

Análise de um problema elaborado por uma professora de Química do ensino médio: um estudo de caso sobre estequiometria.

Analysis of a problem written by a teacher of high school chemistry: a case study of stoichiometry.

Verônica Tavares Santos Batinga¹
Francimar Martins Teixeira²

¹Universidade Federal de Pernambuco/NFD, Campus Agreste, veronica73@ig.com.br

²Universidade Federal de Pernambuco/CE/PPGE, francimarteixeira@hotmail.com

Resumo

Este trabalho analisa um problema sobre estequiometria elaborado por uma docente de Química do ensino médio. A metodologia envolveu um estudo de caso. Para tanto foi conduzida uma entrevista semi-estrutura contendo questões abertas, análise das atividades propostas e filmagem das aulas da professora numa turma da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Olinda-Brasil. Os resultados mostraram que na 1ª atividade a professora elaborou um problema escolar qualitativo. Este tipo de problema quando abordado em aula pode auxiliar os alunos a adquirir hábitos e estratégias de resolução de problemas escolares mais próximos aos da ciência; e como uma alternativa para que os docentes de Química venham a introduzir problemas sobre estequiometria privilegiando inicialmente uma abordagem qualitativa da química. E possibilitar aos alunos a reconhecer os problemas escolares como seu, no sentido de que eles queiram e precisam resolver e não apenas como um problema posto pelo professor.

Palavras-chave: problema, elaboração de problemas, professor, ensino de química.

Abstract

This work analyzes a problem about stoichiometry prepared by a professor of chemistry in high school. The methodology involved a case study. To that end, we conducted a semistructured interview containing open-ended questions, analysis of the proposed activities and the shooting school teacher in a class of 3rd grade of high school a public school in Olinda, Brazil. The results showed that activity in the 1st problem the teacher has developed a quality school. This type of problem when approached in the classroom can help students acquire the habits and strategies to solve problems closer to the school of science, and as an alternative to the teaching of chemistry will introduce problems stoichiometry focusing initially on qualitative approach chemistry. And enable the students to recognize the problems as their school, in the sense that they want and need to solve and not just as a problem posed by the teacher.

Key words: problem, development of problems, teacher, chemistry teaching.

Introdução

Este trabalho analisa um problema sobre estequiometria elaborado por uma professora de Química do ensino médio. Tal problema foi proposto a uma turma da 3ª série do ensino médio nas aulas de Química. A abordagem de resolução de problemas é uma estratégia amplamente usada pelos professores, em especial de Química, para conduzir situações de ensino e promover aprendizado.

Na conceituação do que é problema diversos elementos tem sido considerados na área de Ciências e Matemática, tais como: o contexto da tarefa, sua elaboração, a definição do problema, o número de soluções possíveis, as formas de abordagens requeridas, a relevância, a noção de obstáculo, a complexidade das variáveis envolvidas no problema e as características e expectativas dos indivíduos que se encontram envolvidos no problema (LOPES, 1994). Em linhas gerais, a conceituação de problema depende das características peculiares dos solucionadores, por exemplo, de seus conhecimentos anteriores, exploração e manipulação do ambiente. Dessa forma, relaciona-se com o contexto da tarefa e com o sujeito que a enfrenta. Nesse sentido, é possível que uma mesma situação represente um problema para um aluno enquanto que para outro, este problema não existe, seja porque ele não se interesse pela situação e/ou porque não dispõe de recursos cognitivos para resolvê-lo e identificá-lo.

Neste trabalho, lidamos com a elaboração e resolução de problema no contexto de aulas de Química. Adotamos o conceito que problema é uma situação que um sujeito ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que leve à solução. Seguindo este conceito, uma situação somente pode ser concebida como um problema na medida em que os sujeitos atribuam um reconhecimento dela como tal, e quando requer dos que a tentam resolver um processo de reflexão ou uma tomada de decisão sobre a estratégia a ser seguida no processo de resolução de problemas. Um problema é uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a busca de estratégias ou de conhecimentos, ou de técnicas, ou ambos, para encontrar sua solução.

Para ilustrar o conceito de problema adotado neste trabalho tomamos o exemplo: Imagine que um professor de Química abordou o conteúdo de soluções e durante a aula ele identificou que os alunos não sabiam como preparar uma solução. Então levou os alunos ao laboratório de química e propôs o problema: Vamos realizar uma análise volumétrica para determinar o percentual de ácido acético no vinagre. Para isso, utilizaremos uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) cuja concentração molar é de 1,0 mol/L. Diante disso, como você prepararia esta solução no laboratório? Para resolver este problema, os alunos precisam reconhecê-lo como tal. Buscar informações para aprender a manusear uma balança a fim de que possam realizar o procedimento de pesagem da massa de NaOH e sobre os procedimentos de segurança quanto à manipulação de substâncias químicas e das vidrarias de laboratório adequadas para preparar uma solução, bem como as técnicas utilizadas para o manuseio destas vidrarias. É também importante que os alunos já compreendam o conceito de solução e saibam fazer cálculos químicos que envolvam formas de expressar a concentração de uma solução em mol/L para encontrar a massa de NaOH (soluto) a ser pesada e a quantidade de solvente (água) a ser adicionada para dissolver o soluto e obter uma solução cuja concentração seja de 1,0 mol/L, visando resolver o problema.

Considerando que o problema acerca da preparação de solução insere-se no contexto escolar, entendemos que alguns aspectos podem ser considerados pelos professores durante a elaboração de um problema, tais como: tipologia do problema, ser um produto da internalização da contradição, que caracteriza o conflito cognitivo; mobilizar interesse, favorecendo a motivação dos alunos, por isso a importância de seu vínculo com o dia a dia;

ter a possibilidade de ser resolvido, utilizando uma estratégia adequada, possibilitar o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais (técnicas e habilidades) e atitudinais, o que implica em construção de conhecimentos pelos alunos de forma mais articulada e integrada (SILVA e NÚÑEZ, 2002).

Quanto à tipologia os problemas podem apresentar-se como: escolares; cotidianos e científicos (POZO, 1998; LOPES, 1994). Os problemas escolares podem ser: qualitativo, quantitativo e pequenas pesquisas. Destacaremos o significado do problema escolar e sua classificação, ressaltando ser possível que um mesmo problema possa relacionar mais de uma classificação. Tal inter-relação estabelecida entre as diferentes classificações para os problemas tem a intenção de enquadrar do ponto de vista conceitual a elaboração de problemas.

Problemas Escolares

São aqueles que podem servir para a construção de articulações entre os problemas cotidianos e científicos. Na elaboração e proposição de problemas escolares deve-se considerar que os alunos se encontram mais próximos do conhecimento do cotidiano, que seus problemas não são os da ciência, e que partindo do seu conhecimento prévio e dos seus problemas, é preciso criar situações que os ajudem de forma progressiva a avançar no modo como resolvem problemas cotidianos para interiorizar novas formas de pensar e agir que se aproximem da resolução de problemas científicos. Ressaltamos que os problemas escolares não são concebidos como uma imitação ou aproximação forçada à pesquisa científica, e sim como uma forma de auxiliar os alunos a adquirir hábitos e estratégias de resolução de problemas mais próximos aos da ciência, assim como a distinguir as tarefas e contextos nos quais esses métodos tornam-se mais eficazes do que uma abordagem cotidiana (POZO, 1998). Essa pode ser uma forma de que os problemas escolares possam ser reconhecidos como problemas dos alunos, que eles querem e precisam resolver e não apenas como um problema proposto pelo professor.

Problema Escolar Qualitativo: é aquele que o aluno precisa resolver através de raciocínios teóricos, baseados nos seus conhecimentos, sem necessidade de apóia-se em cálculos numéricos e que não requerem para a sua resolução a realização de experiências ou de manipulações experimentais (POZO, 1998). São problemas, nos quais se deve predizer ou explicar um fato, analisar situações cotidianas ou científicas e interpretá-las a partir dos conhecimentos pessoais e/ou modelo conceitual proporcionado pela ciência. O principal objetivo deste tipo de problema é fazer com que o aluno relacione os conceitos científicos com fenômenos que presenciam em seu cotidiano. A fim de buscar e estabelecer esta relação o aluno recorre ao seu conhecimento prévio procurando articular a informação que recebe e formulando hipóteses que podem contribuir com possíveis soluções para resolver o problema. Apresentamos alguns exemplos de potenciais problemas escolares qualitativos: Por que os alimentos se degradam mais rápido em temperaturas mais elevadas? Como ocorre o processo de formação da ferrugem? Por que em certos casos os médicos prescrevem dosagens diferentes de uma mesma medicação para pacientes que apresentam um diagnóstico semelhante?

Uma das vantagens deste tipo de problema é que se configuram como uma boa ferramenta para que o aluno trabalhe os conceitos científicos; seja consciente de suas ideias prévias e as discuta com os colegas em grupos. Trata-se também de um recurso útil para gerar problemas em contextos, que não sejam muito fáceis de apresentar aos alunos cenários nos quais possam ser manipuladas experimentalmente as variáveis existentes, por exemplo, em escolas que não dispõem de laboratório de química e/ou os professores não utilizam atividades experimentais como recurso didático para aprendizagem de conceitos químicos. Estes problemas ainda são

bastante úteis para introduzir o aluno num novo assunto ou âmbito de reflexão, e que podem ser complementadas mais tarde com outro tipo de atividade didática.

Problema Escolar Quantitativo: as informações fornecidas no enunciado do problema envolvem principalmente quantidades, embora os resultados possam não ser. Nesse problema os alunos manipulam dados numéricos, trabalhando estes para se chegar a uma solução, seja ela numérica ou não. Desse modo, a estratégia de resolução do problema baseia-se no cálculo matemático, na comparação de dados e na utilização de fórmulas e equações, diferentemente do que ocorre com o problema escolar qualitativo (POZO, 1998). Apresentamos exemplo de um potencial problema escolar quantitativo: Durante o estudo da estequiometria a professora de Química propôs a turma o seguinte problema: Como vocês determinariam a quantidade, em toneladas, do sal sulfato de alumínio (Al_2SO_4) que reage com a água bruta captada por uma Estação de Tratamento de Água (ETA)?

De acordo com Pozo (1998) os problemas escolares quantitativos têm sido usados com frequência no contexto das aulas de Química. Esses problemas podem ser úteis quando se deseja alcançar objetivos concretos, por exemplo, ajudar o aluno a compreender os conceitos científicos por meio da aplicação de determinadas grandezas aos cálculos; permitir a aprendizagem de habilidades (conteúdos procedimentais), técnicas e algoritmos básicos para a aplicação da ciência a problemas concretos; familiarizar o aluno com a importância das medidas, da precisão, das grandezas e das unidades utilizadas para medi-las. Uma das potencialidades quanto ao uso dos problemas quantitativos é que se apresentam como um meio de familiarizar os alunos com o manejo de uma série de técnicas e algoritmos, ajuda-os e fornece-lhes os instrumentos necessários para abordar problemas mais complexos e difíceis. A quantificação, por sua vez, permite estabelecer relações simples entre as diversas grandezas científicas, o que facilita a compreensão das leis da natureza. Uma das principais limitações quanto à utilização de problemas escolares quantitativos está no fato de que estes aparecem juntos e, em muitos casos, superpostos o problema matemático e o problema científico. É bastante comum observar que os alunos consideram ter resolvido um problema quando obtém um número, o qual se refere à solução matemática, sem parar para pensar no significado que representa este número dentro do contexto da resposta científica no qual está situado o problema. Vale ressaltar a atenção necessária para que as dificuldades matemáticas não venham a mascarar o problema de ciências, que o aluno, e às vezes o próprio professor, apenas não percebem e avaliam o problema com uma tarefa essencialmente matemática. Diante disso, é importante que os professores reflitam sobre o papel dos problemas quantitativos nas aulas de Química, em outras palavras, a quantificação deve ser entendida como um meio para aprender ciências ou um fim em si mesmo? (POZO, 1998).

Pequenas Pesquisas: são aqueles em que se propõe para os alunos uma pergunta cuja resposta requer necessariamente um trabalho prático tanto no laboratório quanto em sala de aula (POZO, 1998). Por exemplo: Determinar se os sucos de melancia e laranja apresentam comportamento ácido ou básico? Qual destes sucos possui um maior valor pH (potencial de hidrogênio)? Em princípio para resolver esta pequena pesquisa os alunos teriam que compreender sobre o que afirma a teoria ácido-base e o significado da grandeza pH. É preciso que os alunos identifiquem o objeto de estudo do problema no contexto da disciplina de Físico-química com base em conhecimentos anteriores, nesse caso: determinação quantitativa da grandeza pH em meio aquoso. E de forma cooperativa, em grupos, possam formular hipóteses testáveis para responder o problema. Discutir e socializar tais hipóteses; selecionar as variáveis relevantes para resolver o problema, que pode ser a influência ou não da concentração molar e do volume de cada suco em relação ao valor de pH; selecionar e realizar experiências adequadas em laboratório para testar as hipóteses; conhecer técnicas experimentais para determinar o pH e saber manipular corretamente e de forma segura

instrumentos de medida, nesse caso, o potenciômetro; registrar os valores de pH obtidos, analisar os dados e sistematizar as respostas para o problema.

Uma das vantagens da pequena pesquisa é porque busca relacionar os conceitos teóricos às suas aplicações práticas, ajudam na transferência de conceitos escolares para âmbitos mais cotidianos em alguns casos, e é muito motivador para os alunos. Este último aspecto torna-o um bom instrumento no ensino da resolução de problemas. Quanto às limitações ressaltamos que esta não pode ser considerada como “pesquisas” no contexto da ciência, mas representam somente uma aproximação simplificada do trabalho científico.

Em relação aos conteúdos a serem introduzidos na elaboração de um problema podemos considerar: os *conteúdos conceituais* se referem ao conhecimento construído pela humanidade no decorrer da história. Assim, as explicações sobre os porquês ocorrem os fatos e conceitos são caracterizados como conteúdos conceituais. Os fatos dizem respeito aos acontecimentos históricos e naturais. Trata-se de informações pontuais e restritas, como nomes, datas e acontecimentos particulares, como por exemplo: Lavoisier foi um cientista que estudou o princípio da conservação das massas dos reagentes envolvidas numa transformação química no século XVIII. A representação dos conceitos se dá por meio de palavras que têm um significado específico e quando ouvido pelos sujeitos, produzem uma imagem mental. Por exemplo, quando um aluno ouve a palavra mistura, ele já tem uma idéia do que ela significa, isto é, o aluno atribui um sentido específico à palavra mistura (CAMPOS e NIGRO, 1999).

Os *conteúdos procedimentais* se relacionam a aprendizagem de ações específicas que possibilitam a execução de determinadas tarefas quando são aprendidos. São considerados conteúdos procedimentais na área de Ciência/Química aqueles relacionados a métodos investigativos, técnicas gerais, estratégias que possibilitam e facilitam a comunicação, o estabelecimento de relações entre os conceitos, habilidades manuais, etc. Autores como Pro Bueno (1995) destacam alguns conteúdos procedimentais relacionados à área de Ciência/Química, dentre eles: observação de objetos e fenômenos; medição de objetos e transformações; classificação de objetos e sistemas; reconhecimento de problemas; formulação de hipóteses; identificação e controle de variáveis; montagem de experimentos; técnicas e investigação; análise de dados; estabelecimento de conclusões, manejo de material e realização de montagens. Podemos citar como um exemplo de conteúdo procedimental, a observação do comportamento de diferentes objetos, os quais apresentam massas e volumes distintos quando imersos em água que se caracteriza como um dos conteúdos procedimentais necessários à realização de uma investigação. Para melhor se apropriar deste conteúdo, o qual está relacionado com o conteúdo conceitual de densidade, massa e volume, é necessário que o aluno coloque em ação outros conteúdos procedimentais como: formular hipóteses sobre os objetos que flutuam e afundam; fazer o registro destas hipóteses; fazer a descrição dos objetos observados; analisar os dados e estabelecer conclusões.

Os *conteúdos atitudinais* dizem respeito a atitudes que os alunos assumem diante de determinados fatos, normas, regras, comportamentos e atitudes. Na área de Ciência/Química tais conteúdos são classificados em dois tipos: atitudes dos alunos para com a ciência e atitudes científicas. O primeiro refere-se ao posicionamento pessoal dos alunos em relação aos fatos, conceitos e métodos com características científicas e/ou químicas. Por exemplo, o posicionamento dos alunos em relação às conquistas e inovações tecnológicas ligadas ao avanço científico, como: poluição ambiental, armas nucleares, alimentos geneticamente modificados, clonagem de células, etc. E os valores e atitudes que os alunos têm para com os cientistas, em outras palavras o que os estudantes pensam sobre os cientistas. O segundo tipo trata do estímulo dos alunos a uma conduta supostamente científica, por exemplo, ter atitudes que manifestem a curiosidade, a criatividade, o pensamento crítico e divergente, a

racionalidade, e a objetividade que são características do trabalho científico, bem como a socialização, a troca de idéias, o trabalho com a auto-estima dos alunos e o desenvolvimento de habilidades que lidam com a emoção.

Neste aspecto o professor apresenta um papel fundamental na elaboração e introdução de problemas em sala de aula. E necessita estar ciente dos conhecimentos prévios dos alunos antes de lhes propor o problema, mobilizá-los para resolvê-los, conhecer as dificuldades enfrentadas pelos alunos, os tipos de estratégias que eles utilizam e o tempo destinado à resolução de problemas, bem como criar um contexto que auxilie na construção de solução, tudo isto nos parece aspectos de extrema relevância a ser considerado.

Diante do exposto entendemos que a elaboração de problemas pode não ser tarefa fácil para os professores. Assim, a dificuldade em tornar um problema num objeto de reflexão científica dentro do contexto escolar é um grande desafio para o professor. Nesse sentido ficam em aberto as questões: são de fato planejadas e elaboradas atividades de resolução de problemas? O que a professora entende por problema? Qual a tipologia do problema elaborado? Na elaboração de problemas busca-se introduzir conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais? O presente estudo pretende trazer contribuições para responder estas questões.

Metodologia

Este trabalho situa-se no contexto de uma pesquisa empírica numa perspectiva do estudo de caso (YIN, 2005). O objetivo é analisar um problema envolvendo o conteúdo de estequiometria elaborado por uma professora de Química do ensino médio. Tal problema foi proposto por uma docente doravante denominada de P5 a uma turma de 19 alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Olinda-PE. O conteúdo de estequiometria foi selecionado pelo fato de sua abordagem em sala de aula ser caracterizada por atividades que requerem dos alunos a resolução de diversos tipos problemas (BOUJAOUDE e BARAKAT, 2003). E ser considerado um tema central para que os alunos compreendam de uma forma ampla e articulada os fenômenos químicos e físicos que ocorrem ao seu redor em nível qualitativo e quantitativo.

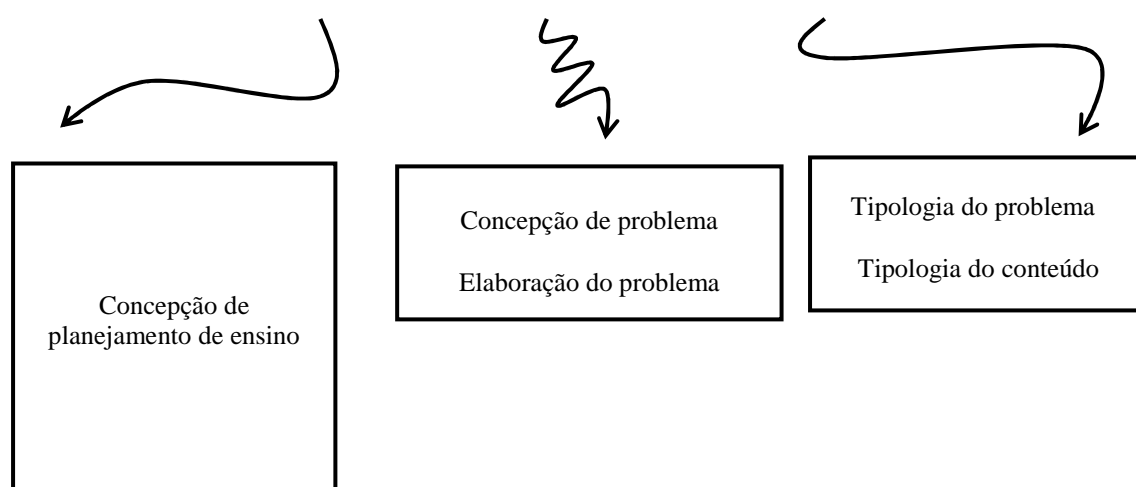
Para tanto, conduzimos inicialmente uma entrevista semi-estrutura envolvendo questões abertas que objetivaram diagnosticar a concepção de P5 sobre: a perspectiva de ensino e aprendizagem adotada nas aulas de química que envolve a resolução de problema; suas idéias sobre o que é exercício e problema; as diferenças e semelhanças entre exercício e problema no contexto escolar; entender a forma como os professores se planejam e identificar os materiais, fontes e recursos utilizados por estes para abordar a resolução de problemas envolvendo o conteúdo de estequiometria; identificar se os professores trabalham conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais com os alunos quando abordam problemas sobre estequiometria; identificar as dificuldades apresentadas pelos alunos para resolver problemas sobre estequiometria segundo a visão dos professores e saber se e como os docentes intervêm em sua prática a fim de minimizar as dificuldades dos alunos quando resolvem problemas sobre estequiometria nas aulas de química. Durante a entrevista P5 relatou que: possui 13 anos de experiência profissional lecionando Química no ensino médio; graduou-se em licenciatura em Química; especializou-se em ensino de ciências; participa de um grupo formado por professores universitários, professores de Química do ensino médio e licenciandos em Química, que desenvolve trabalhos de pesquisas na área de ensino de Química e de cursos de formação continuada oferecidos pela instituição escolar que trabalha em parceria com outras instituições, por exemplo, participou do curso intitulado “Projeto Ricardo Ferreira” realizado pela Secretaria Estadual de Educação em 2005/2006.

Em seguida foram filmadas 04 aulas da docente P5 abordando os seguintes aspectos sobre o conteúdo de estequiometria: estudo qualitativo das relações estequiométricas entre reagentes e produtos numa reação química a partir de uma atividade envolvendo a proposição de um problema, discussão inicial das hipóteses elaboradas pelos alunos (grupos) para responder o problema posto, orientação da docente nos grupos de trabalho e sistematização com a turma. Para categorização dos dados foram feitas análises das informações empíricas constituídas, a partir da leitura recorrente das transcrições dos textos das entrevistas, filmagens das salas de aula e fichas de atividades elaboradas (1ª atividade – problema) e trabalhadas por P5 com os alunos nas aulas, com o objetivo do pesquisador se apropriar destes, permitindo a construção de unidades de significados agrupados de acordo com as suas características (BARDIN, 1979). Para analisar os dados das filmagens da sala de aula foram selecionados e transcritos episódios de falas e depoimentos simultâneos da professora P5 e dos alunos ocorridos durante as aulas dispostos em seqüências e mantendo a linguagem o mais próximo possível da forma como foi produzida.

Uma das formas de validar os resultados e aumentar sua confiabilidade é através da triangulação destes, o que significa procurar outras fontes de dados que possam oferecer visões distintas e complementares do objeto de estudo. Nesse trabalho procuramos validar e dar confiabilidade aos resultados, realizando o cruzamento dos resultados obtidos nas análises de conteúdo das entrevistas, videogravações e atividades elaboradas com o maior número possível de informações e dados disponibilizados por P5 (YIN, 2005).

Na figura 1 apresentamos algumas categorias construídas a partir da análise dos dados, os quais representam recortes de trechos de entrevistas, episódios das aulas e atividades elaboradas e trabalhadas por P5 que foram videogravadas, e com base no referencial teórico de autores que fundamentaram esta pesquisa (POZO, 1998; LOPES, 1994; BOUJAOUDE e BARAKAT, 2003; PRO BUENO, 1995; SILVA e NÚÑEZ, 2002; CAMPOS e NIGRO, 1999).

Figura 1: Categorias para análise de dados da entrevista, filmagem da sala de aula e problema (1ª atividade) elaborada por P5.



Resultados e Discussão

Iremos analisar um problema (1ª atividade - figura 2) quanto ao aspecto de sua elaboração. A 1ª atividade foi intitulada de Combustão do Álcool. Esta atividade foi proposta e trabalhada

pela professora P5, nas duas primeiras aulas geminadas de química, com 19 alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública na cidade de Olinda-PE. Percebemos que a 1ª atividade (Figura 2) propõe a análise da descrição esquemática de um experimento sobre a combustão do álcool envolvendo uma relação de massa entre os reagentes (álcool e oxigênio) e de que forma esta relação pode variar em função do tempo e do volume do recipiente que armazena o álcool.

Figura 2: 1ª Atividade elaborada e proposta por P5

ATIVIDADE -1

1. Aproximou-se um palito de fósforo aceso ao "álcool comum" contido em um recipiente, ao pegar fogo, o mesmo foi encoberto por um determinado recipiente. Em 20 segundos a chama apagou-se. O mesmo procedimento foi repetido 5 vezes, porém cada vez com recipientes de tamanhos diferentes, no 2º recipiente a chama apagou-se em 30s, no 3º recipiente 40s no 4º recipiente 50s, no 5º recipiente 50s e no 6º recipiente 50s. Conforme está ilustrado abaixo:

Proponha uma explicação para cada etapa da sequência de acontecimentos acima.

2. O que acontece com o álcool quando está queimando?

3. Proponha experiência(s) para comprovar as suas argumentações.

Parece estar implícito que o objetivo de aprendizagem pretendido por P5 na 1ª atividade (Figura 2) guarda uma certa articulação com o que ela afirmou quando questionada pela pesquisadora acerca do planejamento de ensino das aulas sobre estequiometria, de acordo com trecho de transcrição da entrevista:

Pesquisadora: “Qual é objetivo de aprendizagem do aluno com base neste planejamento de ensino que você está descrevendo para as aulas sobre estequiometria?”

P5: A idéia de estequiometria é (...). Perceber a relação entre reagentes e produtos, entre os reagentes. Ele desenvolver a capacidade de fazer a relação entre proporções de reagentes e de reagentes e produtos.

Consideramos que a situação a qual a docente P5 se refere na 1ª atividade (figura 2) trata-se de um problema de acordo com o conceito adotado neste trabalho. Nesse sentido, problema é uma situação que um sujeito ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que leve à solução. Uma situação somente pode ser concebida como um problema na medida em que os sujeitos atribuam um reconhecimento dela como tal, e quando requer dos que a tentam resolver um processo de reflexão ou uma tomada de decisão sobre a estratégia a ser seguida no processo de resolução de problemas. Um problema é uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a busca de estratégias ou de conhecimentos, ou de técnicas, ou ambos, para encontrar solução para o problema.

Nessa perspectiva, entendemos que a situação elaborada por P5 na 1ª atividade (figura 2) pode ser concebida como um problema, uma vez que os alunos denominados de grupo 3 (ver seqüência 2) atribuíram um reconhecimento dela como tal e na tentativa de resolvê-la percebemos deste grupo um processo de reflexão e uma tomada de decisão sobre a estratégia a ser seguida no processo de resolução deste problema, conforme análise de episódios extraídos a partir da filmagem das aulas. Portanto, inferimos que na 1ª atividade a professora P5 propõe aos alunos da 3ª série do ensino médio uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a busca de estratégias ou de conhecimentos, ou de técnicas, ou ambos, para encontrar solução para o problema.

Seqüência 2 – grupo 3

1. Ax: O que acontece com o álcool quando ele está se queimando?
2. P5: E aí? A resposta é o consenso do grupo que deve ser registrado.
3. Ax: Diz aí professora.
4. P5: Você entendeu a questão?
5. Ax: Entendi professora.
6. P5: Então explique para os seus colegas no grupo sobre o experimento para quem não leu.
7. Ay: É para explicar o que está no desenho professora?
8. Ax: Ele diz que em 20s. Tá aqui o tamanho do recipiente. Ele não fala a quantidade de álcool, mas a quantidade de oxigênio é pequena.
9. P5: Este quadradinho que está dentro do recipiente seria o álcool tá. Quando encobriu o recipiente aconteceu o que com a chama?
10. Ax: Apagou.
11. P5: Então este desenho que está aí a chama já está apagada porque já foi encoberto e já passou o tempo. É só a sua compreensão se você está entendendo melhor o desenho.
12. Ax: o desenho eu tô entendendo legal professora.
13. Az: Eu tô. Aqui é o álcool. E já tá apagado porque foi encoberto (...)

Na seqüência 2 a professora P5 procurou instigar os alunos do grupo 3 partindo de uma pergunta relacionada com o experimento realizado em sala de aula, tentando levá-los a

compreensão do enunciado do problema. Para isso, fornece alguns esclarecimentos aos alunos, incentiva a interação e discussão no grupo e procura identificar se os alunos estão compreendendo o esquema que representa o fenômeno da combustão no problema posto (Figura 2). Entretanto, P5 busca orientar os alunos sem fornecer explicações e respostas prontas. Além de solicitar que os alunos registrem as possíveis respostas para a 1ª pergunta relativa à 1ª atividade. Consideramos que o modo que P5 aborda o problema elaborado na 1ª atividade traz consigo alguns elementos que caracterizam o processo de resolução de problemas de acordo com Becerra Labra, Gras-Martí e Martínez-Torregrosa (2004), Gil Pérez, Martínez Torregrosa e Senent Pérez (1988) e Gil Perez et al. (1992). Um desses elementos é a análise qualitativa do problema tentando imaginar a situação química a fim de levantar e delimitar o problema, deixando explícito do que é que se trata de resolver e em que condições. E isto muitas vezes está implícito no enunciado do problema. Outro elemento refere-se à elaboração de problemas próximos de situações vivenciadas pelos alunos, como é o caso do fenômeno da combustão do álcool, cuja problematização pode se dá através das três perguntas que foram formuladas a partir do problema. E ao trabalho em grupo que favoreceu a discussão e reflexão por parte dos alunos sobre a relevância e o possível interesse em relação ao problema posto.

Percebemos ainda que o problema elaborado por P5 na 1ª atividade guarda relação com sua concepção sobre o que é problema, categorizada a partir de sua resposta a entrevista como sendo uma situação que mobiliza processos de argumentação, articulação, análise, comparação e tomada de consciência da existência de um problema, o que nos parece fornecer uma evidência de que a concepção que o professor possui sobre o que é problema influencia na sua forma de abordar a resolução de problemas em sala de aula.

A professora P5 parece ter considerado os seguintes aspectos na elaboração do problema proposto na 1ª atividade tais como: mobilizar interesse e motivação do aluno por estar vinculado ao seu dia-a-dia como é o caso da combustão do álcool utilizado para gerar energia nos automóveis; ter a possibilidade de ser resolvido, utilizando uma estratégia adequada para buscar respostas para perguntas que foram levantadas a partir do problema como: 1) proponha uma explicação para cada etapa da seqüência de acontecimentos acima; 2) o que acontece com o álcool quando está queimando; 3) proponha experiência(s) para comprovar suas argumentações.

Partindo do entendimento que a docente P5 elaborou um problema na 1ª atividade consideramos que este se classifica segundo Pozo (1998) como um problema escolar por possibilitar que o aluno relacione os conceitos científicos com fenômenos que presenciam em seu cotidiano, nesse caso a combustão do álcool. Para estabelecer esta relação o aluno pode recorrer ao seu conhecimento prévio procurando articulá-lo à informação que recebe e formulando hipóteses que podem contribuir para possíveis soluções para resolver o problema.

De maneira mais específica classificamos o problema elaborado pela docente P5 como um problema escolar qualitativo, pois para resolvê-lo, os alunos precisaram mobilizar raciocínios teóricos baseados em seus conhecimentos, sem a necessidade de apóia-se em cálculos numéricos e realizar experiências ou manipulações experimentais para sua resolução (POZO, 1998). Além de ser um problema em que os alunos podem predizer ou explicar um fato, analisar situações cotidianas ou científicas e interpretá-las a partir dos conhecimentos pessoais e/ou modelo conceitual proporcionado pela química.

As respostas a três perguntas relacionadas ao problema podem implicar em uma nova construção de conhecimentos conceituais, por exemplo, na primeira e segunda pergunta o entendimento pelos alunos de que há uma relação quantitativa entre o álcool e o oxigênio no processo de combustão e de como ocorre a combustão. E na terceira pergunta a aprendizagem

de procedimentos práticos e teóricos e conhecimentos atitudinais quando os alunos são instigados a pensar e propor experimentos que possam testar suas hipóteses e argumentos postos para responder a primeira e segunda perguntas relacionado ao problema.

Entendemos que os aspectos considerados por P5 na elaboração do problema apresentado na 1ª atividade parece se relacionar com a sua forma de planejar o ensino de química, cuja resposta foi expressa em questão da entrevista que trata desta temática. A docente P5 concebe o planejamento de ensino de química como uma ação intencional porque procede de uma reflexão sobre como, o que e para quem ensinar conforme Carvalho (2004) e trecho de transcrição de sua resposta à entrevista:

P5: Como a intenção é resolução de problemas vou pesquisar sobre o conceito de soluções de problemas e de problemas. Nessa leitura terei uma visão para diferenciar o que é problema do que estou fazendo cotidianamente. Então, o aluno tem que ser levado a pensar como iria responder uma questão. Dentro do assunto de estequiometria primeiro penso: estequiometria? O que preciso? Fazer relação (...). Eu não consigo planejar sem antes entrar na sala (...). Geralmente é para fazer diagnóstico, mas não gosto de fazer pergunta e resposta porque não atrai o aluno. Eles se sentem numa sabotina, que estão sendo testados. (...) tanto é que faço o planejamento para uma sala, mas não aplico do mesmo modo nas outras salas porque têm perfil diferente.

A utilização de periódicos na área de pesquisa em ensino de química, livro didático, recursos didáticos e os materiais mencionados, na entrevista, por P5 para abordar a estequiometria, a nosso ver são ferramentas que podem ter contribuído para a maneira como esta docente elaborou o problema proposto na 1ª atividade, conforme expresso no recorte de transcrição a seguir:

P5: Reporto-me muito as revistas Enseñanza de las ciencias, química nova na escola (...) vou para o livro didático (...). Alguns livros norteiam pontos que a gente pode trabalhar. Na pesquisa vou encontrar resultados de como o aluno entende determinado assunto, ou as concepções prévias que ele tem (...). Experimentos em sala de aula e no laboratório. Ou situações que ele tem que responder (...).

Atrelado a isto o fato de P5 participar de um grupo numa instituição de ensino superior que desenvolve pesquisa na área de ensino de química também pode ter contribuído para sua atuação quanto à forma de elaboração do problema (1ª atividade – figura 2) sobre estequiometria nas aulas de química. E em sentido mais amplo a parceria entre a escola e a universidade através de pesquisa colaborativa pode se configurar como uma alternativa de formação continuada que vise à profissionalização docente, possibilitando o entendimento de que a escola também pode ser um espaço de produção de conhecimento e não de sua reprodução.

Conclusão

Podemos concluir que na 1ª atividade a professora P5 elaborou um problema escolar qualitativo para abordar a estequiometria em sala de aula. Este tipo de problema quando abordado em sala de aula pode auxiliar os alunos a adquirir hábitos e estratégias de resolução de problemas escolares mais próximos aos da ciência (POZO, 1998). E também pode ser uma alternativa para que os professores de química do ensino médio venham a introduzir problemas sobre um conteúdo que apresenta uma certa complexidade e abstração como é o caso da estequiometria, em sala de aula, privilegiando inicialmente uma abordagem

qualitativa da química. Além de possibilitar os alunos a reconhecer os problemas escolares como seu, no sentido de que eles queiram e precisam resolver e não apenas como um problema posto pelo professor. Percebemos no enunciado do problema elaborado por P5 a introdução de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados a estequiometria. Os resultados indicam que a elaboração e abordagem de problemas não é uma tarefa fácil de ser concebida e concretizada pelo professor na escola. Diante disso, consideramos ser necessária a construção de um conhecimento teórico-metodológico por parte do professor sobre como elaborar e abordar a resolução de problemas nas aulas de química com base na didática de ensino de química. Este conhecimento pode ser construído a partir da implementação de ações de formação continuada que busquem uma articulação teórico-prática e que possam acompanhar o desenvolvimento dos professores em sala de aula. Entendemos que esta proposta de formação continuada se constitui como uma das contribuições desta pesquisa no sentido de pensar em ações que possibilitem melhorar de forma efetiva o ensino e aprendizagem baseado na resolução de problemas sobre estequiometria.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Trad. de Luís Antero Neto. Lisboa: Edições 70, 1979.
- BECERRA LABRA, C. GRAS-MARTÍ, A. MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. Análisis de la resolución de problemas de física em secundaria y primer curso universitario em Chile. **Enseñanza de las ciencias**, v.22, n. 2, 2004, p. 275-286.
- BOUJAOUDE, S.; BARAKAT, H. Students' problem solving strategies in stoichiometry and their relationships to conceptual understanding and learning approaches. **Electronic Journal of Science Education**, v.7, n. 3, mar. 2003.
- CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.
- CARVALHO, A. M. P. (Org). Critérios estruturantes para o ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 1-17.
- GIL PERÉZ, D.; MARTINEZ TORREGROSA, J.; SENENT PEREZ, F. El fracasso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.2, p. 131-146, 1988.
- GIL, D.; MARTINEZ-TORREGROSA, J.; RAMIREZ, L.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M.; CARVALHO, A. M. P. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino Física**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 7-19, 1992.
- LOPES, J. B. **Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem**. Lisboa: Texto Editora, 1994.
- POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- PRO BUENO, A. Reflexiones para la selección de contenidos procedimentales en ciencias. **Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentais**, v. 6, p. 77-87, 1995.
- SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6b, p. 1197-1203, 2002.
- YIN, R.K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.