

Como formular problemas a partir de exercícios? Argumentos dos licenciandos em Química

Melquesedeque da Silva Freire e Márcia Gorette Lima da Silva

Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. E-mails: melquimico@yahoo.com.br, marciaglsilva@yahoo.com.br

Resumo: O presente artigo relata uma investigação realizada com licenciandos de química a respeito das categorias "exercícios" e "problemas". O foco da pesquisa foi investigar como os futuros professores elaboram problemas a partir de exercícios habituais de química e como compreendem as diferenças entre estas terminologias. Para este objetivo foi organizada uma sequência de atividades mediada pelo uso de questionário e entrevista coletiva, sendo os dados tratados segundo o referencial da análise textual discursiva. Os resultados mostraram que os licenciandos têm dificuldades em propor problemas e situações diferentes dos habituais exercícios de química, mas, a partir de um contexto de discussão coletiva e de produção crítico-reflexiva é possível avançar para novos significados e compreensões e o reconhecimento das potencialidades dos problemas em relação aos exercícios do ponto de vista pedagógico.

Palavras-chave: Solução de problemas, ensino de química, formação de professores.

Title: How to formulate problems from exercises? Arguments of chemistry future teachers.

Abstract: This article reports an investigation realized with chemistry undergraduates about terms "exercises" and "problems". The focus of the research was to investigate how the future teachers formulate problems as from exercises customary of chemistry and how they understand the differences between these terminologies. For this objective was organized an sequence of activities mediated by the use of a questionnaire and collective interview being the data analyzed according the Textual Discourse Analysis reference. The results showed that undergraduates have difficulties in proposing different problems and situations of usual exercises of chemistry, but as from a context of collective discussion and critical-reflexive production is possible to move to new meanings and understandings and recognition of potential of the problems in relation to exercises in terms pedagogic.

Keywords: problem resolution, teaching chemistry, training teachers.

Introdução

A utilização da Resolução de Problemas (RP) como uma estratégia didática é amplamente discutida no âmbito da educação em ciências, constituindo-se uma tendência de ensino no campo da Didática das Ciências (Cachapuz *et al.*, 2001; Campanario e Moya, 1999 entre outros). A

preocupação com a utilização da RP é discutida sob as mais diversas perspectivas, seja da psicologia educacional, da epistemologia e da didática (Perales Palacios, 1993). Atualmente, continua sendo temática de investigações no ensino de ciências face às várias necessidades educativas, por exemplo, envolver estudantes em um contexto da aprendizagem das ciências e, em particular a química, na qual possam planejar situações-problema, cuja resolução necessite analisar, refletir e elaborar hipóteses, argumentar e comunicar ideias. Nesse sentido, um trabalho na perspectiva de RP, constitui uma ferramenta didático-pedagógica que contempla essas e outras competências e habilidades necessárias à educação científica dos estudantes (Pozo, 1998; Lopes, 1994). Isto, por sua vez, reflete a necessidade da formação do professor para o trabalho com este tipo de estratégia didática.

Dentre as necessidades da formação profissional do professor de ciências podemos destacar o trabalho fundamentado em uma estratégia didática, quer dizer, organizar situações e atividades de ensino que promovam uma aprendizagem mais efetiva (Carvalho e Gil-Pérez, 2009). A partir disso, consideramos que uma primeira necessidade formativa para o trabalho com a estratégia de RP pelos professores é saber as diferenças que acompanham os termos “exercícios” e “problemas”, não somente como uma habilidade linguística, mas, compreendendo suas características epistemológicas, psicológicas (do ponto de vista da psicologia educacional) e didático-pedagógicas.

Diferentes classificações são apresentadas para o termo “problema” tais como aberto, fechado, de lápis e papel entre outros (Lopes, 1994). Discutindo os termos, podemos destacar que no “problema”, exige-se uma explicação coerente a um conjunto de dados relacionados dentro de um contexto determinado, podendo admitir diferentes caminhos para abordar a solução e inclusive várias soluções. Já os “exercícios” implicam em um algoritmo de forma mais ou menos mecânica, conhecendo antecipadamente o caminho que é preciso seguir para chegar ao resultado esperado e, em geral, admite uma única solução (Gonçalves, Mosquera e Segura, 2007).

Há de se destacar o caráter idiossincrático do problema, isso quer dizer que não existem, objetivamente, problemas abstratos (exceto os chamados universais, sem solução), senão em função do sujeito que há de enfrentá-lo (Oñorbe, 2007). Nesse sentido, o problema é de quem o resolve e, o que constitui um exercício para um aluno pode ser um problema para outro aluno, ou vice-versa (Jessup, Oviedo e Castellanos, 2000).

Autores como Perales Palacios (2000) classificam até mesmo os exercícios como um tipo de problema fechado. Lopes (1994), por sua vez, destaca que exercícios e problemas podem ser pensados como extremos de uma linha contínua, em que partindo de situações meramente reprodutivas (os exercícios) progride-se para aquelas em que não se dispõe de um meio evidente para resolvê-las (os problemas). Essa última posição reforça o que Pozo (1998) discute a respeito do caráter não absoluto dessas categorias, pois, quando o aluno já tiver resolvido um problema diversas vezes, essa situação ficará reduzida a um exercício.

O sentido atribuído ao termo problema no cotidiano, na maioria das vezes, refere-se ao aspecto de uma situação ou questão por resolver, em

que a resolução implicará em um processo de tomada de decisões, seleção de procedimentos e execução de um plano. Sobre o termo problema, na perspectiva da Didática das Ciências, alguns autores fazem colocações importantes. Por exemplo, Oñorbe (2007) elenca algumas condições para a existência de um problema, dentre elas, a de que é preciso haver uma questão por resolver; a pessoa a qual se apresenta a questão está motivada para buscar a solução e não tenha uma estratégia imediata de resolução. Para Perales Palacios (2000) essa categoria encerra uma situação incerta que provoca em quem a vivencia uma conduta (a resolução do problema) que busca chegar à solução (resultado esperado) e reduzir essa dificuldade inerente à dita incerteza. Com base nestes aportes assumimos neste trabalho que a RP refere-se ao processo no qual mediante a uma situação incerta é esclarecida e implica, em maior ou menor medida, na mobilização de conhecimentos e procedimentos por parte daquele que a soluciona levando a reorganização da estrutura cognitiva, ou seja, um aprendizado.

Para a formulação de problemas a partir de exercícios de manuais escolares, Lopes (1994, p. 48) propõe as seguintes modificações que organizamos na tabela 1, abaixo:

Estratégias para a transformação de enunciados de exercícios em problemas
Aumentar o número de dados que são necessários para responder à(s) questão(ões) formulada(s)
Diminuir ou anular o número de dados explícitos que são necessários para responder à(s) questão(ões) formulada(s)
Retirar algumas ou todas as orientações para a resolução
Acrescentar informação à situação física apresentada no enunciado, no sentido de torná-la mais complexa

Tabela 1.- Estratégias para a formulação de problemas a partir de exercícios.

As investigações têm apontado que o fracasso dos estudantes na resolução de problemas pode ser atribuído a fatores externos a matéria disciplinar (Oñorbe e Sanchez, 1996), tais como referentes a aspectos cognitivos dos estudantes, falta de interesse, trabalho e preparação anterior. Outro aspecto a destacar é que a própria forma de se lidar com os fenômenos científicos, são causas de erros e dificuldades de aprendizagem.

Alguns autores utilizam a categoria “metodologia da superficialidade” para explicar o modo peculiar como os estudantes tratam de explicar fenômenos naturais: uma tendência geral a se tirar conclusões precipitadas, generalizar de maneira acrítica, baseado em experiências limitadas, ausência de dúvidas ou consideração de possíveis soluções alternativas, respostas rápidas e seguras baseadas em evidências do senso comum, por tratamentos pontuais (Gil-Pérez, 1993).

Podemos ainda relacionar, nessa perspectiva, que essa “metodologia da superficialidade” envolve até mesmo o modo como os estudantes resolvem problemas. Carrascosa (2005) apresenta algumas características da “metodologia da superficialidade” ou “metodologia do senso comum” associadas às práticas de resolução de problemas pelos estudantes, entre elas:

a) A tendência de contestar rapidamente levando a respostas precipitadas sem analisar o problema, quer dizer, sem uma reflexão prévia sobre aquilo que se pergunta. Não consideram as variáveis e como podem influenciar os conhecimentos relacionados com a questão etc.;

b) A comparação de magnitudes distintas, quer dizer, não considera a existência de possíveis ideias alternativas;

c) A utilização de fórmulas mecanicamente relacionando os dados apresentados no problema e a incógnita sem estabelecer o campo de validade; realizando cálculos para chegar a um resultado numérico sem considerar sequer a possibilidade de uma resolução literal. Isso leva também a não analisar os resultados numéricos e chegar a conclusões incoerentes;

d) A tendência em relacionar magnitudes mediante regras de três (proporcionalidade direta) em qualquer situação;

e) A atribuição de propriedades animadas (que na concepção bachelardiana (Bachelard, 1996) estariam relacionadas ao obstáculo epistemológico animista) a sistemas que não podem tê-las. O próprio ensino de ciências contribui para isto quando se utiliza acriticamente expressões tais como "tendência a adquirir estrutura eletrônica de gás nobre", "desejo por elétrons", "resistência a mudar de movimento" etc.;

f) A conformar-se com explicações parciais sem uma busca coerente entre o que se obtém ou se afirma ao contestar um problema ou uma pergunta e o corpo de conhecimentos teóricos de que se dispõe.

Como advogam alguns autores, o uso excessivo de exercícios, cria nos estudantes uma imagem distorcida das diferentes disciplinas científicas, que se convertem em uma coleção de fórmulas. Isto ocorre mais habitualmente em disciplinas como física e química (Gonçalves, Mosquera e Segura, 2007). Neste sentido, consideramos importante que o futuro professor não se atenha somente à proposição de exercícios habituais em suas aulas, mas que avance para novas propostas, dentre as quais, a elaboração de problemas a partir dos exercícios, como uma etapa inicial do processo de trabalho com a estratégia didática de RP.

Desta forma, entendemos como relevante propiciar situações ao futuro professor como a experiência de vivenciar de forma reflexiva o sentido de problema, a classificação e as etapas da estratégia. O presente trabalho, que é parte de uma pesquisa mais ampla, procurou investigar que sentidos os licenciandos de química atribuem aos termos "exercício" e "problema", como elaboram problemas a partir de enunciados habituais ou exercícios e ainda, como estabelecem diferenças e caracterizam cada uma dessas categorias. Participaram deste estudo 21 futuros professores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

Metodologia

A pesquisa apropriou-se de elementos de uma abordagem qualitativa, uma vez que se propôs interpretar o discurso (a fala, a escrita, os gestos e as ações) dos participantes. Entre estes critérios estão incluídos, por exemplo, o ambiente natural como fonte de dados; a forma dos dados sejam o discurso falado/escrito ou imagens e não números (embora estes

possam aparecer apenas como modo de organização e visualização dos resultados), incluindo transcrições de entrevistas, vídeos, documentos pessoais e, ainda se preocupar com os significados produzidos na investigação (Bogdan e Biklen, 1994).

Para os objetivos propostos, organizamos o percurso metodológico em três etapas, a saber: um levantamento de concepções dos licenciandos sobre as diferenças das categorias “problema” e “exercício”; a seguir, uma atividade de formulação de problemas a partir de exercícios habituais de química e, por último, uma prova pedagógica abordando a mesma habilidade de transformar exercícios em problemas. A seguir, explicamos melhor cada etapa do percurso metodológico.

Etapa 1: levantando concepções

Esta etapa teve por objetivo levantar concepções dos licenciandos sobre os termos “exercícios” e “problemas”, bem como características que distinguem tais categorias. Para esta finalidade, foi realizada uma atividade de comparação de pares de enunciados, que foram traduzidos e adaptados de Ramirez Castro, Gil-Pérez e Torregrosa (1994), os quais envolviam questionamentos de conteúdo químico tais como apresentamos na tabela 2, a seguir:

Situações (a)	Situações (b)
Calcule a concentração em mols por litro de íon cloro numa solução formada a partir da dissolução de 2,0g de NaCl em 1L de água?	Qual é a concentração de íon cloro da água da torneira?
Usando a equação dos gases ideais calcule a pressão do gás metano no interior de um cilindro de 45L onde contem 3,3Kg desse gás a 20°C.	Em um cilindro se introduz uma quantidade de metano. Qual é a pressão em seu interior?
Quantos litros de oxigênio medidos nas CNTP são necessários para a combustão de 100L de butano medidos nas mesmas condições?	Asfixiar-se-á uma pessoa que esteja dormindo em um apartamento no qual se queima gás em uma estufa?

Tabela 2.- Situações apresentadas aos licenciandos na atividade de levantamento de suas concepções sobre exercício e problema.

Nesta atividade, os licenciandos deveriam analisar os enunciados (chamados inicialmente desta forma), compará-los, primeiramente entre pares e ao final, o conjunto de “situações (a)” com o conjunto de “situações (b)”, a fim de que, durante a atividade fossem explicitados os sentidos que eles atribuíam aos termos exercícios e problemas.

As posições assumidas pelos participantes na forma dos seus discursos foram gravadas e transcritas. Estes discursos foram retomados em discussão coletiva contrastando aspectos das falas com as perspectivas adotadas para a diferenciação proposta, tomando como base o referencial teórico assumido em nosso estudo, estabelecendo-se uma negociação de significados em aula. Acrescentamos a essa discussão final a apresentação de uma tipologia dos problemas, principalmente, em abertos ou fechados (Lopes, 1994; Perales Palacios, 2000).

Etapa 2: transformando exercícios em problemas

Esta etapa teve com objetivo compreender como os licenciandos elaboram problemas a partir de enunciados habituais ou exercícios, em sua área de conhecimento. Para isto, propomos que eles transformassem um exercício habitual de química em um problema. Nesta atividade foi apresentada a seguinte questão, extraída e adaptada de Atkins e Jones (2001):

Situação proposta (exercício): Para neutralizar 25 mL de uma solução aquosa de ácido sulfúrico são gastos 37,5 mL de solução 0,5 mol/L de hidróxido de sódio. Qual a concentração em mol/L da solução de ácido sulfúrico?

As construções escritas dos licenciandos foram socializadas no grande grupo bem como gravadas em áudio e vídeo durante toda a atividade. Após esta etapa foram discutidos os elementos e estratégias para a transformação de exercícios em problemas, a partir das ideias dos licenciandos e contrastando-as com os aportes teóricos utilizados na investigação.

Etapa 3: Prova pedagógica

Nesta última etapa utilizamos uma prova pedagógica com o objetivo de identificar, nas respostas elaboradas pelos licenciandos, características do acompanhamento do processo de elaboração de problemas a partir de exercícios, considerando o referencial adotado na intervenção.

Utilizamos este instrumento por considerar que as provas pedagógicas têm o propósito de avaliar os resultados da aprendizagem (estado dos conhecimentos, hábitos e habilidades). Estas possibilitam sinalizar elementos para a verificação da aprendizagem dos participantes e, ao mesmo tempo fornecer subsídios para o professor e/ou pesquisador rever sua intervenção no processo de ensino e aprendizagem.

Pelo tipo de respostas que provocam, as provas pedagógicas são classificadas em provas de desenvolvimento, também denominadas de ensaio ou tradicionais e as provas de resposta breve ou objetivas (León *et al.*, 2001). Estas provas permitem ao avaliador conhecer o grau de domínio e profundidade que o participante possui com relação às temáticas abordadas ao expressar as ideias com clareza e precisão.

A seguir, apresentamos na tabela 3 os itens da prova pedagógica. A produção textual dos licenciandos nestas atividades e nos discursos produzidos a partir da gravação de áudio e vídeo constitui o nosso *corpus* de análise de dados qualitativos neste trabalho. Para a análise dos dados fizemos uso da Análise Textual Discursiva (ATD). Segundo Moraes e Galiazzi (2006; 2007), a ATD é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso. A análise de conteúdo, análise de discurso e a ATD são metodologias que se encontram num único domínio, a análise textual; mesmo que possam ser examinadas a partir de um eixo comum de características apresentam diferenças, sendo estas geralmente mais em grau ou intensidade de suas características do que em qualidade (Moraes e Galiazzi, 2007).

<p>Questão 1 - Leia os exemplos a seguir:</p> <p>Exemplo 1: Dissolve-se 0,5g de aspirina em 100mL de água. Qual a porcentagem em massa de ácido acetilsalicílico ($C_9O_4H_8$) na aspirina, se para neutralizar essa solução são necessários 8,9mL de uma solução 0,25mol/L de NaOH?</p> <p>Exemplo 2: Que porcentagem em massa de ácido acetilsalicílico há em uma Aspirina?</p> <p>A partir dos exemplos acima, responda as solicitações a seguir:</p> <p>- Classifique os exemplos 1 e 2 em exercício e/ou problema. Justifique sua resposta.</p>
<p>Questão 2 - Transforme o seguinte enunciado em um problema aberto e explique o tipo de estratégia que você utilizou para fazer isso.</p> <p>"O ácido cítrico (triprótico) tem uma constante de dissociação $K_c = 2,0 \times 10^{-5}$. Calcule a concentração em mols por litro e o grau de dissociação de uma solução aquosa de ácido cítrico de $pH = 5,2$".</p>

Tabela 3.- Itens da prova pedagógica.

Resultados e discussão

Organizamos os resultados e discussão da análise do processo em dois blocos correspondentes aos objetivos propostos na investigação. No decorrer da apresentação dos resultados, fazemos a discussão exemplificando elementos das unidades de significado produzidas nos discursos analisados, ou seja, recortes de transcrições literais de falas dos participantes que contenham elementos relevantes para a análise que se faz naquele bloco. Isso implica que dependendo do foco de análise, uma unidade de significado pode assumir diferentes sentidos.

Para a identificação dos participantes, "P" representa a fala do pesquisador e "A" uma fala do licenciando, que também pode ser "A1", "A2", "A3", quando for necessário indicar participantes diferentes. Nossos comentários aparecem entre parênteses nos discursos orais, a fim de situar-nos no contexto da discussão.

Ideias sobre os termos exercício e problema

Nesta categoria de análise estão reunidas as unidades de significado sobre os sentidos e elementos atribuídos aos termos exercícios e problemas, bem como as características que os diferenciam. Durante a atividade inicial, os participantes procuraram apresentar características que delimitariam um problema ao compararem as situações "a" e "b". A seguir ilustramos algumas unidades de significado que emergiram das falas:

A2: são situações mais abertas (referindo-se às situações 'b').

A1: Por que ele não dispõe de ferramentas necessárias, naquele momento pra resolver.

Assim, observou-se que os participantes apontavam para o caráter aberto das situações que representavam os problemas. Na fala de A1 apresentada acima, pode-se observar um aspecto importante e essencial desse tema de análise à luz das discussões da Didática das Ciências: o indivíduo nem sempre possui recursos necessários para resolver o problema (Lopes, 1994; Perales Palacios, 2000; Oñorbe, 2007).

Outra característica que os licenciandos destacaram refere-se à maior complexidade envolvida na resolução do problema em relação ao exercício, expressa a seguir por A4:

A4: [...] nas situações 'b' (referindo-se aos problemas) o aluno tem que pensar mais um pouco...

No contexto deste diálogo surge a opinião de que 'nos exercícios os estudantes devem aplicar técnicas treinadas previamente'. Assim, nossa intervenção foi no sentido de reconhecer a relevância de esclarecer a diferença entre técnica e estratégia na opinião deles. A seguir exemplificamos uma das unidades de significado que sinaliza esta opinião:

A1: No problema você vai criar um caminho para a solução, esse caminho é exatamente uma estratégia [...] a técnica é o que? É um conhecimento que você já tem e que você só vai treinar.

Ao analisarem as situações "a", os licenciandos atribuíram característica de exercícios fundamentando suas falas na presença de cálculos que envolvem a resolução, no caráter mecânico e memorístico que acompanham estas questões como podemos observar a seguir:

A3: As 'a' (referindo-se as situações 'a') são exercícios por que é mecânico.

A2: Por que envolve uma coisa direta; decorar as fórmulas.

A6: Pelo que eu entendi classificar uma situação como problema e outra como exercício é o fornecimento dos dados; quando ele fornece os dados isso se configura como um exercício [...]. Já um problema, não, ele pega os dados que ficam um pouco implícitos.

A1: Você já tem os dados todos prontos só pra colocar na equação [...] saber qual é a equação, só usar (referindo-se aos exercícios nas situações 'a').

O entendimento destas unidades de significado refere-se à presença de "signos numéricos" e a "habilidade de memorizar" para caracterizar as situações em exercícios ou problemas, levando os exercícios a uma conotação negativa e de pouca relevância no aprendizado dos estudantes. Entretanto, entendemos que dentre os objetivos dos exercícios existem habilidades importantes que envolvem o treinamento de rotinas, a operacionalização de conceitos ou ainda a prática de um procedimento padrão a ser repetido e utilizado posteriormente enfatizando a memorização. O que não concordamos é que a utilização de exercícios seja a única estratégia utilizada pelo professor.

Essa posição pode trazer consigo ainda, uma concepção arraigada dos estudantes considerarem equivocadamente como um "problema" se é dada toda a informação necessária e nada mais que a necessária, ou ainda que o mesmo devesse utilizar todos os dados por que nunca sobra nenhum e que não é preciso buscar outros por que não faltam (Oñorbe, 2007).

A continuação desta atividade baseava-se na negociação coletiva por parte dos participantes com relação aos objetivos didáticos do exercício e do problema. A maioria dos participantes não identificou estes nos exercícios sob um ponto de vista positivo e relevante no processo de aprendizagem,

destacando somente as “dificuldades pedagógicas” que envolvem a prática constante de utilizar somente exercícios nas salas de aula pelo professor. O recorte da fala de A3 ilustra essa posição:

A3: “o aluno fica acostumado a resolver o mesmo tipo de problema, (grifo nosso) aí quando chega na prova o professor muda só o texto[...] o aluno não vai saber mais responder[...] Por isso que é importante o problema que é pra forçar[...] e aí ele bota uma pergunta que pra você responder precisa saber a fundo o conceito[...] e aí você não tem como resolver o exercício ou o problema, que nesse caso é um problema.”

Primeiramente destacamos na fala de A3 que o participante confunde a palavra “problema” com “exercício”, tal como sublinhamos. De todos os participantes apenas um sinalizou um aspecto positivo do objetivo didático de utilizar exercícios com os estudantes:

A7: “[...] fixar o conteúdo, aprofundar.”

Ao tentar esclarecer as características dos problemas abertos e suas potencialidades, um dos licenciandos apresentou aspectos da resolução desses tipos problemas:

A2: “é por que é de forma direta nas situações ‘a’ você vai com a fórmula já calcula e pronto... nas ‘b’ você vai precisar de um embasamento teórico.”

A4: “Nas situações ‘a’ tá fechado, você tem uma única resposta, nas situações ‘b’ você pode ter várias respostas.”

Observa-se uma retomada do ponto citado como maior exigência cognitiva para quem resolve o problema e a “facilidade” que representa resolver exercícios. Destacamos aqui o resgate da tipologia dos problemas (abertos e fechados) e do número de soluções possíveis (Lopes, 1994; Perales Palacios, 2000).

Abordar o procedimento cognitivo-linguístico de caracterizar e diferenciar os termos exercícios e problemas consistia no objetivo específico da primeira questão da prova pedagógica. A seguir, na tabela 4 apresentamos recortes de alguns discursos representativos dentre os 21 licenciandos que responderam à questão e apontaram características dos exercícios e problemas, sendo agrupadas em categorias.

Da análise dessa questão 1 da prova pedagógica (vide etapa 3 do percurso metodológico) obtivemos as características apontadas pelos licenciandos para diferenciarem as terminologias “problema” e “exercício”. Os critérios de classificação dos exercícios enfatizaram a presença de signos numéricos (42,8% das respostas) que implicam, na visão dos licenciandos, procedimentos de resolução mediante a aplicação de fórmulas ou equações matemáticas. As categorias construídas e observadas na tabela 4 ilustram a preocupação dos licenciandos em construir suas justificativas para a delimitação dos termos exercícios e problemas, baseados nos aspectos procedimentais da resolução e na estética dos enunciados. Podemos destacar também a pouca ênfase dada aos objetivos pedagógicos dos exercícios.

Categoria	Indicadores	
	Exercícios	Problemas
Dados numéricos na questão	"são fornecidos dados numéricos" (A3, A18)	"a ausência de dados numéricos" (A5, A8, A9, A14)
Abordagem da situação	"o aluno fará a manipulação de fórmulas" (A3); "operação mecânica" (A6)	"o aluno deverá montar uma estratégia para resolver o problema" (A8)
Existência de ferramentas para resolução	"uso de habilidades ou técnica ou rotinas automatizadas como consequência da prática" (A5)	"não há uma forma rápida e direta de resolução" (A19)
Objetivos pedagógicos	"repetição de procedimentos" (A10)	"é necessário se levar em conta os conhecimentos prévios" (A12)
Tipo de resposta	"possui uma única solução" (A6)	"não existe apenas uma resposta" (A11, A19)

Tabela 4.- Categorização das características apontadas pelos licenciandos para os exercícios e para os problemas.

Estratégias para a formulação de problemas a partir de exercícios

Nesta atividade, os participantes transformaram a questão apresentada na etapa 2 do percurso metodológico, em um problema aberto. Ficou evidente nessa atividade que alguns dos participantes, apesar de terem visualizado as questões anteriores e seus respectivos problemas, no momento de propor suas situações não "aceitavam" a possibilidade de eliminar todos os dados numéricos de um exercício transformando-o em um problema aberto. Um dos licenciandos ao se deparar com estas dificuldades, solicitou que voltássemos as questões apresentadas na atividade 1 e a discussão foi retomada com relação as características dos problemas. A seguir são apresentados os recortes das falas:

A8: "[...] e como ele vai manipular os dados? [...] (referindo-se aos estudantes no contexto escolar). Por exemplo, essa 2 aí (referindo-se a situação 'b2' apresentada)... tem como resolver isso?"

A8: "Quando criar uma pergunta tem que dar os dados!"

A partir das colocações de A8, o licenciando A5 intervém na discussão explanando como compreendeu a retirada dos dados numéricos de um exercício transformando-o em um problema e ajudando o licenciando A8 a perceber como se organiza a estratégia:

A5: "é por que na verdade ele vai trabalhar em cima de hipóteses. Vamos supor que a pressão seja "x", vamos supor que a temperatura seja a ambiente."

A seguir procuramos reforçar para o licenciando A8 a necessidade de se retirar os dados de uma situação para que o aluno não se atenha ao "vício metodológico" de manipular diretamente os dados (Gil *et al*, 1992):

P: "Percebe agora? (se dirigindo a A8) como ele (o aluno) tem que fazer conjecturas, definir as coisas [...] ele pode nem definir valores [...] mas, variáveis, condições".

Apesar das colocações do licenciando A5 e do pesquisador, parece que o licenciando A8 não conseguiu “aceitar” essa abordagem alternativa de se propor problemas para o aluno:

A8: “Por isso eu digo que não tem como resolver (se não tivermos os dados na questão)”.

Esse comentário ilustra o que a literatura tem mostrado sobre as semelhanças existentes entre as concepções de professores e estudantes sobre o que é um problema: uma situação com dados, que tem uma resposta, obtida a partir da manipulação de fórmulas ou equações matemáticas e que, geralmente, aparecem no final das unidades (Lopes, 1994), ou que ainda a resolução se constitua um processo mecânico e automatizado, como mostram outras pesquisas envolvendo licenciandos e professores (Coronel e Curotto, 2008).

A partir da discussão retomamos a situação proposta com uma atividade em que se propunha ao licenciando partir de um exercício habitual de química e transformá-lo em problemas:

Situação proposta (exercício): Para neutralizar 25 mL de uma solução aquosa de ácido sulfúrico são gastos 37,5 mL de solução 0,5 mol/L de hidróxido de sódio. Qual a concentração em mol/L da solução de ácido sulfúrico?

Na tabela 5 apresentamos alguns problemas propostos pelos participantes e identificamos as respectivas estratégias utilizadas pelos licenciandos em suas produções.

Desta análise foi possível observarmos que nos problemas propostos pelos licenciandos predominaram a estratégia de retirada de signos numéricos. Em outras situações, são propostos contextos mais amplos, um reflexo da atividade vivenciada anteriormente na qual foi discutida a diferenciação dos termos “exercício” e “problema”. Alguns participantes insistiram em propor situações envolvendo dados:

A11: “Qual o volume de ácido sulfúrico neutralizado quando se usa 50% de hidróxido de sódio em excesso, sabendo-se que a concentração do ácido é a metade da concentração do hidróxido de sódio?”

Ou ainda de modo mais implícito:

A2: “Numa titulação com ácido sulfúrico, quantos mols são necessários para neutralizar “x” gramas de hidróxido de sódio?”

A posição dos licenciandos A11 e A2 pode estar refletindo uma dificuldade de aceitação da possibilidade de problemas abertos, ambíguos sem orientações para a resolução. Nesse sentido, a observação de Lopes (1994) é pertinente a respeito dos problemas tratados pelos cientistas serem análogos a tais situações: incertas e abertas que necessitam ser delimitadas para o estudo.

Apesar de nem todos os problemas propostos pelos participantes terem relação com o que foi solicitado na atividade, entendemos como positiva a iniciativa dos mesmos ao levarmos em consideração que não houve uma

desistência do participante diante da nova situação que lhe era proposta. Isto é, havia uma predisposição para a realização da atividade.

Lic.	Problema formulado	Tipo de estratégia utilizada
A8	"Para neutralizar uma solução de ácido sulfúrico é necessário uma certa (<i>sic</i>) quantidade de hidróxido de sódio. Qual o valor da concentração do ácido sulfúrico?"	Retira somente os dados numéricos
A4	"Em uma reação entre um ácido e uma base, geralmente forma-se sal e água. Qual a concentração do sal formado?"	Retira os dados numéricos e amplia o foco da questão
A13	"Sabendo-se que na chuva ácida há a presença de ácido sulfúrico, qual a concentração desse ácido na água da chuva?"	Retira os dados numéricos e insere a questão em um contexto mais amplo
A3	"Qual a concentração de ácido sulfúrico nas baterias de automóvel?"	
A9	"Num laboratório, um estudante de química, manipulando ácido sulfúrico, sofreu um acidente derramando ácido no seu braço. Qual o procedimento que o professor deveria adotar pra socorrê-lo?"	Retira os dados numéricos e insere a questão em um contexto mais amplo e modifica a perspectiva de resposta
A12	"Para aquelas pessoas que querem emagrecer o recomendado é comer frutas ao invés de massa, mas sempre há aquelas que preferem passar o dia sem comer, quando apresentam dores na barriga. Por que as pessoas apresentam esse problema, sabendo que nós produzimos ácido?"	Retira os dados numéricos e insere a questão em um contexto mais amplo, no entanto, oferece uma orientação para a resposta

Tabela 5.- Problemas formulados pelos licenciandos e suas respectivas estratégias utilizadas.

A questão 2 da prova pedagógica procurou analisar o mesmo aspecto da atividade supracitada. Em anexo apresentamos uma tabela contendo as respostas de alguns dos licenciandos e suas explicações para as estratégias utilizadas na transformação. Essa nova questão apresentava um exercício habitual de química que para encontrar a resposta precisamos realizar os seguintes procedimentos: calcular a concentração de íons hidrogênio no equilíbrio, escrever a equação de ionização do ácido cítrico e usar a constante de equilíbrio, relacionar com a concentração de íon hidrogênio dada pelo pH da solução e obter o grau de dissociação (vide etapa 3 do percurso metodológico).

Da análise dos dados observamos que as respostas a esta última questão e a formulação dos problemas caracterizaram-se por envolver as estratégias de somente retirar (ou diminuir) os dados numéricos (7 respostas) e a retirada dos dados com a inserção em um contexto ou ilustrando a questão (10 respostas). As propostas que mais se aproximaram de um problema de natureza aberta, ou seja, que apresentasse mais de uma solução possível (Lopes, 1994; Perales Palacios, 2000) foram as dos licenciandos A7 e A12 (Ver Anexos I e II).

Chamamos a atenção para o problema formulado por A8 que insere orientações para resolução ou ainda persiste a presença de dados numéricos, em A18, este último reescreveu o enunciado da questão, alterando apenas a ordem em que aparecem as solicitações (ver Anexos I e II). Podemos inferir disso uma dificuldade dos estudantes ou professores em formação para conceberem situações em que não existam dados numéricos para a resolução (Garret *et al.*, 1990; Lopes, 1994).

Ao explicar as estratégias utilizadas para transformar o exercício em um problema, os licenciandos remetem-se a justificar que os enunciados sem dados podem evitar o imediatismo dos estudantes em manipular fórmulas e números sem a adequada compreensão conceitual (Perren, Bottani e Odetti, 2004; Gonçalves, Mosquera e Segura, 2007) e que essa estratégia promove a possibilidade de várias respostas para a situação. As respostas dos licenciandos A10 e A15 demonstram essa potencialidade de procurar evitar o “operativismo mecânico”, sendo a deste último, bem sugestiva nesse sentido, o que demonstra uma boa compreensão das motivações da atividade (ver Anexo I).

Por fim, como parte final do processo da Análise Textual Discursiva apresenta-se, a seguir, um metatexto, que expressa um olhar nosso de pesquisadores sobre os significados e sentidos percebidos, constituindo-se um conjunto de argumentos de descrição e interpretação capaz de expressar uma compreensão em relação ao fenômeno investigado. Segundo o referencial teórico de análise (Moraes, 2003; Moraes e Galiuzzi, 2006; Moraes e Galiuzzi, 2007), a unitarização e a categorização encaminham a produção de um novo texto que combina descrição e interpretação. Nesse sentido, pode-se entender como uma das finalidades de construir um sistema de categorias, o encaminhamento de um metatexto (nossas conclusões), expressando uma nova compreensão do fenômeno investigado.

Conclusões

A Resolução de Problemas (RP) como estratégia didática ainda não é bem compreendida entre a maioria dos licenciandos e até mesmo professores em atividade e, resultados de algumas pesquisas têm corroborado essa ideia (Garret *et al.*, 1990; Martin, 1991; Lopes, 1994 etc.). Acreditamos que em razão disso, a estratégia de resolução de problemas ainda não atingiu um estágio de maturidade na prática de sala de aula. Uma das fragilidades reside na confusão conceitual acerca dos termos exercício e problema tornando-se assim uma dificuldade para os professores organizarem propostas didáticas da qual eles ainda não se apropriaram nem mesmo a nível conceitual.

Ao considerar que, se essa compreensão conceitual básica dos significados dos exercícios e dos problemas ainda carece de uma ampliação e fundamentação teórica, isso certamente influenciará no modo como os professores propõem problemas aos estudantes, como resolvem problemas e como interpretam as dificuldades dos estudantes nesse processo. Essas relações puderam ser inferidas no decorrer da pesquisa: a confusão conceitual que acompanha os termos seja por não saber diferenciá-los, seja por atribuir a um problema e sua resolução características dos exercícios,

implica uma visão limitada para se formular problemas e nas dificuldades em propor problemas abertos sem dados numéricos.

Estas conclusões nos permitem reforçar a importância da compreensão dos professores acerca dos sentidos atribuídos aos termos “exercícios” e “problemas” como aspecto primordial para as outras etapas da estratégia de RP. Do contrário, estaremos mascarando sob esse nome (o problema), práticas meramente repetitivas que se configuram mais como exercícios, o que acabará influenciando nos demais aspectos, envolvendo o planejamento de situações de resolução de problemas organizados para os alunos e a forma de abordagem das situações propostas.

Ao assumir estas condições, reconhecemos que as concepções dos professores e o papel que atribuem à resolução de problemas influenciam de forma substancial em seu ensino (Oñorbe, 2007). Se o problema é um exercício, e o exercício tem dados numéricos, tem uma maneira de resolver já conhecida, o novo “problema” que eles devem propor como atividade terá características similares porque para este professor será difícil compreender uma situação ambígua sem dados numéricos (Garret *et al.*, 1990; Lopes, 1994).

Concordamos com alguns autores ao afirmarem que o uso excessivo de problemas do tipo quantitativo ou exercícios (segundo a classificação feita por Perales Palacios e Cañal, 2000) cria nos estudantes uma imagem distorcida das diferentes disciplinas científicas, que se convertem em uma coleção de fórmulas. Isto ocorre mais habitualmente em disciplinas como Física e Química (Gonçalves, Mosquera e Segura, 2007). “Isolar os dados e aplicar a fórmula adequada”, como apareceu em alguns discursos dos licenciandos, ilustra uma característica da “metodologia da superficialidade” que envolve um formulismo e operativismo extremos que leva os estudantes a buscarem fórmulas nas quais estão representados os dados, sem consideram as variáveis e como podem influenciar os conhecimentos relacionados com a questão, etc. (Carrascosa, 2005).

Os resultados apresentados mostram que a partir de um conjunto de atividades que promovam a reflexão em um contexto de produção, os futuros professores de química puderam explicitar suas ideias, redefinir posições e avançar para novos significados, de modo que a proposta trouxe contribuições importantes para esse processo. Acreditamos que tudo isso constitui um passo inicial e primordial para a concretização do trabalho com a RP em sala de aula.

Referências bibliográficas

Atkins, P.W. e L. Jones (2001). *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman.

Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.

Bogdan, R.C. e S.K. Biklen (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto editora.

Cachapuz, A. et al. (2001). A emergência da Didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. *Revista portuguesa de educação*, 14, 1, 155-195.

Campanario, J.M. e A. Moya (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17, 2, 179-192.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Analisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 2, 183-208.

Carvalho, A.M.P. e D. Gil-Pérez (2009). *Formação de professores de Ciências*. 9 ed. São Paulo: Cortez.

Coronel, M.V. e M.M. Curotto (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7, 2, 463-479. Em: <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

Garrett, R.M.; Satterly, D.; Gil-Pérez, D. e J. Martinez-Torregrosa (1990). Turning exercises into problems: an experimental study with teachers in training. *Journal of science education*, 12, 1, 1-12.

Gil, D.; Torregrosa, J.M.; Ramírez, L.; Dumas-Carrée, A.; Gofard, M. e A.M.P. Carvalho (1992). questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno catarinense de ensino de física*, 9, 1, 7-19.

Gil-Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 11, 2, 197-212.

Gonçalves, S.M.; Mosquera, M.S. e A.F. Segura (2007). *La resolución de problemas en ciencias naturales: un modelo de enseñanza alternativa y superador*. Buenos aires: Editorial SB.

Jessup, M.N.; Oviedo, P.E. e R.P. Castellanos (2000). La resolución de problemas y la educación en ciencias naturales. *Pedagogía y saberes*, 15, 43-50.

León, I.N.; Simons, B.C.; Batista, G.G.; Fernández, F.A.; Dosil, C.G.; Sánchez, M.G.; Aguilera, A.R.; Zmud, A.F.M. e O.V. Alfonso (2001). *Metodología de la investigación educacional: segunda parte*. La habana: Pueblo y educación.

Lopes, J.B. (1994). *Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégia de ensino-aprendizagem*. Lisboa: Texto editora.

Martin, J.V.R. (1991) *La resolución de problemas de química como investigación: una propuesta didáctica basada en el cambio metodológico*. 411 f. Tese (Doutorado em Ciências Químicas) – Facultad de Ciencias, departamento de Química Física, Universidad del País Vasco.

Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, 9, 2, 191-211.

Moraes, R. e M.C. Galiuzzi (2006). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas fases. *Ciência & Educação*, 12, 1, 117-128.

Moraes, R. e M.C. Galiuzzi (2007). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Unijuí.

Oñorbe, A. (2007). Resolución de problemas. En M.P.J. Aleixandre (coord.) et al. *Enseñar ciencias*. (pp. 73-93). 2 ed. Madrid: Graó.

Oñorbe, A. e J.M. Sanchez (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física e química. I. Opiniones del alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 14, 2, 165-170.

Perales Palacios, F.J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las ciencias*, 11, 2, 170-178.

Perales Palacios, F.J. e P. Cañal (Orgs.) (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona: Marfil.

Perren, M.A.; Bottani, E.J. e M.S. Odetti (2004). Problemas cuantitativos y comprensión de conceptos. *Enseñanza de las ciencias*, 22, 1, 105-114.

Pozo, J.I. (coord.) (1998). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto alegre: Artmed.

Ramirez Castro, J.I.; Gil-Pérez, D. e J.M. Torregrosa (1994). *La resolución de problemas de física y de química como investigación*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación e Ciencia: CIDE.

Soussan, G. (2003). *Enseñar las ciencias experimentales: didáctica y formación*. Santiago: Oficina regional de educación de la UNESCO para a América latina y el Caribe.

Anexo 1.- Tabela contendo os exercícios transformados em problemas pelos licenciandos de A1 a A10 e suas respectivas explicações para o tipo de estratégia utilizada.

Lic.	Problema transformado	Explicação da estratégia
A1	“Algumas frutas são chamadas cítricas e apresentam um leve sabor azedo. Essas frutas como o limão e a laranja apresentam um componente chamado ácido cítrico. A presença desse ácido faz com que o pH dessas frutas seja menor que o da água pura [...] Além do ácido cítrico há outros ácidos em um copo de suco de laranja ou limão? Qual a quantidade de hidrogênios de ácidos em um copo de suco cítrico?”	“Retirei dados numéricos, inseri num contexto e retirei orientações para a resolução (em mol/L)”
A7	“Como se calcularia a concentração em mols por litro e o grau de dissociação de uma solução aquosa de ácido cítrico com uma constante de dissociação conhecida? Qual seria o pH desta solução?”	“retirar os valores numéricos, transformando o enunciado em um problema qualitativo.”
A8	“Encontre a concentração em mols por litro e o grau de dissociação do ácido cítrico em meio aquoso. <u>Verifique na literatura química o valor da constante de equilíbrio</u> (grifo nosso).”	“A estratégia foi de conhecer a capacidade que os alunos por si só possui de chegar a fórmulas literais.”
A10	“Qual deve ser a concentração do ácido cítrico de $K_c=2,0 \times 10^{-5}$ em alimentos como sucos ou outras bebidas industrializadas?”	“retirar o valor específico do pH <u>para inibir o uso direto de fórmulas ou conceitos</u> (grifo nosso). A amplitude do tema abordando alimentos faz com que o leitor que propõe-se a resolver pense em termos de outras variáveis [...]”

Anexo 2.- Tabela contendo os exercícios transformados em problemas pelos licenciandos de A11 a A20 e suas respectivas explicações para o tipo de estratégia utilizada.

A11	<p>“Uma jarra de suco de laranja comporta mais ou menos 5 copos de suco. Foi tomado 1 copo de suco e adicionou mais um copo de água a jarra. Qual a concentração e o grau de dissociação do ácido cítrico presente no suco de laranja, após a adição do copo de água?”</p>	<p>“foi a contextualização do enunciado, além de tornar o enunciado mais qualitativo, de forma que o aluno crie hipóteses antes de chegar a uma resposta concreta”</p>
A12	<p>“Algumas frutas como a laranja, limão e acerola são fontes de vitamina C, sabendo que são classificadas como frutas cítricas devido a presença do ácido cítrico em sua composição. Como podemos saber a quantidade desse ácido ao espremer uma laranja na água?”</p>	<p>“leva-se em consideração a discussão qualitativa, os conhecimentos e o contexto teórico. Nesse tipo de atividade não faz o uso de dados numéricos e as respostas são válidas.”</p>
A15	<p>Qual seria a concentração em mols por litro do ácido cítrico e o grau de dissociação de uma solução aquosa de ácido cítrico?</p>	<p>“Primeiro eu retirei todos os valores numérico's, <u>para que o aluno não pense logo nas fórmulas para resolver</u>, (grifo nosso). Isso fará com que o aluno use o seu raciocínio para pensar em como resolver este problema, ou seja, ele terá que ir atrás de algumas fontes (livros, internet, etc.), formular hipóteses, testar suas hipóteses, [...], e <u>a principal estratégia é fazer com que o aluno pense como resolver ao invés de ficar 'bitolado' ao uso de fórmulas e fazer exercícios de forma mecânica e decorada</u> (grifo nosso).”</p>
A18	<p>“Calcule a concentração em mols por litro do ácido cítrico (triprótico), sabendo que sua constante de dissociação $K_c=2,0 \times 10^{-5}$ em seguida calcule o grau de dissociação do ácido em uma solução aquosa com o $pH=5,2$. ” (não fez a transformação: praticamente reescreveu o enunciado)</p>	<p>“tentar mostrar uma abordagem didática de um enunciado mais aberto [...] poderá ajudar o aluno a encontrar novas maneiras de encontrar o resultado da questão [...]”</p>
A20	<p>“Determine a concentração em mols por litro e o grau de dissociação de uma solução de ácido cítrico.”</p>	<p>“Antes a questão era quantitativa e agora ela é quantitativa e aberta podendo ter várias formas para resolvê-la.”</p>