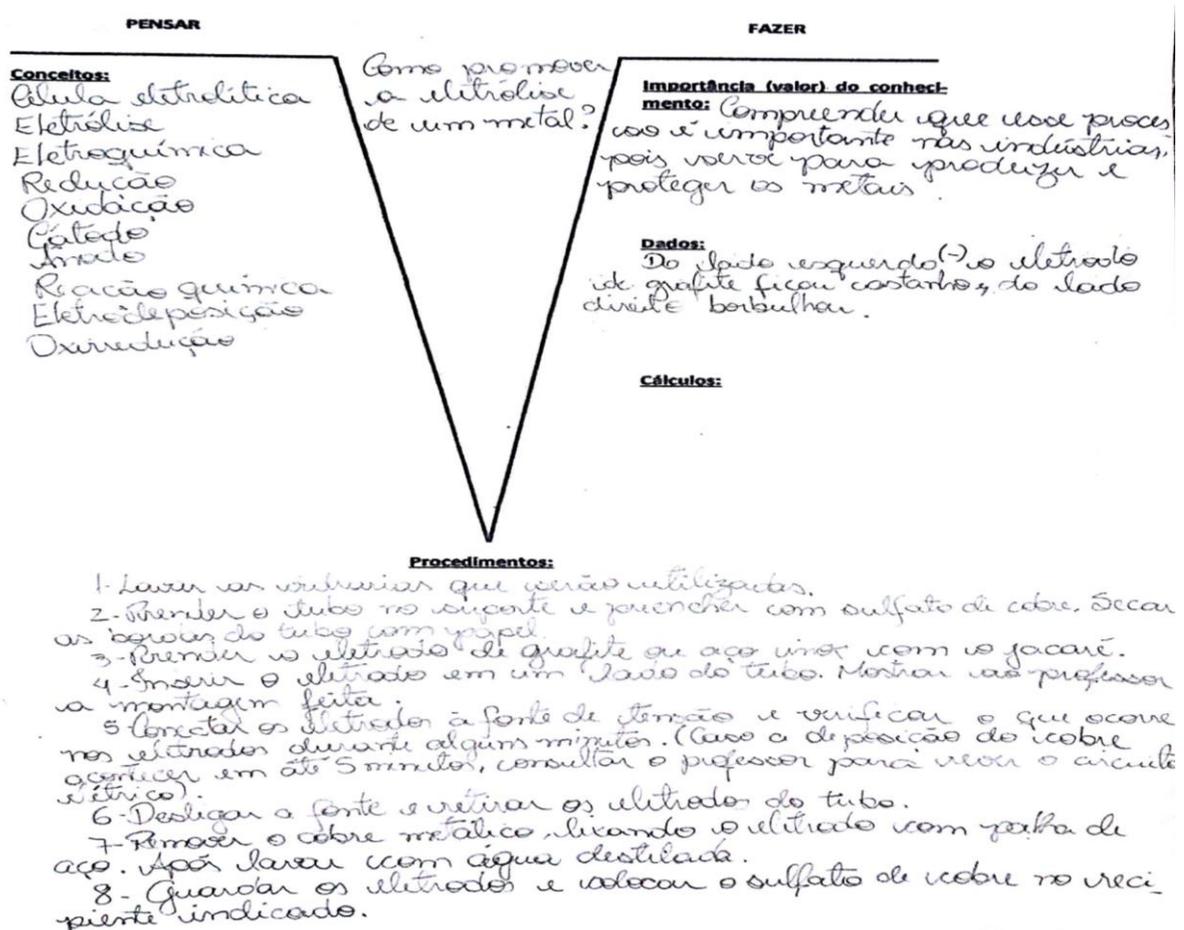


Figura 4 – Diagrama elaborado pelo aluno A16 para o experimento 10.

Poucos estudantes faziam uma síntese dos Procedimentos descritos no roteiro. A maioria continuava transcrevendo literalmente os trechos do roteiro.

Os resultados observados para as Figuras 3 e 4 tem uma influência direta nas notas finais dos Diagramas dos alunos. Isso pode ser constatado na Figura 5. O gráfico da Figura 5 apresenta

uma comparação das notas resultantes da correção dos Diagramas dos experimentos 2, 5 e 8 elaborados como pré-testes. Devemos lembrar que cada correção foi realizada a partir de uma rubrica construída por experimento. No início, procuramos ser mais flexíveis na correção, isto é, mesmo que pontuássemos erros, o desconto na pontuação era menos exigente. A razão disso era não gerar nos alunos um sentimento de frustração tão grande, que acabasse interferindo na motivação de querer continuar o aprendizado por meio do Diagrama V.

Observando o gráfico da Figura 5, é possível perceber o processo de evolução dos alunos por meio das notas auferidas em seus Diagramas. As notas do experimento 2 estão concentradas mais para o lado esquerdo, indicando ainda uma certa dificuldade na compreensão da ferramenta. Para o experimento 5, as notas estão bem espalhadas, são mais distribuídas. Isso mostra um certo progresso de alguns alunos sobre o Diagrama V, enquanto outros estavam evoluindo mais lentamente e, portanto, mereciam mais atenção nas devolutivas. Depois, para as notas do experimento 8, tem-se um deslocamento para o lado esquerdo, ou seja, as notas estavam mais elevadas.

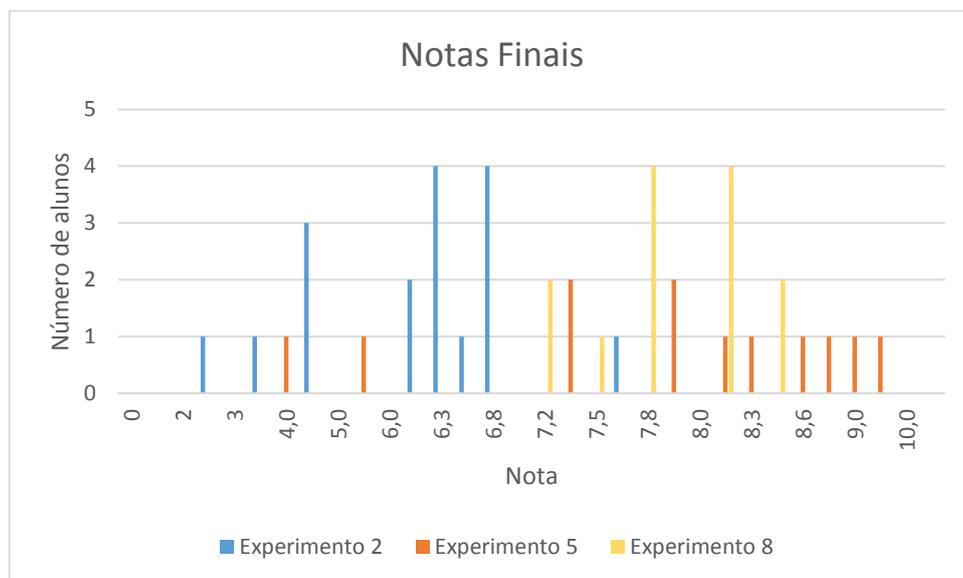


Figura 5 – Nota Final para os Diagramas dos experimentos 2, 5 e 8.

Olhando para os último Diagramas, percebe-se que essa ferramenta começou a fazer sentido para alguns alunos. Percebemos que alguns deles sentiam-se motivados a alcançar o objetivo (o resultado), ou seja, havia neles um interesse, uma necessidade em realizar a atividade do Diagrama, mostrando a compreensão do experimento. Segundo Leontiev, uma atividade é aquilo que faz sentido para quem a realiza:

Toda tarefa que a pessoa faz tem sempre um objetivo e um motivo. O objetivo é aquilo que deve ser alcançado no final da tarefa – seu resultado –, que já é previsto como uma ideia, antes do início da ação. O motivo é a necessidade que leva a pessoa a agir. O sentido é dado pela relação entre o motivo e o objetivo (...) previsto pela tarefa. Se houver uma coincidência entre o motivo e o objetivo, (...), então a atividade tem um sentido para ela. (MELLO, 2004, p.147).

Isso significa dizer que se a pessoa está envolvida na tarefa quando está interessada, pois sabe para o que está sendo feita e visa os resultados, ela a realiza pois quer chegar no seu objetivo. Assim, se o Diagrama não fizer algum sentido para os estudantes, se eles não conseguirem entender seu objetivo, não haveria um certo interesse em tentar melhorar cada vez mais e o processo ficaria estagnado.

No próximo item passamos a avaliar os resultados da análise dos relatórios em forma de V relativos aos três últimos experimentos do semestre (8 – Cinética Química, 9 – Pilha e 10 – Processos Eletrolíticos). Eles também foram recolhidos, corrigidos, analisados e discutidos com os alunos.

3.2. Diagrama V e um novo modelo de relatório

Ao longo do semestre percebemos que os alunos evoluíram quanto à qualidade dos Diagramas apresentados como pré-teste. Como relatamos anteriormente, após cinco semanas foi possível identificar os primeiros progressos nos diagramas, apesar dos alunos ainda preencherem os Diagramas como se fossem fichas. Apesar das discussões realizadas individualmente a cada devolução dos Diagramas, observamos que a apropriação desse instrumento demanda tempo e interesse de transformá-lo em uma ferramenta metacognitiva, isto é, que ajude o indivíduo compreender e controlar seu processo de aprendizagem. Essa dificuldade é comentada nos trabalhos de Moreira (2007) e Cappelletto (2009). Isso é perfeitamente compreensível visto se tratar de uma forma nova de avaliação, que exige aprofundamento sobre a dinâmica do uso do Diagrama. Apesar, das dificuldades, pudemos observar alguns pontos específicos.

De acordo com Moreira (2006), “O Vê do experimento efetivamente feito pelo aluno, em substituição ou em complementação ao relatório, forneceria, em princípio, informações sobre o que foi de fato aprendido” (p. 69). Assim, mais do que uma análise quantitativa dos relatórios V elaborados pelos alunos, o foco principal foi observar e interpretar como os

estudantes conseguiram externalizar os significados que eles davam aos novos conhecimentos ao longo dos experimentos. Assim o “foco da avaliação nessa perspectiva deve estar na interpretação daquilo que o aluno externaliza, a fim de identificar os significados que ele está atribuindo à matéria de ensino” (MOREIRA, 2006, p. 70).

As Figuras 6, 7 e 8 mostram um relatório V construído pelo aluno A6. Apesar do Diagrama ser de um aluno específico, alguns pontos foram comuns entre os estudantes. Nota-se que os Procedimentos continuam sendo uma transcrição literal do roteiro, quando poderiam ser sintetizados. Isso nos leva a pensar sobre a dependência gerada pelos roteiros que se apresentam como “*cookbooks*” (MONTEYNE; CRACOLICE, 2004), isto é, roteiros contendo etapas a serem seguidas para se alcançar dados, que sequer os alunos entendem para que servirão. De acordo com Platova e Walpuski (2013), as instruções a serem repassadas aos alunos devem conduzi-los ao desenvolvimento de habilidades de ordem de pensamento mais elevadas, numa perspectiva de resolver os problemas postos.

Ao mesmo tempo em que os “*cookbooks*” criam essa dependência do aluno, já que não conseguem fazer uma síntese e podem achar que o que está escrito tem que ser cumprido à risca, há o fato de serem alunos de início de curso. Com isso, esses estudantes ainda precisam de orientações muito específicas. Pode-se dizer que a compreensão desses alunos *do que é Ciências e de como se faz Ciências* ainda está muito relacionada a obediência a um método científico. Para muitos deles, o roteiro significa a segurança de estar no caminho certo, de não errar, de conseguir a nota para aprovação.

PENSAR

Conceitos:

- Força eletromotriz
- Reações de oxidação e redução (oxirredução) ✓
- Eletrodos ✓
- Eletrólitos ✓
- Célula eletroquímica ✓
- Corrente elétrica ✓
- Cátodo, ânodo ✓
- Diferença de potencial (ddp) ou força eletromotriz.

QUESTÃO FOCO:

Como fazer diferentes pilhas eletroquímicas? Como funcionar as pilhas?

FAZER

Importância (valor) do conhecimento:

Aprender a fazer uma pilha eletroquímica a partir de diferentes materiais como por exemplo cobre e zinco, zinco e prata, zinco e grafite, etc. Saber determinar o potencial de uma pilha, o que ajuda a definir qual pilha usar em determinadas situações (pilhas com mais ou menos voltagens).

Dados :

- Efeito do eletrólito:

Água destilada: 0V	- <u>Pilha de Daniell:</u>
Água torneira: 0V	Zinco e grafite sem ponte salina: 0V /com
Solução de NaCl: 0,1mV	ponte salina: 0,1mV
	Grafite e magnésio: 0,5mV
	Grafite e ferro: 0,8mV

- Pilha de Daniell com separação porosa:

Zinco e grafite: 0,4mV

Grafite e magnésio: 0,78mV

Grafite e ferro: 0,7mV

Discussão:

Na primeira parte do experimento, o objetivo era observar o efeito dos eletrólitos - água destilada, água da torneira e da solução saturada de NaCl - ao entrarem em contato com uma lâmina de zinco e uma de cobre ao mesmo tempo. No caso da água destilada e da água da torneira, obtivemos a leitura zero no voltímetro, isso significa que não houve transferência de elétrons entre os eletrodos através desses eletrólitos. Já ao realizar a leitura no voltímetro na solução saturada de NaCl observamos que houve uma reação química espontânea que gerou uma pequena corrente elétrica de aproximadamente 0,1mV. Isso implica dizer que os meios salinos proporcionam a transferência de elétrons entre diferentes metais.

A "pilha" feita na parte experimental de "efeito dos eletrólitos" é bem parecida com a pilha inventada pelo químico inglês John Frederick Daniell. Ele também utilizou como materiais o cobre e o zinco, porém, o que difere do experimento realizado, é que na pilha de Daniell os metais não estão mergulhados na mesma solução, pois cada metal se encontra mergulhado numa solução de seu íon correspondente, e as duas soluções eram separadas por uma barreira de cerâmica porosa, o

Figura 6 – Relatório V elaborado pelo aluno A6 (p. 1) para o experimento 9.

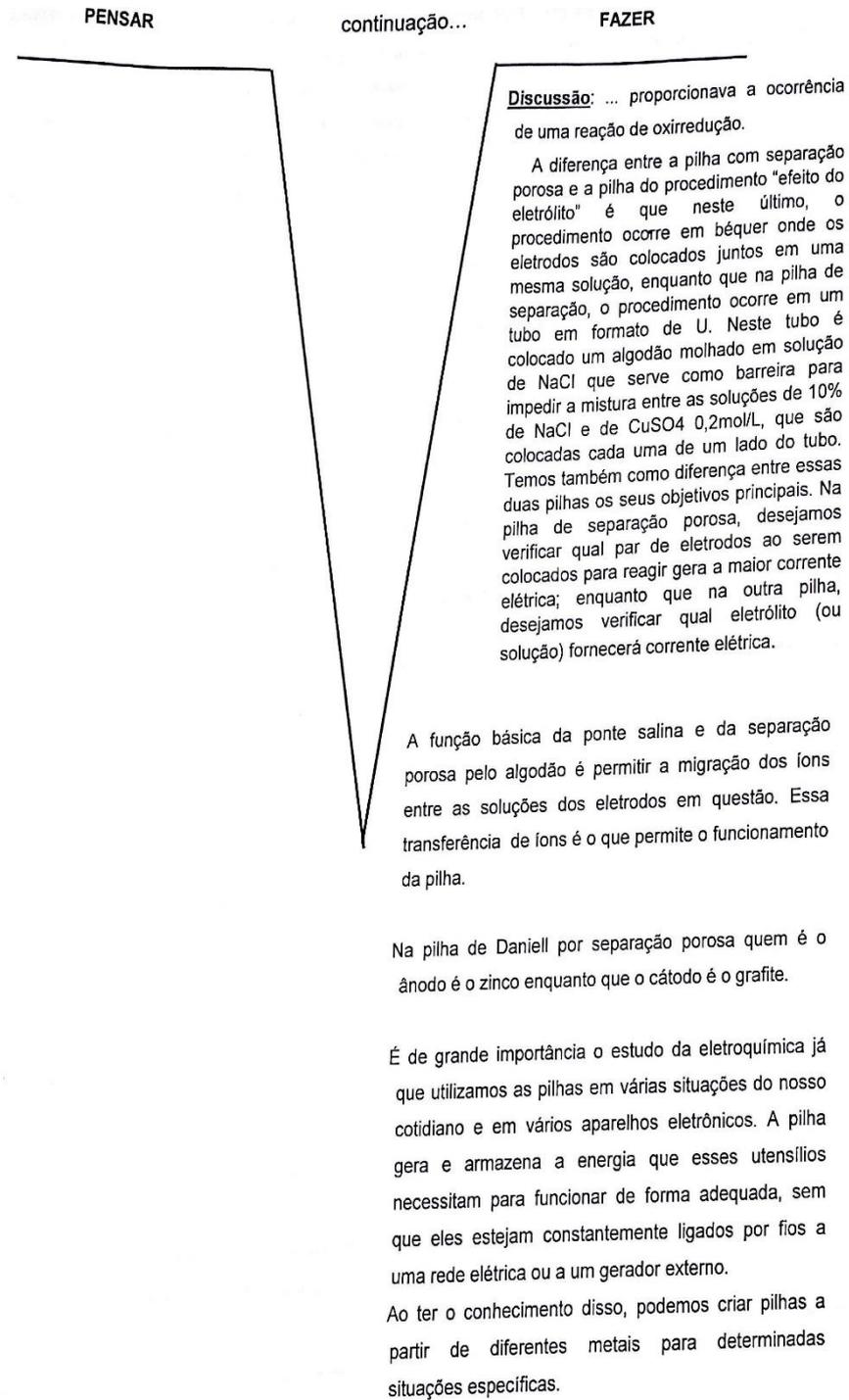


Figura 7 – Relatório V elaborado pelo aluno A6 (p. 2) para o experimento 9.

Efeito do eletrólito**Procedimentos:**

1. Limpar a superfície dos metais com palha de aço, e, em seguida, lavar com água destilada;
2. Dobre duas lâminas (uma de zinco e uma de cobre) de forma a prendê-las na parede de um Béquero, com a porção maior das lâminas voltadas para o seu interior.
3. Conecte a lâmina de zinco ao anodo (polo negativo do voltímetro) e, a de cobre ao catodo (polo positivo do voltímetro) com o auxílio de prendedores denominados "jacarés".
4. Adicione água destilada ao Béquero.
5. Efetue a leitura correspondente no voltímetro e anote.
6. Repita o procedimento substituindo a água destilada por água da torneira e, novamente, efetue a leitura correspondente no voltímetro.
7. Repita a operação acima, mas, desta vez, utilizando uma solução saturada de NaCl.

Pilha de Daniell

1. Em um béquer, coloque 20 mL de solução 10% de NaCl e, em outro, 20 mL de solução de CuSO_4 0,2 mol/L.
2. Prenda um eletrodo de zinco com o jacaré e introduza no béquer contendo a solução de cloreto de sódio.
3. Prenda um eletrodo de grafite com o jacaré e introduza no béquer contendo a solução de sulfato de cobre.
4. Conecte o eletrodo de zinco ao polo negativo do voltímetro e o eletrodo de grafite ao polo positivo, efetuando a leitura no voltímetro. Anote o valor lido.
5. Corte um papel de filtro de maneira a obter uma tira de aproximadamente 15 cm de comprimento e 1 cm de espessura.
6. Molhe a tira de papel com a solução saturada de cloreto de sódio e mergulhe suas extremidades em cada uma das semicélulas (em cada um dos béqueres).
7. Efetue a leitura no voltímetro e anote o resultado.
8. Substitua o eletrodo de zinco por um de magnésio e anote a voltagem obtida.
9. Agora, substitua por um eletrodo de ferro e anote a voltagem.

Pilha de Daniell com separação porosa

1. No fundo do tubo em U, coloque um algodão compactado e molhado com a solução 10% de NaCl, de forma a impedir a mistura dos líquidos nos dois braços do tubo. Prenda o tubo num suporte.
2. A um dos braços do tubo, adicione a solução 10% de NaCl. No outro braço, adicione a solução de CuSO_4 0,2 mol/L. Preencha o tubo em U com a solução até 2 cm da borda superior.
3. Prenda um eletrodo de zinco com o jacaré e introduza no lado que contém a solução de NaCl e, no lado que contém a solução de CuSO_4 , coloque um eletrodo de grafite conectado com o jacaré. Cuidado para que os terminais metálicos do jacaré não encostem na solução, pois, caso isso aconteça, haverá variação no potencial medido e os jacarés irão ser oxidados!
4. Substitua o eletrodo de zinco por um de magnésio e anote a voltagem obtida.
5. Agora, substitua por um eletrodo de ferro e anote a voltagem.

As soluções de NaCl podem ser descartadas na pia e as soluções de CuSO_4 deverão ser colocadas em frascos desenhados pelo técnico do laboratório para serem recuperadas.

Figura 8 – Relatório V elaborado pelo aluno A6 (p. 3) para o experimento 9.

O fato dos Procedimentos continuarem sendo uma transcrição literal do roteiro foi observado durante todo o semestre, tanto nos Diagramas pré-teste, como discutido anteriormente, quanto nos relatórios V. Através da Figura 9 percebe-se que houve muita pouca mudança nas notas atribuídas aos Procedimentos. Poderíamos ter penalizado os alunos por

terem *copiado e colado* as etapas, mas decidimos que iríamos continuar discutindo com os alunos essa questão até que eles pudessem compreender que não se trata de um único e infalível caminho a ser seguido. Acreditamos que desconstruir esse fato com os alunos levará mais tempo do que o período dessa pesquisa.

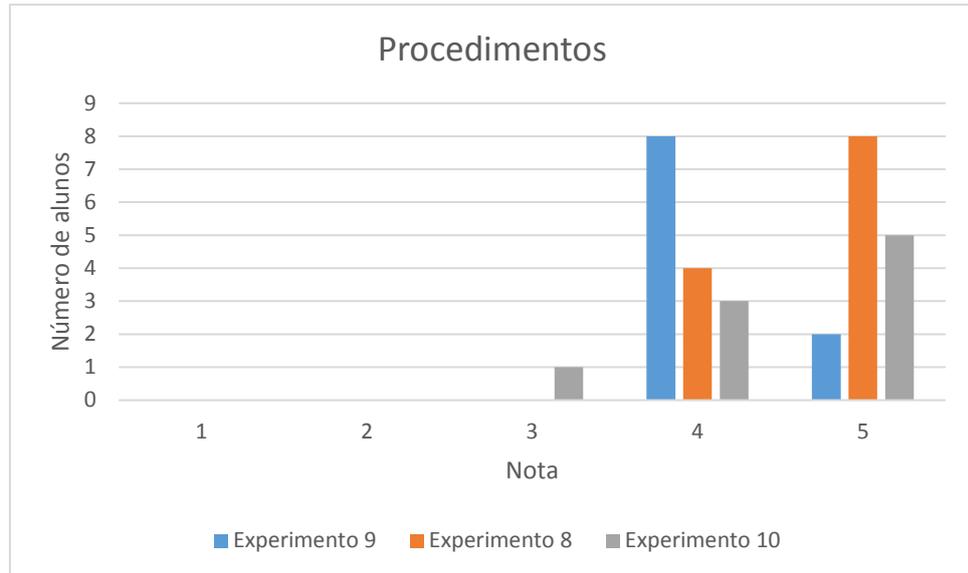


Figura 9 – Nota atribuída aos Procedimentos anotados pelos alunos nos relatórios V (a realização do experimento 9 ocorreu antes do experimento 8, em função de uma dinâmica interna do laboratório)

Os Dados foram compreendidos pela maioria dos alunos como os aspectos numéricos, desprezando as observações macroscópicas. Associamos esse comportamento dos alunos com a importância que é dada aos aspectos matemáticos em aulas de Química, colocando-os à frente da observação macroscópica qualitativa do fenômeno. Contudo, por meio da Figura 10, é visto que através do *feedback* dado ao experimento 9 com relação à essas observações, percebeu-se que os alunos compreenderam essa questão e isso pode ser visto nos experimentos 8 e 10, realizados na sequência.

Ao analisar os roteiros dos experimentos, percebemos ser comum frases como “*efetue a leitura correspondente no voltímetro e anote*” encontrada no roteiro do experimento 9 (p. 66). Isso pode acabar por orientar equivocadamente a visão do aluno, levando-o a considerar que Dados estão relacionados somente a fatores numéricos, mesmo que estes sejam antecedidos por mudanças sensoriais importantes.

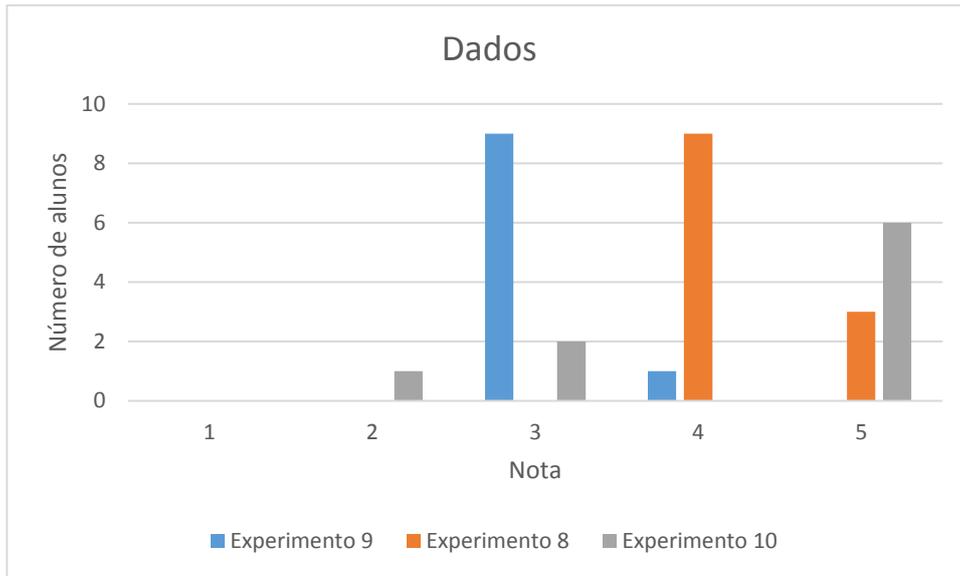


Figura 10 – Nota atribuída aos Dados anotados pelos alunos nos relatórios V (a realização do experimento 9 ocorreu antes do experimento 8, em função de uma dinâmica interna do laboratório).

A Figura 11 apresenta um outro relatório, elaborado pelo aluno A11. Esse relatório já mostra um grau de apropriação maior da ferramenta V, pois o aluno conseguiu sintetizar todas as informações mais importantes em uma só página e inseriu discussões e transformações (tabelas), mesmo que as denominando de dados. Vale ressaltar que esse estudante ainda confunde Discussão e Dados. Também é dada uma importância maior para os dados quantitativos do que para as observações macroscópicas, mesmo que a questão-foco seja respondida a partir de aspectos macroscópicos, subsidiados por valores de temperatura e concentração *versus* tempo.

Apesar ainda desses pontos, é possível notar que o aluno A11 conseguiu construir um Diagrama mais elaborado, de maior complexidade, mostrando, assim, um certo conforto ou familiaridade com a ferramenta. E ao analisar os Diagramas e os relatórios V desse aluno, observou-se uma evolução do estudante e um certo grau de entendimento, não sendo, portanto, algo pontual. Isso mostra que pode ter entendido que “se os conceitos, as teorias, os registros, as metodologias forem distintas serão outras as respostas (ou seja, o conhecimento) às perguntas-foco” (MOREIRA, 2007, p. 8). Vale ressaltar que aparece no Diagrama um item para Discussão posicionado no lado do *Pensar*. Isso pode ser um indicativo que essa etapa pode ser considerada pelo aluno A11 como o momento de associação entre o fazer e o pensar.

Quais são os fatores principais na velocidade das reações químicas e como cada um deles atua nas reações?

Conceitos:

- Cinética química
- Colisões moleculares
- Energia de ativação
- Concentração dos reagentes
- Temperatura
- Superfície de contato
- Catalisadores
- Pressão

Discussão:

Os catalisadores podem diminuir a energia de ativação de uma reação química. Isso diminui a energia necessária pra realizar o processo e diminui também o tempo de duração da reação, tornando-a mais rápida. Em cada uma das etapas, foi observado uma diferença no tempo necessário para as reações, no caso do catalizador o zinco foi consumido muito mais rapidamente do que no tubo que não possuía a presença do catalizador.

Procedimentos:

Concentração:

1. Enumere 5 tubos de ensaio de 1 a 5 e adicione, a cada um deles, 5mL de Solução I.
2. Enumere outros 5 tubos de ensaio de 1' a 5' e adicione 2mL da Solução III.
3. Ainda nos tubos de 1' a 5', adicione Solução II e água destilada.
4. Verta a solução do Tubo 1 no Tubo 1' e dispare imediatamente o cronômetro.
5. Pare o cronômetro quando a coloração azul aparecer. Anote o tempo.
6. Repita o mesmo procedimento para os tubos 2 e 2' e assim sucessivamente.
7. As soluções podem ser descartadas na pia após diluição com água da torneira.

Temperatura:

1. Prepare 4 tubos de ensaio (1 a 4), contendo 5,0mL da Solução I.
2. Em outros 4 tubos de ensaio (1' a 4'), adicione 5mL da Solução II, 2mL da Solução III e 10mL de água.
3. Coloque os dois conjuntos de tubos em banho de gelo atinja as temperaturas da Tabela 8.3.
4. Verta a solução do tubo 1' no tubo 1 e dispare imediatamente o cronômetro, anote o tempo quando mudar de cor.
5. As soluções podem ser descartadas na pia após diluição com água da torneira.

Catalisador:

1. Enumere dois tubos de ensaio e, em cada um, coloque um grânulo de zinco e 1mL de H_2SO_4 1 mol/L.
2. Adicione 2 gotas de $KMnO_4$ 0,01 mol/L a cada um dos tubos.
3. Ao tubo 2, adicione um pequeno cristal de KNO_3 .
4. Observe o que acontece nos dois tubos.
5. Descarte os resíduos ácidos no local designado pelo técnico.

Valor do conhecimento:

É importante conhecer sobre a velocidade das reações químicas pois elas determinam o tempo que cada reação necessita para se completar. É importante para saber se uma reação é extremamente rápida a ponto de causar um acidente ou se determinada reação pode ser feita na presença de um catalisador que aumente a velocidade de reação e diminua a quantidade de reagentes utilizados.

Dados:

Temperatura ($^{\circ}C$)	Tempo (s)
20	13,04
15	15,37
10	17,78
5	19,97

Esta tabela mostra que quanto menor é a temperatura em que uma reação ocorre maior o tempo que a mesma demora para se completar, isso ocorre por que uma queda na temperatura diminui o grau de agitação das moléculas e portanto menos colisões ocorrem, o que aumenta o tempo da reação.

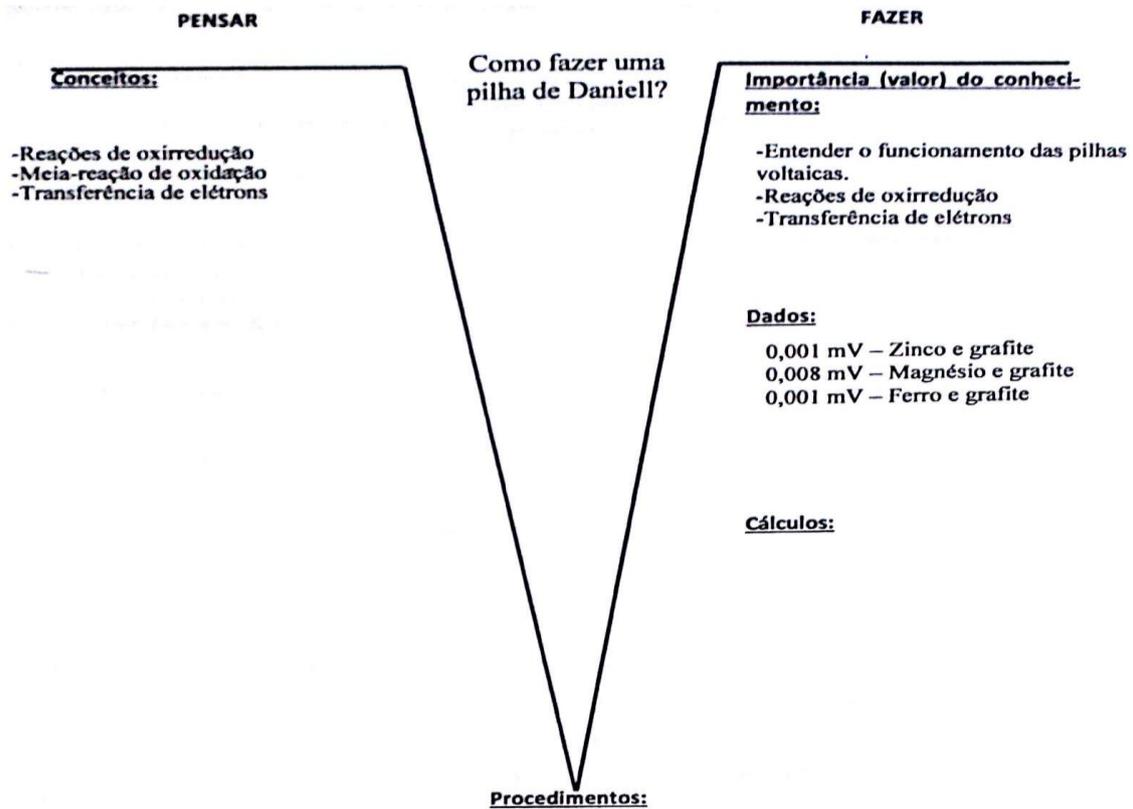
Concentração de HSO_3^-	Tempo (s)
4,5mL	3,25
3,5mL	4,56
2,5mL	6,69
1,5mL	13,75
0,5mL	63,94

Esta tabela mostra que quanto menor for a concentração dos reagentes na reação maior é o tempo necessário para terminá-la. Isso é devido que quanto menos moléculas dos reagentes estiverem presentes na reação menos colisões ocorrerão aumentando assim o tempo da reação.

Figura 11 – Relatório V elaborado pelo aluno A11 para o experimento 8.

As Figuras 12 e 13 são relativas a um Diagrama V – pré-teste e relatório de um mesmo aluno (A1) para um mesmo experimento. Isso significa que no início da aula o aluno tinha um V (Figura 12) com os elementos que ele deu conta de compreender a partir da leitura do roteiro e outro Diagrama V (Figura 13) entregue como relatório. Comparando-se os Diagramas observamos que os Dados continuam os mesmos, não havendo um registro das observações macroscópicas. Já os Conceitos e o Valor, para o relatório V, são mais completos, mostrando que o período dedicado a realização do experimento suscitou reflexões importantes para compreensão do fazer e do pensar. No segundo Diagrama o aluno inseriu Princípios e Discussões, modificando a estrutura do Diagrama. É possível perceber um equívoco conceitual,

quando ele identifica a ponte salina como sendo eletrólito, desconsiderando assim a solução de NaCl e CuSO₄.



Pilha de Daniell

1. Lavar as vidrarias
2. As tiras de metais devem ser limpas (limpe a superfície com palha de aço, e, em seguida, lave-as com água destilada)
3. Em um béquer, coloque 20 mL de solução 10% de NaCl e, em outro, 20 mL de solução de CuSO₄ 0,2 mol/L
4. Prenda um eletrodo de zinco com o jacaré e introduza no béquer contendo a solução de cloreto de sódio.
5. Prenda um eletrodo de grafite com o jacaré e introduza no béquer contendo a solução de sulfato de cobre.
6. Conecte o eletrodo de zinco ao polo negativo do voltímetro e o eletrodo de grafite ao polo positivo, efetuando a leitura no voltímetro. Anote o valor lido.
7. Corte um papel de filtro de maneira a obter uma tira de aproximadamente 15 cm de comprimento e 1 cm de espessura.
8. Molhe a tira de papel com a solução saturada de cloreto de sódio e mergulhe suas extremidades em cada uma das semicélulas (em cada um dos béqueres).
9. Efetue a leitura no voltímetro e anote o resultado.
10. Substitua o eletrodo de zinco por um de magnésio e anote a voltagem obtida.
11. Agora, substitua por um eletrodo de ferro e anote a voltagem.
12. Descarte das soluções de NaCl na pia e CuSO₄ em local indicado pelo professor.

Figura 12 – Diagrama elaborado pelo aluno A1 para o experimento 9.

Pensar	Como preparar uma pilha de Daniell?	Fazer
<p>Conceitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Pilha -Oxidação e redução -Transferência de elétrons -Catodo e ânodo -meias-reações -DDP <p>Princípios:</p> <p>As pilhas são sempre formadas por dois eletrodos e um eletrólito. O eletrodo positivo é chamado de cátodo e é onde ocorre a reação de redução. Já o eletrodo negativo é o ânodo e é onde ocorre a reação de oxidação. O eletrólito é também chamado de ponte salina e é a solução condutora de íons. No eletrodo de zinco ocorre:</p> $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ <p>No béquer que contém o eletrodo de cobre, temos $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ presente, este, se deposita no eletrodo de grafite que está recebendo os elétrons vindos do eletrodo de zinco.</p> $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}^0_{(s)}$		<p>Valor do conhecimento:</p> <p>É importante entender que a pilha é um dispositivo em que ocorre uma espontânea a de oxirredução que gera uma corrente elétrica, que, por sua vez é aproveitada para fazer algum equipamento funcionar</p> <p>Discussão:</p> <p>Inicialmente não ouve leitura no aparelho. O motivo para tanto é a falta de uma ponte salina, que proporcionaria o fluxo de elétrons entre as soluções, equilibrando-as e então permitindo que os elétrons partam do eletrodo de zinco até o eletrodo de grafite por meio do circuito externo. Foi então cortada uma tira de papel embebida em solução saturada de cloreto de sódio, e em seguida inserida com suas extremidades ligando as duas soluções. Foi então observado presença de corrente elétrica.</p> <p>Cálculos:</p> <p>Dados:</p> <p>Valores medidos no multímetro 0,001 V – Zinco 0,008 V – Magnésio 0,007 V – Ferro</p>
<p>Procedimentos:</p> <p>9.4.2. Pilha de Daniell</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Em um béquer, coloque 20 mL de solução 10% de NaCl e, em outro, 20 mL de solução de CuSO_4, 0,2 mol/L. 2. Prenda um eletrodo de zinco com o jacaré e introduza no béquer contendo a solução de cloreto de sódio. 3. Prenda um eletrodo de grafite com o jacaré e introduza no béquer contendo a solução de sulfato de cobre. 4. Conecte o eletrodo de zinco ao polo negativo do voltímetro e o eletrodo de grafite ao polo positivo, efetuando a leitura no voltímetro. Anote o valor lido. 5. Corte um papel de filtro de maneira a obter uma tira de aproximadamente 15 cm de comprimento e 1 cm de espessura. 6. Molhe a tira de papel com a solução saturada de cloreto de sódio e mergulhe suas extremidades em cada uma das semicélulas (em cada um dos béqueres). 7. Efetue a leitura no voltímetro e anote o resultado. 8. Substitua o eletrodo de zinco por um de magnésio e anote a voltagem obtida. 9. Agora, substitua por um eletrodo de ferro e anote a voltagem. 		

Figura 13 – Relatório V elaborado pelo aluno A1 para o experimento 9.

Quanto à questão do Valor do Conhecimento, mesmo observando uma evolução no texto do aluno A1, já era esperado que houvesse alguma dificuldade, pois, associar o conhecimento a aplicações não é algo simples para os alunos.

Esperávamos de forma geral que para o experimento 9, as notas relativas ao Valor do Conhecimento fossem mais altas, já que as pilhas fazem parte de nosso cotidiano com aplicações diversas. Porém, é observado que o roteiro não ressalta o uso comum das pilhas.

Com isso, alguns alunos consultaram outros materiais didáticos para explorarem essa questão de aplicação. O mesmo foi observado no roteiro do experimento 8.

Observando-se a Figura 14, percebe-se que para o experimento 10, os estudantes obtiveram boas notas, mostrando que, apesar de ser um assunto em que não se tem muita compreensão, eles compreendem as aplicações desse conhecimento constantes no roteiro.

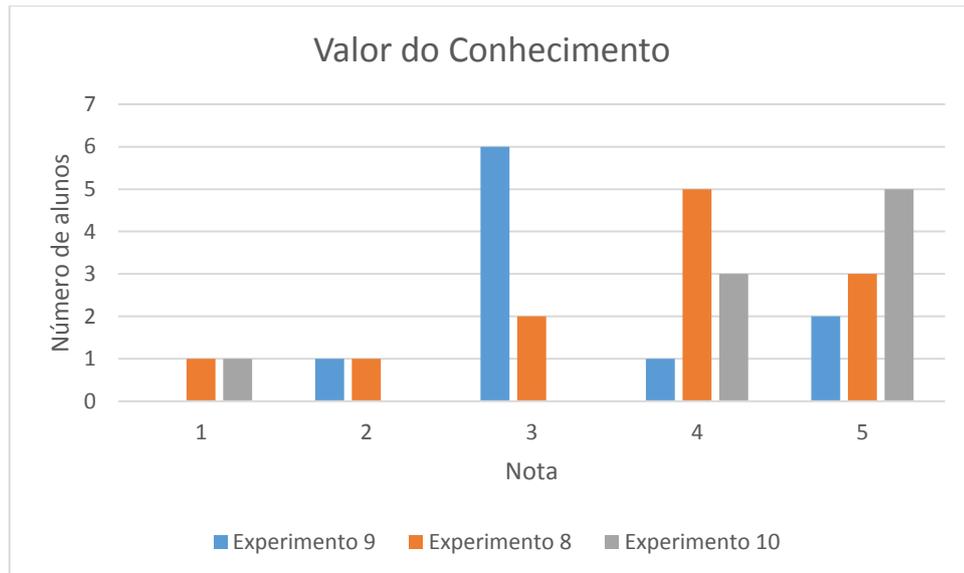


Figura 14 – Nota atribuída ao Valor do Conhecimento anotados pelos alunos nos relatórios V (a realização do experimento 9 ocorreu antes do experimento 8, em função de uma dinâmica interna do laboratório).

Analisando o roteiro do experimento 10, percebe-se que consta no texto possíveis aplicações do conteúdo abordado, como nas frases: “*Muitas substâncias, como o cloro e o alumínio, são produzidas por eletrólise*” (p. 69), “*A eletrólise representa um valioso método produtivo no laboratório e na indústria. O processo eletrolítico industrial mais importante é a produção de soda cáustica (hidróxido de sódio) e cloro (...). Os metais alumínio, magnésio, cálcio e potássio são produzidos exclusivamente pela eletrólise de sais fundidos*” (p. 70). É importante chamar atenção para o equívoco da informação contida no roteiro que afirma a formação da substância cloro, sem mencionar que se trata do gás diatômico cloro (Cl_2).

Para finalizar esse item, apresentamos na Figura 15 uma comparação entre as notas para os três últimos experimentos. O posicionamento dessas notas nos leva a perceber uma evolução dos alunos nos relatórios em forma de V para os últimos três experimentos do semestre letivo.

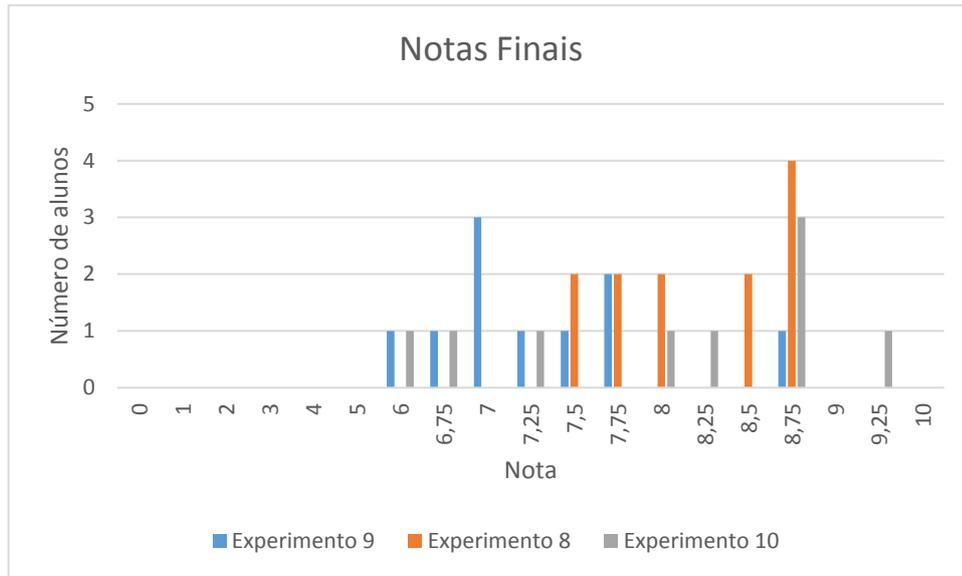


Figura 15 – Nota Final para o relatório V dos três últimos experimentos.

Os resultados observados ao longo desse item são consequência de um trabalho de individual com cada aluno e mostra que ele dá um resultado positivo. Para que isso aconteça “o diagrama V deverá ser “negociado”, discutido, reconstruído. Nesse processo, a interação social e o papel (...) do professor são fundamentais” (MOREIRA, 2007, p.8). Mesmo observando evolução dos participantes, a apropriação da ferramenta V ainda demanda dedicação e atenção por parte dos alunos.

O processo de troca sobre o Diagrama V com os alunos foi intensa e só foi possível perceber o impacto disso quando colocamos os dados em gráficos. Foi surpreendente perceber que as impressões qualitativas, de considerarmos que alguns alunos se esforçavam na elaboração do V, seriam corroboradas com as notas dos relatórios.

A seguir discutiremos a análise dos alunos da vivência com o Diagrama V.

3.3. O aluno e sua experiência com o Diagrama V

Para a análise geral dos dados, dividiu-se as perguntas contidas no questionário em 3 grupos, apresentados nas Figuras 16, 17 e 18. O objetivo da separação desses quadros é apresentar uma síntese final dos dados. Nesta parte, foram utilizadas as transcrições literais das respostas dadas pelos alunos sobre o Diagrama V.

A Figura 16 traz uma opinião pessoal dos alunos sobre a elaboração do Diagrama V seja como pré-teste seja como relatório.

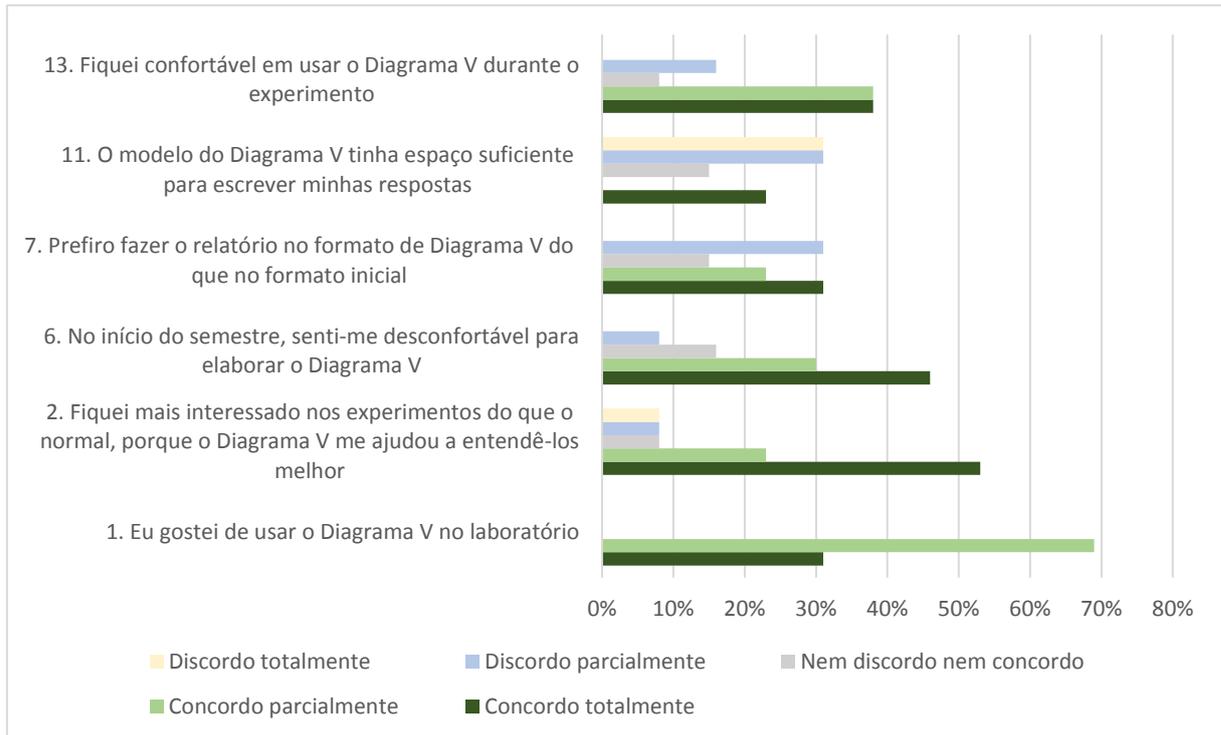


Figura 16 – Opinião dos alunos sobre o Diagrama V

De forma geral, os alunos gostaram da experiência com o Diagrama V. Apesar de terem gostado, o Diagrama não foi um aspecto motivador para, pelo menos, 16% dos alunos (Item 2), sendo que 8% discordaram totalmente, 8% discordaram parcialmente.

Quanto ao desconforto (Item 6) causado pela introdução do novo instrumento de análise, 77% dos alunos confirmaram o que já era esperado, isso é, afirmaram concordar totalmente (47%) ou parcialmente (30%). O Diagrama, inicialmente, é algo complicado de se entender e usar. Nas perguntas abertas (Apêndice 4), 46% disse ter levado 3 semanas para se adequarem ao uso do V. Porém, o aluno A8 não respondeu quantas semanas foram necessárias para se sentir confortável na elaboração do Diagrama, mas comentou: “*Não me sinto tão confortável por saber se falta algo/ou se está errado (dado no cálculo e vice-versa)*”.

Em relação ao relatório em formato de Diagrama V, os alunos só tiveram que entregar o relatório na forma de V para os três últimos experimentos. Então, era esperado que houvesse certa rejeição a um novo modelo de relatório, visto que 46% adotaram o novo modelo (Item 7), sendo que 23% concordaram totalmente e 23% parcialmente. Em uma das respostas do alunos dada à questão aberta 5, que se refere às mudanças dos alunos quanto à forma de agir no laboratório e/ou da compreensão dos experimentos, o aluno A10 respondeu: “*O diagrama V e o relatório V possibilitou realmente aprender, sem ter que se preocupar com formalidades de*

relatórios e regras ABNT.” A afirmação mostra que esse aluno não compreende totalmente, ainda, o sentido do Diagrama. Ao fazer os relatórios convencionais, pode ser que o aluno se preocupava mais com a formalização da linguagem científica do que com o seu aprendizado.

É importante saber como foi a relação dos estudantes com o Diagrama, isso porque “é preciso que o educador descubra as formas mais adequadas de trabalho com o seu grupo” (MELLO, 2004, p. 152). Tal conhecimento é relevante pois vai ajudar a entender como o aprendiz interage não só com o V, mas com o professor/tutor. Esse conhecimento mostra-nos como o aluno pensa, expõe também seus conhecimentos prévios, o que ele traz na sua matriz cognitiva, o que precisa para evoluir. O importante é colocar o estudante como protagonista de seu aprendizado. Através do que ouvimos dos alunos, é possível fazer as devidas adequações para que a atividade faça algum sentido para aqueles que estão empenhados na busca do conhecimento. Além da opinião dos estudantes, é fundamental saber como eles próprios enxergam suas habilidades desenvolvidas ao longo da pesquisa.

A Figura 17 apresenta a opinião dos alunos acerca de suas habilidades para a compreensão dos elementos que constituem o Diagrama V.

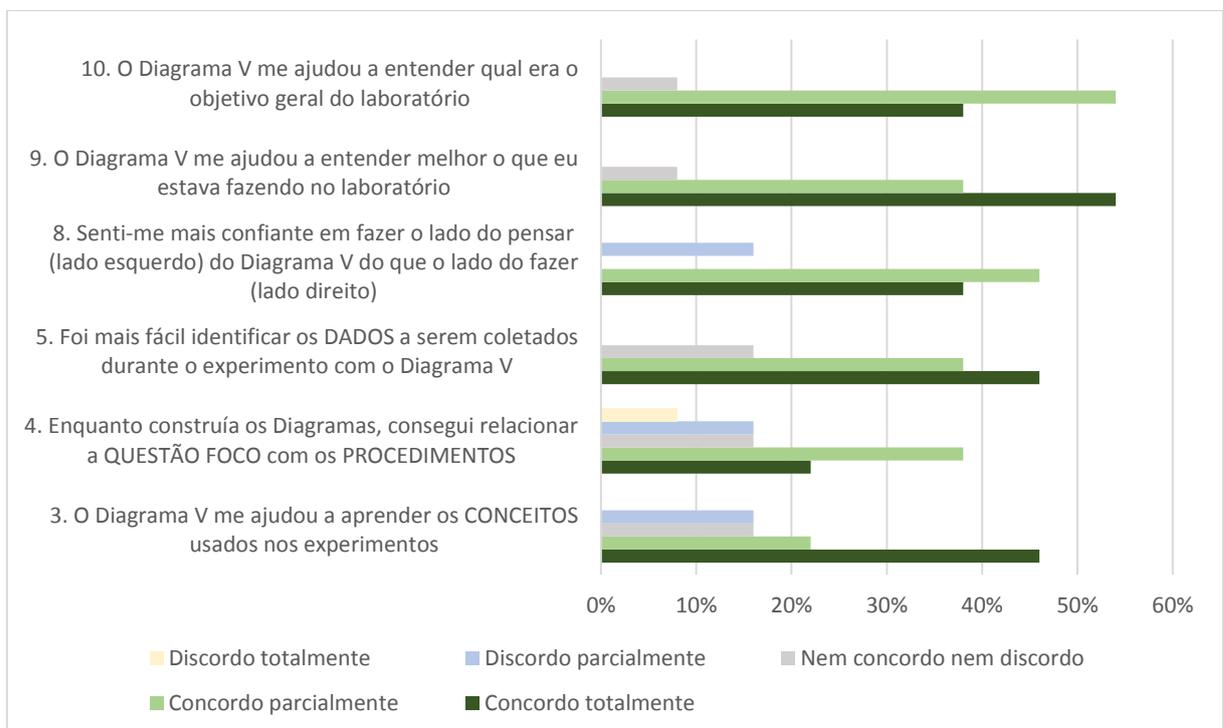


Figura 17 – Habilidades dos alunos para compreensão dos elementos constituintes do V.

Levando em consideração que a maioria dos alunos participantes são do 1º semestre do curso de Licenciatura em Química e que não fizeram, ainda, disciplinas teóricas referentes aos

conceitos explorados nos experimentos, é compreensível que 31% tenha tido dificuldades em relação aos conceitos a serem utilizados nos experimentos. Isso significa que o Diagrama não necessariamente ajuda no aprendizado dos conceitos, a menos que haja um esforço pessoal do aluno. Os alunos A6 e A13 responderam que não concordam que o Diagrama V tenha ajudado a aprender os conceitos necessários aos experimentos, isso talvez porque tenham auferido notas boas nesse item do V. Vale ressaltar que na elaboração do Diagrama, os alunos não deveriam explicar os conceitos relacionados aos experimentos, mas o fato de citarem, já é um indicativo que conseguem identifica-los, o que pode significar algum conhecimento. Daí, precisamos conhecer se o quanto eles sabem é suficiente para explicar os fenômenos que estudaram no laboratório.

Não houve um consenso entre os alunos quanto a relação da Questão Foco com os Procedimentos, o que está de acordo com as observações que realizei ao corrigir os Diagramas. Alguns alunos, como exemplo A7 e A9, elaboravam uma Questão Foco geral ao experimento, porém apenas uma etapa era abordada nos Procedimentos, não havendo assim, uma relação completa entre os dois itens.

Isso também foi observado com a análise das respostas dadas à questão 2, em que se perguntou o que os alunos entendiam por Questão Foco. Somente o aluno A16 conseguiu compreender que a Questão Foco é o que relaciona todo o experimento. A resposta dele foi: *“Questão que leva a pensar no experimento como um todo.”* Muitos trouxeram que a Questão Foco é o objetivo principal do experimento. Isso é visto tanto nas correções dos Diagramas quanto nas respostas dos alunos, em que colocaram que a Questão Foco é: A12: *“o objetivo a ser atingido, sobre o assunto abordado no experimento”*; A11: *“o objetivo primordial do experimento”*; A10: *“a questão foco é o objetivo principal ao se obter resposta no que está no diagrama V”*; A9: *“objetivo final do experimento.”*

Apesar dos alunos terem marcado preponderantemente o lado esquerdo da Pesquisa em relação à identificação dos Dados, podemos dizer, através da correção dos Diagramas, que eles tiveram certa dificuldade durante o semestre em saber o que seriam os dados a coletar. Também durante as aulas, muitos perguntavam o que deveriam colocar nos Dados. Isso ficou mais evidente quando os Dados continham observações macroscópicas e aspectos numéricos, em que os alunos pontuavam apenas o segundo tipo, como já discutido anteriormente.

Nesse ponto, o mais importante foi observar se o quanto os alunos estavam fazendo a conexão entre o lado do pensar com o lado do fazer através da Questão Foco. Isso porque:

Nenhum dos dois lados do Vê implica linearidade. Tanto a metodologia como a conceituação não são processos lineares. O processo de produção do conhecimento não é linear como sugere a descrição do “método científico” encontrada em muitos livros de texto e ciências. O importante é a ideia de interação entre o pensar (domínio conceitual) e o fazer (domínio metodológico). (MOREIRA, 2006, p. 72).

Compreender isso, ajuda o aluno a entender que o conhecimento humano é construído e que o seu próprio conhecimento se dá através de um processo que depende também de um esforço pessoal. Mais do que construir o V, o estudante deve compreender que essa é uma ferramenta que pode auxiliar o seu processo ensino-aprendizagem. Para isso, deve compreender como seus elementos estão relacionados. Em posse dessa informação, o professor/tutor pode interagir com o aluno de modo que o auxilie nessa compreensão, como foi feito ao longo do semestre durante essa pesquisa.

Como visto anteriormente, a interação professor/tutor-aluno é primordial para o processo de aprendizagem. Assim, a Figura 18 traz a opinião dos alunos sobre a relação da pesquisadora quanto ao seu papel para a melhor compreensão do Diagrama.

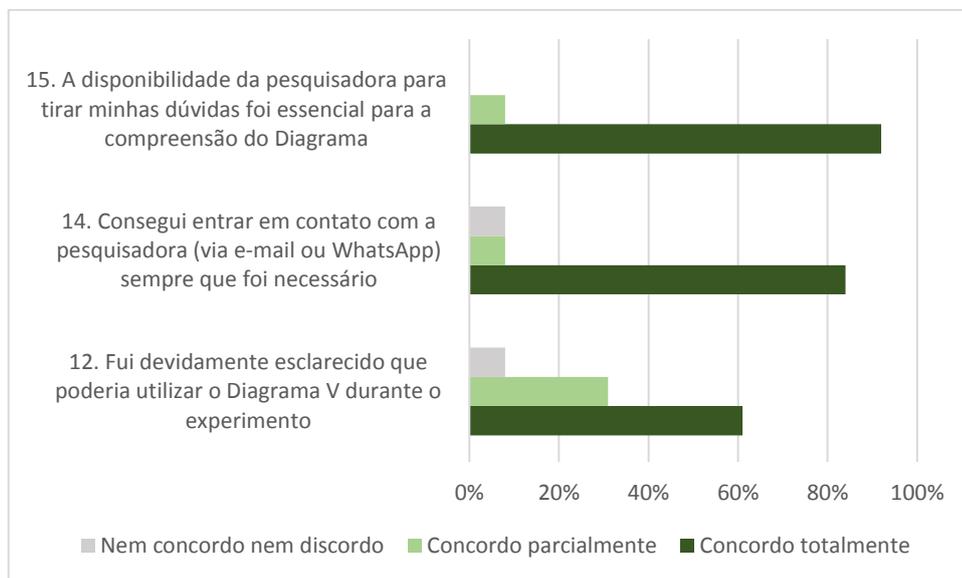


Figura 18 – Relação dos alunos com a pesquisadora.

Apesar dos alunos terem sido orientados que poderiam utilizar o Diagrama durante os experimentos, era muito comum ver que os estudantes ainda utilizavam o roteiro para saber o que deveriam fazer, mesmo aqueles que fizeram a transcrição literal dos procedimentos contidos nos roteiros. Também observei que os alunos deixavam para completar os Dados do Diagrama ao fim das práticas.

Durante todo o semestre, alguns alunos entraram em contato comigo através de e-mails e WhatsApp para tirarem dúvidas. Ao todo foram trocados 40 e-mails e 71 mensagens de WhatsApp com os estudantes. Nos e-mails também constam as perguntas norteadoras que foram utilizadas na elaboração dos relatórios V.

Essa interação foi importante durante todo o processo pois, dessa forma, foi possível identificar a “qualidade das relações que os estudantes estabelecem entre o conhecimento que possuem e aquilo que executam” (MENDONÇA; CORDEIRO; KIILL, 2014, p. 1250). Isso pois, de nada vale tudo o que foi levantando até agora, se o professor/tutor não tiver disposição para que os alunos possam interagir e assim evoluir no seu processo ensino-aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo dessa pesquisa foi o de investigar: Como se dá o processo de apropriação da ferramenta V de Gowin pelos alunos do Laboratório de Química Fundamental (LQF) e o desenvolvimento da sistematização de conhecimento por eles? E qual a opinião dos estudantes sobre o uso do Diagrama V de Gowin nas aulas de LQF? O Diagrama V foi proposto devido à dificuldade que os alunos têm de relacionar a teoria e a prática dentro durante uma atividade de laboratório. Dentre aspectos que atrapalham essa relação está o pensamento de que a prática comprova a teoria.

Ao final da pesquisa destacamos alguns aspectos que consideramos responderem os questionamentos que estabelecemos. São eles:

- O Diagrama V é uma ferramenta complexa, assim como dito por Gowin (2005), cuja o uso tutorado pode levar ao aprimoramento;
- Sem a devolutiva da atividade, esse aprimoramento seria muito lento ou inexistente, assim, o acompanhamento do tutor/professor é essencial;
- Foi percebido um avanço no uso do V, porém podemos dizer que os estudantes ainda estão em processo de apropriação da ferramenta;
- Deve haver um esforço do aluno para compreensão do V e a conseqüente conexão entre o pensar e o fazer;
- A continuidade do uso do V poderá contribuir para compreensão da ferramenta e também na melhora do processo ensino-aprendizagem;
- O V auxilia o aluno no processo ensino-aprendizagem, pois o desafia a organizar, sistematizar e explicitar sua forma de pensar, e a partir disso favorece a tomada de decisão sobre o que precisa ser feito para aprofundar o aprendizado.
- Há uma necessidade de mudanças nos roteiros, pois muitos deles acabam por direcionar a visão do aluno, interferindo em alguns resultados.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- CAPELLETTO, E. O Vê de Gowin conectando teoria e experimentação em Física Geral: questões didáticas, metodológicas e epistemológicas relevantes ao processo, Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – IF – UFRGS, (2009).
- GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A Natureza Pedagógica da Experimentação: uma Pesquisa na Licenciatura em Química. *Química Nova*, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.
- GOWIN, D. B.; ALVAREZ, M. C. The art of educating with V diagrams. New York: Cambridge University Press, 2005.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.
- MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. *Química Nova*, v. 22, n. 2, p. 289-292, 1999.
- MELLO, S. A. A Escola de Vygotsky. In: CARRARA, K. (Org.). Introdução à Psicologia da Educação: Seis Abordagens. São Paulo: Avercamp, 2004. Cap. 5.
- MENDONÇA, M. F. C.; CORDEIRO, M. R.; KIIL, 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.
- MONTEYNE, K.; CRACOLICE, M. What's Wrong with Cookbooks? A Reply to Ault. *Journal of Chemical Education*. V. 81, n. 11, p. 1559-1560, Nov. 2004.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e diagramas V. Porto Alegre: Ed. do Autor, 2006.
- MOREIRA, M. A. Diagramas V e a aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 6, n. 2, p. 3-12, 2007.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender a aprender. New York: Cambridge University Press, 1984.
- PLATOVA, E.; WALPUSKI, M. Improvement and evaluation of laboratory work for first-semester teacher-students. University of Duisburg-Essen, Germany.
- SANTOS, S. C. O processo de ensino-aprendizagem e a relação professor-aluno: aplicação dos “sete princípios para a boa prática na educação de ensino superior”. *Caderno de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 69-82, Jan. /Mar. 2001.

SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. Em aberto, Brasília, Ano 11, n. 55, Jul. /Set. 1992.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 1, Mai. 1995.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Unijuí, 2010. Cap. 9.

SILVA, L. H. A., ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

ZANON, L. B.; UHMANN, R. I. M. O desafio de inserir a experimentação no ensino de ciências e entender a sua função pedagógica. In: XVI Encontro de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), Salvador, 2012.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Lista dos experimentos realizados durante o semestre

- Experimento 1: Medidas de massa e volume; calibração e erro;
- Experimento 2: Preparo e diluição de soluções;
- Experimento 3: Padronização de soluções;
- Experimento 4: Síntese do Ácido Acetilsalicílico (AAS);
- Experimento 5: Calorimetria;
- Experimento 6: Equilíbrio Químico;
- Experimento 7: Ácidos e Bases: medidas de pH;
- Experimento 8: Cinética Química – Velocidade de Reações Químicas;
- Experimento 9: Eletroquímica: Pilhas;
- Experimento 10: Eletroquímica: Processos Eletrolíticos;

Apêndice 2 – Material de apoio para a elaboração dos Diagramas

DIAGRAMA V

O Diagrama V é um instrumento que ajuda a organizar ideias sobre uma atividade experimental e, com isso, pode nos auxiliar a acompanhar o próprio processo de aprendizagem. O uso de Diagrama V nos permite fazer conexão entre o que já sabemos e a nova informação que será estudada, sendo, portanto, um instrumento que ajuda o antes, o durante e o depois de uma aula de laboratório. Para isso é necessário entender e aprender como construir e usar um Diagrama V. Se o aluno conseguir responder as questões a seguir sobre o experimento, estará no caminho para entender o V.

1. Qual é a **questão** principal ou o problema que você está tentando resolver na aula de laboratório?
2. A quais **procedimentos** a questão está relacionada?
3. Quais são os **conceitos** científicos importantes envolvidos para entender o fenômeno que se deseja estudar? Quais teorias ajudam a explicar o fenômeno?
4. O que você irá **medir (dados a coletar)** e terá que **observar** durante o experimento?
5. Como você pode **apresentar resumidamente os resultados**?
(Os resultados podem ser organizados em tabelas, gráficos, quadros, esquemas ou mesmo um texto.)
6. Que **considerações** ou **conclusões** você pode tirar desse experimento? Como pode utilizar o conhecimento relacionado ao experimento?
7. Qual a **importância** ou o **valor** do conhecimento aprendido no experimento realizado?

Essas questões seguem uma ordem necessária para construir um Diagrama V. Começa com a questão principal, seguindo para os procedimentos, continua através dos conceitos e teorias, passando pelos dados, indo para as **considerações finais** sobre o experimento e, finalmente, para a importância desse conhecimento.

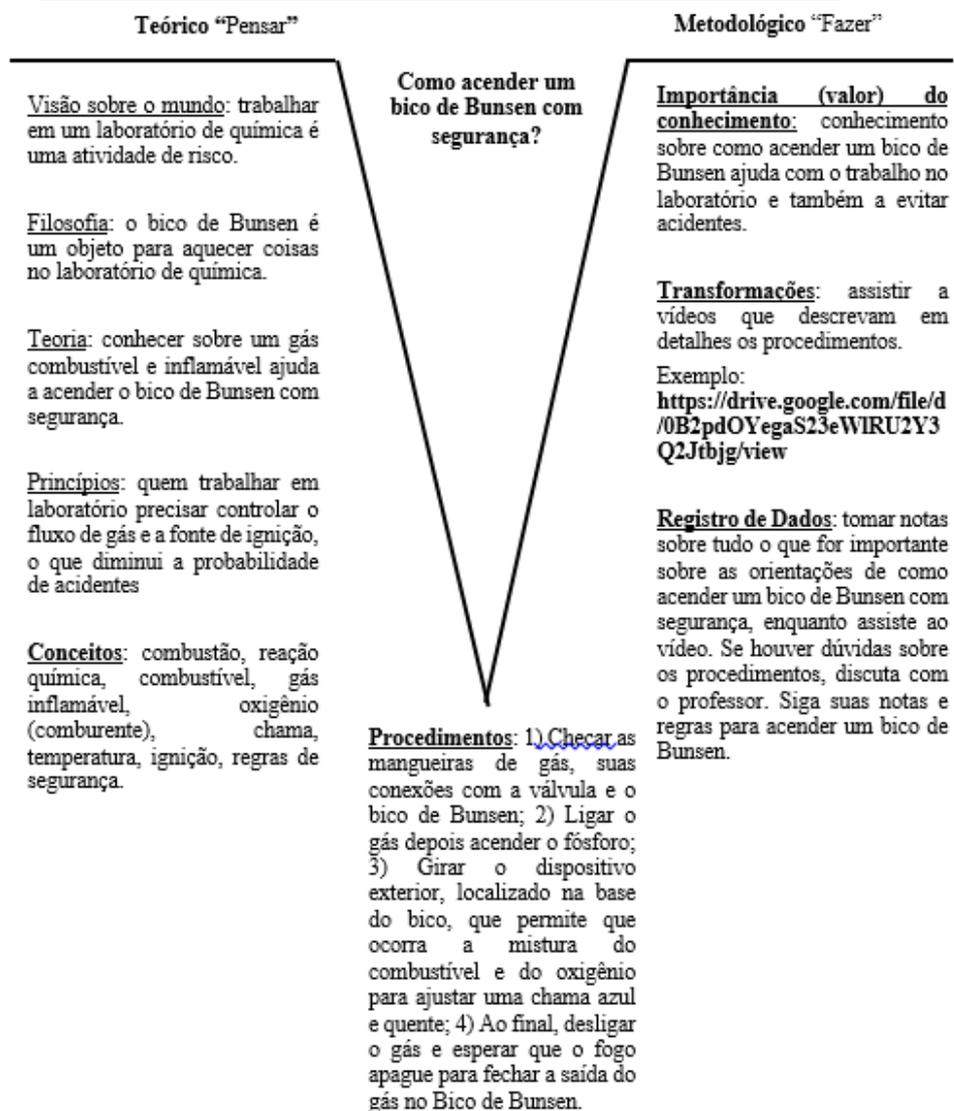
O Diagrama V é dividido em 4 regiões:

1. Na ponta inferior do V, deve-se descrever os procedimentos.
2. No centro do V, coloca-se a questão principal. Essa pergunta deve ser respondida no experimento.

3. No lado esquerdo do diagrama V corresponde ao “pensar”. Se refere à teoria e aos conceitos que serão necessários para compreender o experimento.
4. O lado direito do diagrama V refere-se ao “fazer”. Corresponde o caminho metodológico a ser seguido para se conseguir responder à questão principal. Nesse lado, deve constar as observações realizadas, os dados coletados, as transformações e os cálculos. Nesse lado, também deve-se inserir algo sobre a importância da pesquisa.

Ambos os lados (direito e esquerdo) interagem ativamente um com o outro através da questão principal, que está diretamente relacionada com os procedimentos. A seguir apresentamos um exemplo de um diagrama V (como criado pelo Prof. Gowin) sobre a atividade experimental de como acender com segurança um bico de Bunsen.

Exemplo 1: Acendendo um Bico de Bunsen com segurança



PROPOSTA DE TRABALHO

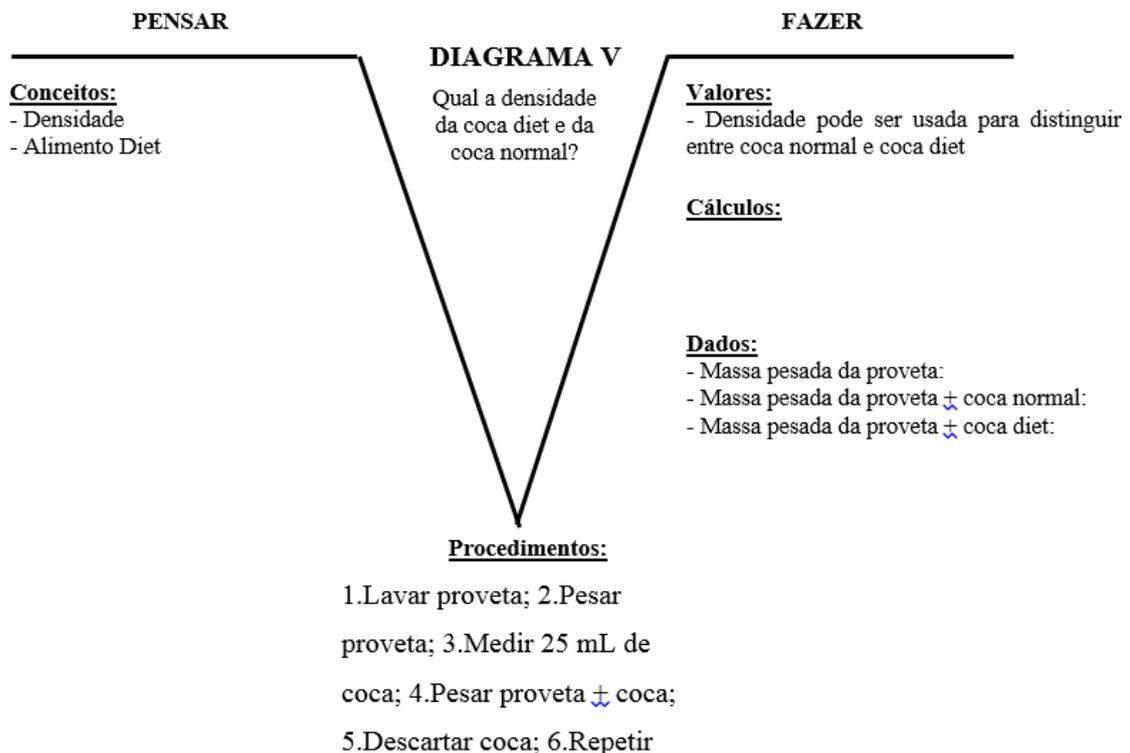
Para cada experimento, os alunos devem construir um diagrama. Esse deverá ser entregue na aula posterior de realização do experimento. Uma semana depois, o diagrama será devolvido com anotações e a pontuação global. Caso haja dúvida, os alunos podem solicitar explicações.

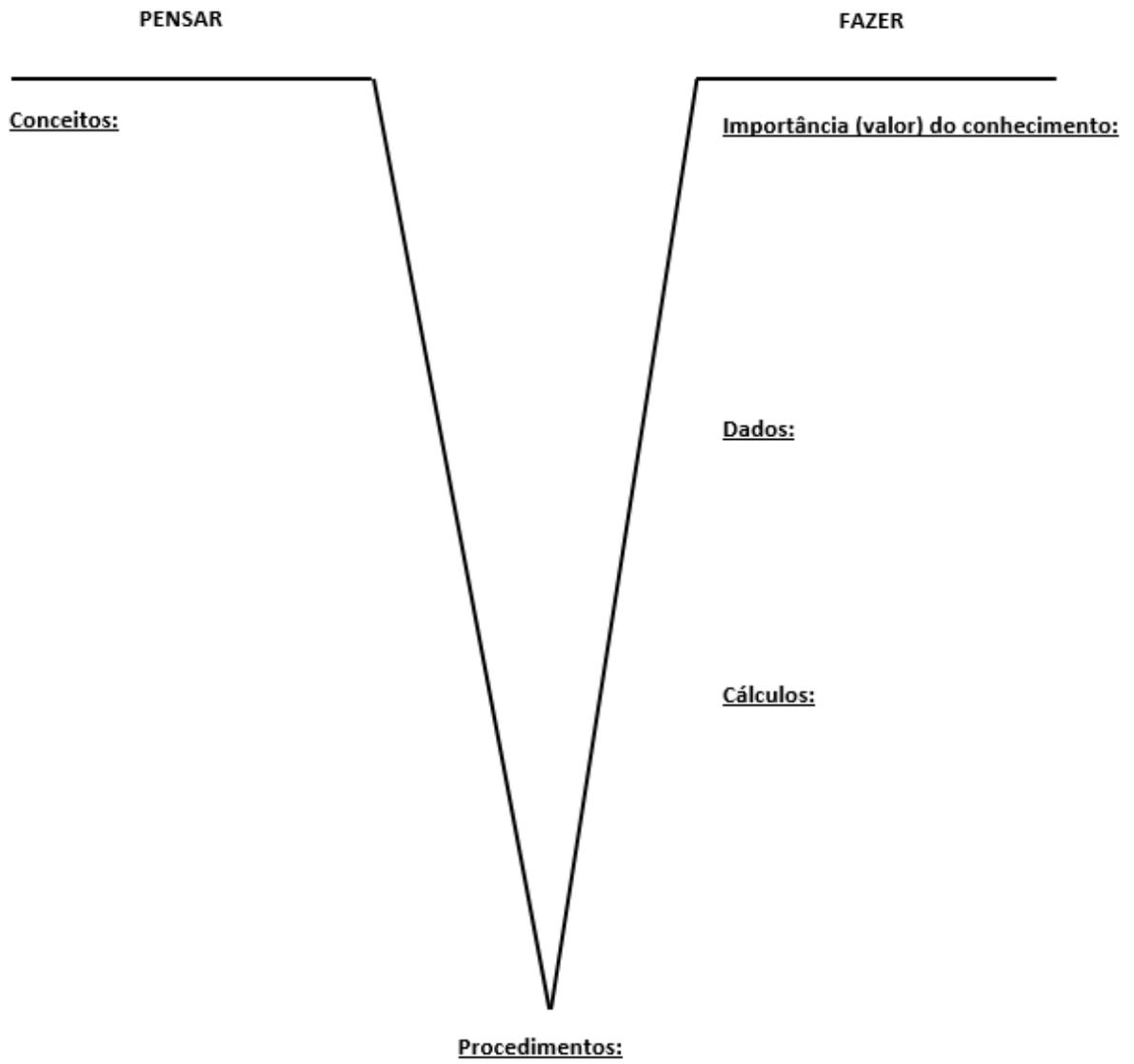
Como acordado com o Prof., **a pontuação recebida na correção do Diagrama V irá substituir a nota das perguntas que são comumente feitas antes do início do experimento (pré-teste).**

O modelo do Diagrama V que iremos construir na disciplina Laboratório de Química Fundamental se baseia no modelo abaixo (exemplo 2), ou seja, somente com 6 itens: **questão principal, conceitos, importância (valor) do conhecimento, procedimentos, dados e cálculos (quando necessário).** Abaixo, há também um modelo em branco.

Para a construção, sugere-se que o aluno responda as 7 perguntas do início do texto. Depois de responder essas 7 questões, represente o evento no Diagrama V com apenas 6 componentes: **questão principal, conceitos, importância (valor) do conhecimento, procedimentos, dados e cálculos (quando necessário).**

Exemplo 2: Determinação da densidade de coca diet e coca normal





Exemplo 3: Preparação e diluição de uma solução de NaOH

PENSAR

Conceitos:

- Soluto
- Solvente
- Ácido
- Base
- Dissolução
- Diluição
- Concentração

Os conceitos são aqueles necessários conhecer antes do experimento. Não é necessário saber conceito de vidrarias, de materiais. Essa é a parte teórica do diagrama. O que de teoria eu preciso conhecer para realizar e compreender o experimento?

DIAGRAMA V

Questão foco:

Como preparar uma solução de NaOH 1,0 mol/L?

Como diluir uma solução de NaOH 1,0 mol/L para 0,1 mol/L?

A questão é o que dá início ao experimento. É o que eu quero descobrir. Vai nortear todo o resto. Tudo está ligado à questão.

FAZER

Valor do conhecimento:

- Diluir uma solução que está com uma concentração muito elevada.
 - Preparar soluções que precisem ser utilizadas em algum laboratório
 - Diluir um medicamento que precise ser utilizado em uma concentração menor
 - Preparar ou diluir um produto que precise ser utilizado (ex: produto de limpeza, soro)
- Por que é importante saber preparar uma solução e/ou diluir uma solução?

Dados:

- Massa de NaOH = 3,98 g
- Volume de NaOH = 25,1 mL

Os dados são aqueles coletados durante o experimento. Qual foi a massa de NaOH pesada? O volume de NaOH pipetado?

Cálculos:

- Massa de NaOH: $M = m/MM.V$
 $1,0 \text{ mol/L} = m/(40 \text{ g/mol} \times 0,1 \text{ L}) \rightarrow m = 4,0 \text{ g}$
- Volume de NaOH para diluição:
 $M_1 V_1 = M_2 V_2$
 $1 \text{ mol/L} \times V_1 = 0,1 \text{ mol/L} \times 250 \text{ mL}$
 $V_1 = 25 \text{ mL}$

Os cálculos são aqueles que eu preciso fazer antes do experimento, para que eu consiga realizá-lo. Sem saber a massa de NaOH, eu conseguiria preparar a solução?

Se não houver espaço para todos os cálculos e dados, pode-se usar o verso, identificando qual parte é

Procedimentos:

- Lavar as vidrarias que serão utilizadas.
 - Em um béquer, pesar a massa de NaOH (isso é um dado, anotar)
 - Dissolver o NaOH com água destilada e transferir para o balão de 100 mL.
 - Completar o balão até a marca do menisco, tampar e homogeneizar (se a questão fosse apenas "como preparar uma solução de NaOH 1,0 mol/L", os procedimentos até aqui seriam suficientes para a questão (colocaria apenas o descarte). Como há uma segunda questão, deve-se continuar os procedimentos.
 - Dessa solução preparada, pipetar 25 mL e transferir para um balão de 250 mL.
 - Completar o balão até a marca do menisco, tampar e homogeneizar.
 - A solução de NaOH 1,0 mol/L deverá ser descartada em local indicado. A de 0,1 mol/L será armazenada em uma garrafa pet devidamente rotulada (nome da solução, concentração, data, nome dos alunos e turma).
- Os procedimentos devem ser suficientes para que a questão seja respondida. Se houver necessidade de listar os materiais e questões de segurança, pode encaixar nos procedimentos.

Apêndice 3 – Material de apoio para a elaboração dos relatórios V

PENSAR

Conceitos:

- Sóluto
- Solvente
- Reação de síntese
- Meio ácido
- Recristalização

Princípios: O que é esperado?

Durante a reação, o reagente deve ser consumido. Espera-se que a cor violeta vá diminuindo com o progresso da reação.

Questão foco:
Como sintetizar o ácido acetilsalicílico a partir do ácido salicílico?

FAZER

Valor do conhecimento:

- Síntese de substâncias e produtos que são encontrados na natureza (alguns em pequenas quantidades)
- Síntese de novos fármacos

Discussão:

- A reação entre o cloreto férrico e o fenol forma um complexo de cor violeta (ferro-fenol). Assim, foi possível acompanhar o progresso da reação de síntese da aspirina. Isso porque o produto final não contém um grupo fenólico em sua estrutura. Com isso, o desaparecimento da cor violeta é uma medida do consumo do ácido salicílico.

Dados:

- Após 23 minutos a cor violeta desapareceu
- 1,023 g de ácido salicílico
- papel : 0,150 g
- copo : 0,850 g
- produto final: 1,2432 g (já descontado o peso do papel e copo)

Cálculos: Todos os cálculos devem ser indicados

Rendimento teórico (AS = ácido salicílico, AAS = ácido acetilsalicílico):

$$1,032 \text{ g AS} \times \frac{1 \text{ mol AS}}{138,12 \text{ g AS}} \times \frac{1 \text{ mol AAS}}{1 \text{ mol AS}} \times \frac{180,16 \text{ g AAS}}{1 \text{ mol AAS}} = 1,34611 \text{ g AAS}$$

Rendimento:

1,34611 g AAS 100 %
1,2432 g AAS X
X = 92,35 %

Procedimentos:

- Lavar as vidrarias que serão utilizadas.
- Em um erlenmeyer pesar 1,0 g de ácido salicílico
- Na capela, adicionar 3,0 mL de anidrido acético e 5 gotas de H₂SO₄ concentrado
- Agitar e aquecer em banho maria (40°C) por 20 minutos
- Durante os 20 minutos, fazer o acompanhamento da reação observando a cor resultante entre uma gota do meio reacional, 5 mL de água e 10 gotas de cloreto férrico. Repetir até que a cor violeta desapareça.
- Retirar o frasco do banho maria e deixar resfriar até a temperatura ambiente (se não houver cristalização, raspar as paredes do frasco com um bastão de vidro e deixar em banho de gelo)
- Coletar o sólido por filtração à vácuo.
- Colocar o sólido em um recipiente indicado pelo técnico, deixar secar por 1 semana e depois pesar o produto final.
- Descartar os resíduos em local indicado.

Apêndice 4 – Questionário

Questionário – Diagrama V

Por favor, escolha a melhor resposta para as questões abaixo.

Matrícula: _____ Idade: _____ Sexo: _____

Curso: () Química Licenciatura () Química Bacharel () Química Tecnológica

() Engenharia Química () Outro (especifique) : _____

Item	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Nem concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
1. Eu gostei de usar o Diagrama V no laboratório.					
2. Fiquei mais interessado nos experimentos do que o normal porque, o Diagrama V me ajudou a entendê-los melhor.					
3. O Diagrama V me ajudou a aprender os CONCEITOS usados nos experimentos					
4. Enquanto construía os Diagramas, consegui relacionar a QUESTÃO FOCO com os PROCEDIMENTOS.					
5. Foi mais fácil identificar os DADOS a serem coletados durante o experimento com o Diagrama V.					
6. No início do semestre, senti-me desconfortável para elaborar o Diagrama V					
7. Prefiro fazer o relatório no formato de Diagrama V do que formato inicial.					
8. Senti-me mais confiante em fazer o <i>lado do pensar</i> (lado esquerdo) do Diagrama V do que o <i>lado do fazer</i> (lado direito)					
9. O Diagrama V me ajudou a entender melhor o que eu estava fazendo no laboratório					
10. O Diagrama V me ajudou a entender qual era o objetivo geral do laboratório					
11. O modelo do Diagrama V tinha espaço suficiente para escrever minhas respostas					
12. Fui devidamente esclarecido que poderia utilizar o Diagrama V durante o experimento.					
13. Fiquei confortável em usar o Diagrama V durante o experimento.					
14. Consegui entrar em contato com a pesquisadora (via e-mail ou WhatsApp) sempre que foi necessário.					
15. A disponibilidade da pesquisadora para tirar minhas dúvidas foi essencial para a compreensão do Diagrama.					

Questões

Para as questões abaixo, utilize o final da folha para completar as respostas, se necessário.

1. Quantas semanas foram necessárias para que você se sentisse confortável na elaboração dos Diagramas V?

2. Escreva o que você entende por:

- a. Questão Foco:

- b. Conceitos:

- c. Importância (valor) do conhecimento:

- d. Dados:

3. Quais os componentes do Diagrama V (Questão-Foco; Conceitos; Importância (valor) do conhecimento; Dados, Cálculos; Procedimentos) você teve mais dificuldade em fazer? Por que?

4. Qual (is) componente (s) do Diagrama V você achou mais útil? Por que?

5. Você considera que houve alguma mudança em relação à sua forma de agir no laboratório ou de compreender o experimento com o uso do Diagrama V? Comente.

6. Dê uma nota de zero (0) a dez (10) a experiência vivenciada na elaboração dos Diagramas. _____
Qualquer comentário ou crítica adicional, por favor, escreva abaixo:

