

ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA: UMA PROPOSTA DE DIVERSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Problematized experimental activity: a proposal for diversification of activities for science teaching

André Luís Silva da Silva [andreluis.quimica@ibest.com.br]

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Av. Pedro Anunciação, s/n - Vila Batista, Caçapava do Sul - RS, 96570-000

Paulo Rogério Garcez de Moura [paulomouraquim@bol.com.br]

Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ

Rodovia Municipal Jacob Della Múa, km 5.6, s/n - Parada Benito, Cruz Alta - RS, 98020-290

José Cláudio Del Pino [delpino@yahoo.com.br]

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Rua Ramiro Barcelos, 2600 - Prédio Anexo, Porto Alegre - RS, 90035-003

Resumo

Discute-se nesse artigo a apresentação e realização de uma atividade experimental, envolvendo a densidade de metais elementares e de ligas metálicas, desenvolvida junto a um grupo de doze professores de Ciências, atuantes nas séries finais do ensino fundamental, vinculados à Rede Municipal de Cruz Alta/RS. Essa experimentação é defendida sob uma perspectiva problematizada, que sugere uma articulação entre objetivo experimental, proposição de problemas e diretrizes experimentais. O contexto dessa proposta foi um projeto de formação continuada de professores, denominado *Projeto Ciência e Consciência Cidadã*, desenvolvido nos anos de 2011 e 2012 para com esse público-alvo, que integrou a tese de doutoramento de dois autores do presente artigo. A metodologia de trabalho descrita ocorreu a partir de uma pesquisa-ação fundamentada em Thiollent (2011); a coleta e análise de dados se deram sob uma interpretação aberta em Análise Textual Discursiva dos discursos dos professores, conforme os argumentos de Moraes e Galiuzzi (2007). Verificou-se possibilidades de utilização da experimentação, a partir de um caráter problematizado, como uma proposta de diversificação das atividades para o ensino de Ciências, tendo em vista a construção de um conhecimento pautado na inventividade lógica e na resolução de problemas.

Palavras-chave: Atividade Experimental Problematizada, Ensino, Ciências.

Abstract

It is argued that Article to the presentation and implementation of an experimental activity involving the density of elemental metals and metal alloys, developed with a group of twelve Science teachers, working in the final years of elementary school, linked to the Municipal Education of Cruz Alta/RS. This experimentation is held under a problematized perspective, suggesting a link between experimental purpose, proposition problems and experimental guidelines. The context of this proposal was a project of continuing education teachers, called *Project Science and Public Awareness*, developed in the years 2011 and 2012 towards this target audience, which was part of the doctoral thesis of the two authors of this article. The described work methodology occurred from an action research based on Thiollent (2011); data collection and analysis were under an interpretation open in Discursive Textual Analysis of speeches of the teachers, according to the arguments of Moraes and Galiuzzi (2007). There was use of experimentation possibilities, from a questioned character, a proposal for a diversification of activities for the teaching of science in order to build a guided knowledge in logic ingenuity and in solving problems.

Key words: Problematized Experimental Activity, Education, Sciences.

Fundamentação Teórica

O embasamento teórico-prático que subsidiou a proposta desenvolvida e apresentada nesse artigo é pautado em fundamentos de uma Atividade Experimental Problematizada, a qual propõe uma articulação metodológica entre objetivo experimental, proposição de problemas e diretrizes experimentais. Esse embasamento teórico-prático será apresentado e discutido no decorrer desse texto. Foram também utilizados elementos de pesquisa-ação (THIOLLENT, 2011), no que tange à metodologia empregada na pesquisa, e de Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007), com relação à apresentação e discussão dos dados.

Pesquisas apontam que é de entendimento dos professores de Ciências o fato da experimentação desenvolver um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização para com determinadas temáticas científicas (SANTOS; SCHNETZLER, 1996). Na fala dos alunos também costuma aparecer a experimentação como um caráter motivador e auxiliar em seu processo de aprendizagem (MERÇO, 2003). De modo geral, tanto professores como alunos apontam que a experimentação no ensino potencializa a capacidade de aprendizagem, visto que contribui para a superação de obstáculos cognitivos na compreensão de temas científicos, não somente por proporcionar interpretações específicas, mas também por sua natureza investigativa. Além disso, é notável que uma experimentação auxilia na manutenção da atenção dos alunos aos conceitos em discussão. Para muitos profissionais da área do ensino de Ciências a experimentação chega a ser vista como promotora incondicional do processo de aprendizagem (SILVA; ZANON, 2000).

Entretanto, mesmo que a atividade prática seja reconhecida como um recurso útil para a aprendizagem escolar, estudos mostram que muitos professores ainda possuem uma visão simplista a respeito da experimentação, que perpassa por uma função comprobatória a determinadas teorias, sob uma perspectiva de dicotomia entre teoria e prática, em vez de apresentar um caráter naturalmente investigativo. Essa concepção pode conduzir esse processo à proposição de atividades experimentais que pouco contribuam para uma aprendizagem significativa (HODSON, 1998; ZANON, 2000; FILHO et al, 2008). A experimentação que se defende nesse referencial, em contrapartida, deve servir como um instrumento de construção de conhecimento, e não simplesmente como uma sequência de atividades a serem seguidas cronologicamente e com rigorosidade. Quando um aluno entra em laboratório esperando por resultados previamente conhecidos, com um roteiro rigidamente estabelecido, dificilmente questionará os resultados encontrados, uma vez que não compreende efetivamente as razões de suas ações, e assim não se surpreenderá com seus produtos resultantes. Desse modo, essas proposições, mesmo que desenvolvidas pelo próprio aluno, carecem de um aspecto capaz de desenvolver nele uma curiosidade epistemológica.

Um processo pedagógico problematizado, em contrapartida, é capaz de deflagrar no aprendiz uma curiosidade cada vez maior, e, quanto mais crítico é o ato do aprendizado, mais a curiosidade torna-se epistemológica (FREIRE, 2005). Para tanto, é imprescindível se considerar a importância da compreensão sobre as ações realizadas em uma experimentação. Para Hodson (1998), numa aula prática o importante é o desafio cognitivo que o experimento oferece e não o manuseio de equipamentos e vidrarias.

Na perspectiva de uma Atividade Experimental Problematizada, o próprio problema apresentado pode despertar no aluno motivação, interesse, desafio intelectual e capacidade de discussão e de articulação de ideias, promovendo a autoconfiança necessária para que ele busque apresentar explicações aos fenômenos observados. Para que essa metodologia de trabalho possa ser empreendida, o professor não deve fornecer respostas prontas, ou um resultado prévio ao qual se deseja chegar, mas novos questionamentos, com o intuito do aluno formular e reformular seu próprio entendimento, tornando-se sujeito de sua aprendizagem (CARVALHO et al, 2007). Nessa

dinâmica, o professor passa a ter a função de questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos seus alunos, auxiliando-os na exploração, desenvolvimento e modificação de suas concepções, para que eles sugiram hipóteses e possíveis soluções aos problemas com os quais se deparam (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004; HODSON, 1994).

A partir dessa concepção, a Atividade Experimental Problematizada deve propiciar aos alunos a possibilidade de autonomia e protagonismo, ao realizar registros, discutir resultados, levantar hipóteses, avaliar possíveis explicações e discutir com o professor as razões e as etapas do experimento. Essa atividade, contudo, deve ser sistematizada, visando despertar nos alunos uma análise reflexiva desde sua origem, capacitando-os a tornarem-se sujeitos de sua própria aprendizagem. Sob essa ótica, a função do professor não mais se restringe ao sujeito fornecedor das respostas e das certezas. Antes, deve problematizar com seus alunos as observações deles, suas leituras do experimento, auxiliando-os a reconhecer a necessidade sempre constante de outros conhecimentos e, por conseguinte, a importância da pesquisa, na busca por uma significativa interpretação dos resultados experimentais.

A interpretação de cada experiência é tentada pelos alunos e pelo professor, à medida que a própria curiosidade do aluno leve este a chamar o professor e perguntar-lhe o que está ocorrendo. É claro que muitas vezes ocorre ao professor não conseguir interpretar de imediato o que se passa, mas é justamente aí que a aula fica mais rica. É nesse momento, em que aluno e professor põem as suas cabeças a trabalhar em conjunto, que o aprendizado se dá com maior intensidade. É nesse momento que o aluno participa intensamente da aula e aprende (ZUCCO, 2007, p. 77).

O aporte teórico da Atividade Experimental Problematizada defendida nesse artigo define os alunos como sujeitos que produzem conhecimento, no qual o professor assume a função de orientador desse processo, cuja genuinidade é específica, mas aberta. Cabe assim a constante supervalorização das perguntas e subvalorização das respostas, em um processo dinâmico e complementar. Em concordância ao que destaca Santos (2008, p. 126), “o papel do professor não está em revelar a realidade dos educandos, mas em ajudá-los a desvendar a realidade por si só”. Sob esse enfoque, torna-se oportuno a compreensão de que o objetivo da experimentação não deve ser visto como formação ou doutrinação do aluno a agir de modo único, mas despertar nele uma concepção crítica e reflexiva, que o auxilie, tanto na compreensão do fenômeno em si como em sua própria realidade contextual. Desse modo, considera-se a possibilidade dos alunos em estabelecer conexões cognitivas entre a atividade realizada experimentalmente e os conhecimentos conceituais correlacionados aos temas tratados.

Com relação à metodologia empregada na atividade relatada nesse artigo, utilizou-se fundamentos de uma pesquisa-ação, conforme os argumentos de Thiollent (2011), onde esse autor define o processo da pesquisa-ação como...

[...] um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2011, p. 20).

A partir dessa concepção teórica, uma pesquisa-ação permite uma interação entre pesquisado e pesquisador, de modo que se torna possível “estudar dinamicamente os problemas, decisões, ações, negociações, conflitos e tomadas de consciência que ocorrem entre os agentes durante o processo de transformação da situação” (THIOLLENT, 2011, p. 25-26). Com base nessa perspectiva, pesquisadores e pesquisados passam a ser vistos como um todo, em uma conjectura dinâmica e permissiva a diferenciadas interpretações no que se refere à possíveis respostas aos objetivos previamente determinados.

Com relação à apresentação e à análise dos dados apresentados nesse artigo, utilizou-se argumentos em Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007), a partir de uma interpretação aberta de seus pressupostos teóricos, segundo a qual os discursos de determinado público-alvo são transcritos e categorizados, em “um processo de natureza classificatória em que as unidades de significado são agrupadas de acordo com as suas semelhanças” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 78). Sob esse enfoque, acredita-se ser possível a identificação de discursos específicos, cuja centralidade esteja diretamente vinculada a objetivos pontuais, os quais muitas vezes encontram-se implícitos em um texto.

Materiais e Métodos

A atividade experimental relatada nesse artigo foi apresentada a um grupo de doze professores de Ciências, atuantes nas séries finais do ensino fundamental, vinculados à Rede Municipal de Cruz Alta/RS. O contexto desse trabalho foi um projeto de formação continuada de professores, desenvolvido pelos autores junto a esse público alvo nos anos de 2011 e 2012, denominado *Projeto Ciência e Consciência Cidadã*, o qual integrou a tese de doutoramento de dois dos autores do presente texto. Essa atividade foi desenvolvida na Universidade Aberta do Brasil (UAB), no município de Cruz Alta.

O levantamento de dados para discussão foi realizado a partir do registro de áudio e imagem e da observação direta das atividades desenvolvidas pelo público-alvo, sob uma constante interação entre pesquisadores e pesquisados, conforme argumentos de Michel Thiollent (2011). A análise desses dados ocorreu tendo em vista uma interpretação aberta das proposições de Roque Moraes e Maria do Carmo Galiazzi (2007) da técnica denominada pelos mesmos de Análise Textual Discursiva (ATD), na qual busca-se agrupar unidades de significados a partir de sua semelhança, tendo em vista os objetivos previamente determinados.

Passa-se nesse momento ao relato da metodologia proposta aos professores integrantes do público-alvo, seguindo-se por uma discussão a partir das concepções desses professores com relação à pertinência da experimentação realizada e de possibilidades de utilização dessa proposta em suas unidades de ensino, tendo em vista os moldes de uma Atividade Experimental Problematizada, conforme as discussões teóricas apresentadas, as quais a subsidiam e para as quais busca-se expor uma exemplificação nas páginas que seguem.

O objetivo experimental

A experimentação proposta ao público-alvo ocorreu sob forma dialogada, apresentada por slides, tendo como título *Determinação da Densidade de Metais Elementares e de Ligas Metálicas*. Inicialmente, tratou-se de caracterizar seu principal objetivo experimental: a determinação da densidade de seis metais em estado sólido, a saber, ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), estanho (Sn), alumínio (Al) e chumbo (Pb), e a densidade de três ligas metálicas, a saber: um parafuso, um botão e um fragmento de cobertura residencial.

A Proposição de Problemas

O objetivo experimental foi sugerido para se responder a duas problematizações: (1°) *Qual é o metal que se apresenta em um mais elevado grau de pureza?* (2°) *Qual composição metálica poder-se-ia encontrar em cada liga, e qual não se poderia encontrar?*

Correlações entre objetivo e problemas

Uma correlação entre o objetivo experimental e o primeiro problema proposto pode ser melhor caracterizado a partir do Quadro 1, o qual foi apresentado ao público-alvo quando da explanação da atividade. No mesmo, inicialmente pode-se ver que são propostas três medições para

a massa e, igualmente, três medições para o volume de cada metal, para que então se possa chegar em um valor para sua densidade média, a partir dos procedimentos descritos na sequência desse artigo. Ainda encontramos no Quadro 1 uma coluna a ser preenchida referente ao percentual de pureza dos metais utilizados, que pode ser deduzido a partir da correlação entre a densidade calculada e a densidade teórica de cada metal, encontrada na Tabela Periódica dos Elementos (TPE), mostrada na penúltima coluna desse mesmo quadro.

Quadro 1. Primeiro problema proposto (sem valores experimentais).

metal	m1	m2	m3	V1	V2	V3	d1	d2	d3	d m	d	%
											TPE	pureza
	(g)			(cm ³)			(g/cm ³)					%
Fe											7,86	
Cu											8,96	
Zn											7,14	
Sn											7,30	
Al											2,70	
Pb											11,3	

O objetivo experimental foi articulado ao segundo problema proposto para o público-alvo a partir do Quadro 2, no qual propõe-se a dedução de uma composição possível e de outra *impossível* para cada uma das ligas metálicas, a partir da sugestão da determinação de seu valor de densidade.

Quadro 2. Segundo problema proposto (sem valores experimentais).

liga metálica	massa (g)	volume (cm ³)	densidade (g/cm ³)	composição	
				possível	impossível
parafuso					
botão					
cobertura					

A articulação entre o objetivo experimental e os dois problemas propostos, discutida nesse artigo, pode ser vista na Figura 1, sob a forma de um mapa conceitual.

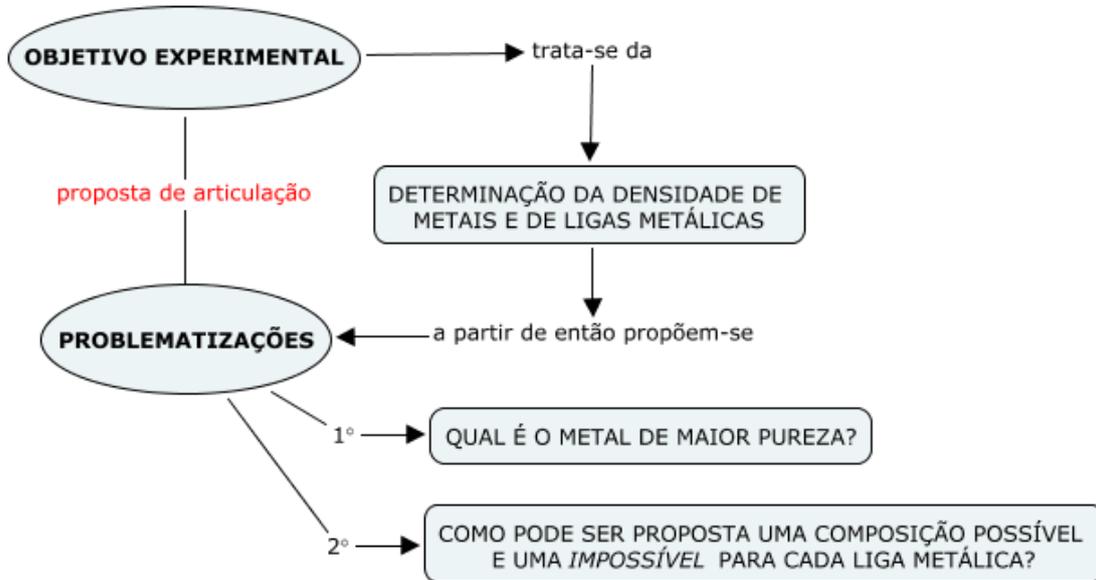


Figura 1. Proposta de articulação entre objetivo experimental e problematizações.

A partir dessas considerações, passou-se então para a apresentação de diretrizes experimentais, o que não é visto como um fator limitador da experimentação, mas como uma metodologia necessária, que promove o estabelecimento das primeiras ações práticas, o que favorece a compreensão dos objetivos propostos e incentiva uma discussão entre os integrantes do grupo de trabalho anterior às suas ações, fundamentais para organização das ideias individuais e estabelecimento de uma ação conjunta.

As diretrizes experimentais

Denominam-se de diretrizes experimentais um roteiro de ações práticas vinculado ao objetivo experimental, mas que não oferece respostas diretas aos problemas propostos. Essa perspectiva teórica de articulação entre *objetivo experimental*, *proposição de problemas* e *diretrizes experimentais* é mostrada na Figura 2, sob a forma de um mapa conceitual.

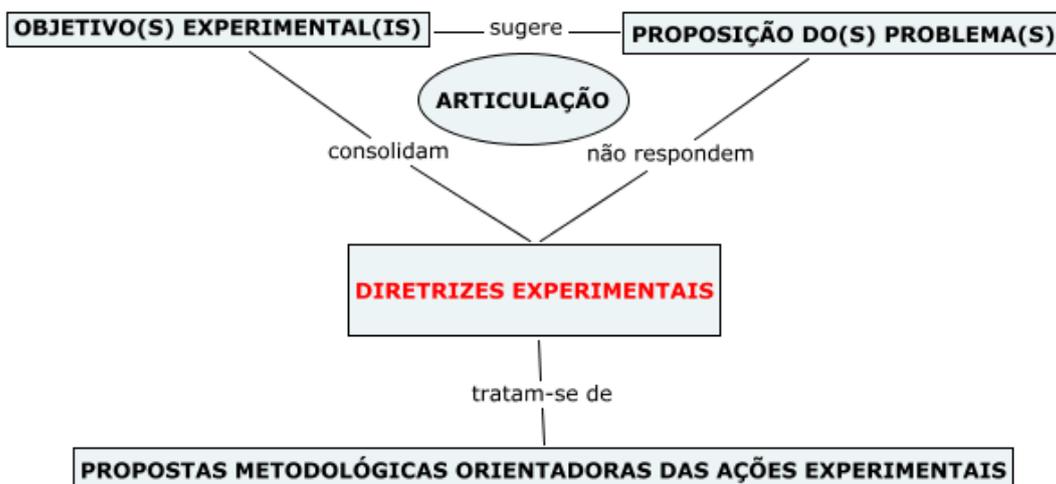


Figura 2. Articulação teórico-prática defendida ao longo do texto.

Com relação à atividade experimental descrita nesse artigo, a metodologia de trabalho apresentada aos professores nos faz acreditar que a mesma pode ser desenvolvida junto a um grupo de alunos, na componente curricular de Ciências, em qualquer seriação. Com relação aos materiais, são necessários uma balança para medição da massa (Figura 3a), e provetas para medição do volume (Figura 3b).

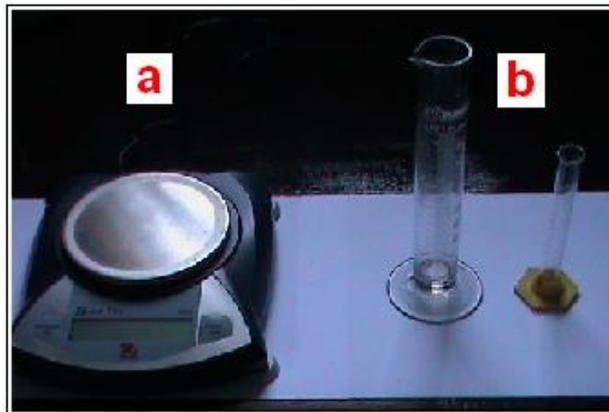


Figura 3. Instrumentos para medição de massa e volume.

Entretanto, caso a unidade de ensino não disponha de ambos materiais, esses podem ser adaptados ou mesmo substituídos, conforme as condições locais de infraestrutura e o estabelecimento de objetivos paralelos, aliados à criatividade dos proponentes e executores das ações. Assim, a medição da massa em padarias ou supermercados e a medição do volume por meio de utensílios domésticos poderiam ser caminhos alternativos.

Os metais utilizados na experimentação são mostrados na Figura 4, na qual também podem ser vistas as ligas metálicas. Tratam-se de materiais obtidos a partir de fragmentos cotidianos, como, por exemplo, ferramentas, chapas, materiais para soldas, utensílios de cozinha, etc, não levando-se em consideração sua pureza química, o que corrobora com a perspectiva de aplicação desta experimentação em outros ambientes educacionais.



Figura 4. Fragmentos metálicos e ligas.

Com relação ao objetivo experimental proposto, a partir das orientações do Quadro 1, propôs-se que se caracterizasse três porções distintas de cada amostra metálica para medição direta de sua massa, em gramas (g), por meio de balança, chegando-se assim a três valores distintos para a massa de cada metal, ou seja, m_1 , m_2 e m_3 . Com relação ao volume, o mesmo, por tratar-se de objetos assimétricos, poderia ser determinado de modo indireto, a partir da calibração de uma proveta com determinado volume de água. Ao se introduzir o metal sólido nessa proveta, o mesmo ficará submerso devido a apresentar maior densidade do que a do líquido (1 g/cm^3 sob condições ideais), deslocando com isso determinado volume de água de sua aferição inicial, e proporcionando uma leitura para o volume metálico, conforme é mostrado na Figura 4, no caso do metal chumbo, em (a) antes e em (b) após a inserção do fragmento metálico na proveta.

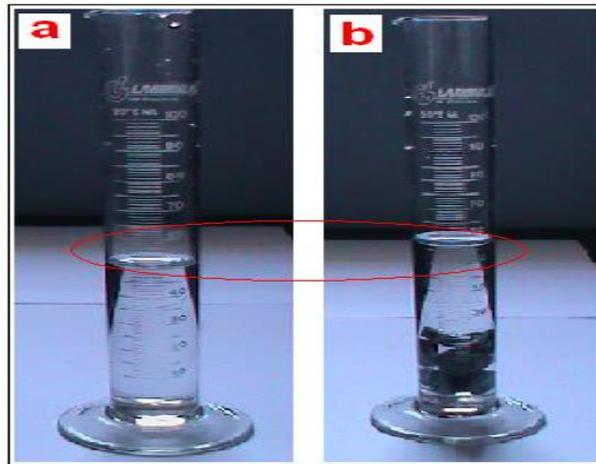


Figura 4. Medição indireta de volume dos metais e ligas.

Dessa forma, a diferença entre o volume inicial de líquido na proveta (antes da inserção do metal) e o volume final (após), indiretamente mostra o volume, em centímetros cúbicos (cm^3), do fragmento metálico. Tendo sido isoladas três massas distintas para cada amostra, chegar-se-ia dessa forma a três volumes distintos, ou seja, V_1 , V_2 e V_3 .

A partir dos dados empíricos, a densidade para cada um dos metais poderia ser obtida pelo quociente entre a massa e o volume de cada um dos sistemas (m_1/V_1 , m_2/V_2 e m_3/V_3), chegando-se a d_1 , d_2 e d_3 , conforme o Quadro 3, onde d = densidade (g/cm^3), v = volume (cm^3) e m = massa (g).

Quadro 3. Densidade, quociente entre massa e volume.

$$d = \frac{m}{v}$$

Assim, a média entre as três densidades, $(d_1 + d_2 + d_3) / 3$, mostraria a densidade determinada experimentalmente para cada uma das amostras metálicas, identificada no Quadro 1 como d_m .

Com relação ao primeiro problema proposto, caberia aos professores relacionar os resultados obtidos experimentalmente com os valores encontrados na TPE, e então desenvolver uma estratégia que os permitissem chegar ao grau de pureza para cada metal.

Com relação às ligas metálicas e ao segundo problema proposto, foi sugerido ao público-alvo que utilizasse da mesma metodologia anterior para determinação da densidade de cada amostra, para que então pudessem encontrar, a partir dos dados levantados em resposta à primeira problemática, uma alternativa de possibilidade e de uma *impossibilidade* de dupla de metais que poderia estar presente em cada uma das ligas.

Resultados Experimentais

Os professores estabeleceram três grupos de trabalho com quatro componentes cada, e iniciaram a atividade com uma breve discussão em seus grupos. As ações se deram basicamente conforme as diretrizes experimentais sugeridas, com medição de massa e volume para três sistemas distintos de cada metal. Dessa forma, logo chegaram a resultados que satisfizeram a primeira parte

do objetivo experimental proposto, um valor de densidade média para cada metal. Os dados obtidos encontram-se no Quadro 4.

Quadro 4. Parte inicial do objetivo experimental (com valores experimentais).

metal	m1	m2	m3	V1	V2	V3	d1	d2	d3	d m	d	%
											TPE	pureza
	(g)			(cm ³)			(g/cm ³)				%	
Fe	105,5	70,40	58,10	1,3	8,0	7,5	8,12	8,80	7,75	8,22	7,86	
Cu	10,12	9,72	8,51	1,5	1,2	1,0	6,75	8,10	8,51	7,79	8,96	
Zn	16,65	15,38	14,56	2,5	2,1	2,0	6,70	7,32	7,30	7,11	7,14	
Sn	10,28	9,53	9,19	1,8	1,5	1,0	5,71	6,35	9,19	7,10	7,30	
Al	12,90	9,80	6,67	4,5	4,0	3,0	2,86	2,45	2,25	2,52	2,70	
Pb	68,61	42,85	25,78	6,5	4,5	1,5	10,55	9,52	17,18	12,4	11,3	

Com relação às ligas metálicas, segunda parte do objetivo experimental proposto, suas massas e volumes foram empiricamente determinados, e sua densidade calculada, conforme as proposições do Quadro 3. Os valores obtidos são mostrados no Quadro 5.

Quadro 5. Parte final do objetivo experimental (com valores experimentais).

				composição	
liga	massa	volume	densidade	possível	impossível
metálica	(g)	(cm ³)	(g/cm ³)		
parafuso	12,2	1,20	10,2		
botão	3,55	1,00	3,55		
cobertura	21,9	2,50	8,77		

A partir de então os professores passaram a refletir sobre os dois problemas propostos, e possibilidades de preenchimento das colunas abertas dos Quadros 4 e 5. Com relação ao primeiro, logo chegaram na hipótese de que poderiam relacionar a densidade média calculada para cada metal com sua densidade teórica obtida a partir da TPE (o que é mostrado no Quadro 4), e assim, por

meio de uma regra de três simples (Quadro 6), poderiam chegar ao valor referente ao grau de pureza de cada metal.

Quadro 6. Regra de três simples para cálculo do percentual de pureza metálico.

<p>MAIOR VALOR DE DENSIDADE (A) _____ 100%</p> <p>MENOR VALOR DE DENSIDADE (B) _____ X</p> <p style="text-align: right;">$X = (B \times 100) / A$</p>
--

Dessa forma, os professores chegaram ao grau de pureza para cada metal utilizado, e, conseqüentemente, à conclusão de que o zinco era o metal de maior pureza, solucionando ao primeiro problema proposto. Os dados obtidos são mostrados no Quadro 7, em completude às proposições apresentadas no Quadro 1.

Quadro 7. Resultados referentes ao primeiro problema proposto.

metal	m1	m2	m3	V1	V2	V3	d1	d2	d3	d m	d	%
	(g)			(cm ³)			(g/cm ³)					%
											TPE	pureza
Fe	105,5	70,40	58,10	1,3	8,0	7,5	8,12	8,80	7,75	8,22	7,86	95,74
Cu	10,12	9,72	8,51	1,5	1,2	1,0	6,75	8,10	8,51	7,79	8,96	87,33
Zn	16,65	15,38	14,56	2,5	2,1	2,0	6,70	7,32	7,30	7,11	7,14	99,56
Sn	10,28	9,53	9,19	1,8	1,5	1,0	5,71	6,35	9,19	7,10	7,30	97,26
Al	12,90	9,80	6,67	4,5	4,0	3,0	2,86	2,45	2,25	2,52	2,70	93,33
Pb	68,61	42,85	25,78	6,5	4,5	1,5	10,55	9,52	17,18	12,4	11,3	91,12

Com relação ao segundo problema proposto, a determinação de uma composição possível e de outra *impossível* para cada liga metálica, após alguns minutos de debate, os grupos de trabalho chegaram à seguinte hipótese: para que uma liga possa conter em sua composição uma determinada mistura metálica, sua densidade precisa ser intermediária à de seus metais constituintes. Se estiver acima ou abaixo deste valor é porque a mistura escolhida não é passível de formar a liga metálica particular. Dessa forma, pressupondo-se que cada liga seja formada por apenas dois metais, torna-se possível a sugestão de uma possibilidade de constituição para cada, assim como de uma *impossibilidade*, o que é mostrado no Quadro 8, em completude às proposições apresentadas no Quadro 2.

Quadro 8. Resultados referentes ao segundo problema proposto.

liga metálica	massa (g)	volume (cm ³)	densidade (g/cm ³)	composição	
				possível	impossível
parafuso	12,2	1,20	10,2	Fe-Pb	Cu-Zn
botão	3,55	1,00	3,55	Al-Sn	Zn-Sn
cobertura	21,9	2,50	8,77	Zn-Pb	Zn-Al

Com isso, ambos problemas estavam solucionados: o metal de maior grau de pureza é o zinco, e as ligas metálicas parafuso, botão e *cobertura* podem ser formadas, respectivamente, pela combinação Fe-Pb, Al-Sn e Zn-Pb, e não podem ser constituídas, respectivamente, pela combinação Cu-Zn, Zn-Sn e Zn-Al.

A partir desse instante, passa-se às considerações dos professores integrantes do público-alvo com relação às possibilidades de utilização desta experimentação, considerando-se as adaptações necessárias, em suas unidades de ensino, tendo em vista, sobretudo, sua natureza problematizada, a partir de uma análise textual de suas falas.

Resultados e Discussões

Durante e após o desenvolvimento das atividades experimentais, acompanhou-se e registrou-se as falas dos professores envolvidos no processo, e, a todo momento, dialogou-se com os mesmos. Tendo em vista a natureza metodológica desse artigo, como resultado de uma pesquisa-ação, considerar-se-á, a partir de agora, as contribuições teóricas que visam a responder ao objetivo seu central, ou seja, uma avaliação das considerações dos professores envolvidos na experimentação quanto à possibilidade de aplicação dessa, em suas realidades de ensino, em perspectivas de uma Atividade Experimental Problematizada.

Logo após as ações experimentais, que, em conjunto com a apresentação da proposta, perfizeram aproximadamente 80 minutos, abriu-se espaço nos grupos de trabalho para um diálogo reflexivo, o qual se desenvolveu em aproximadamente 100 minutos. Considera-se esse momento imprescindível quanto ao oferecimento de condições capazes de consolidar a aprendizagem dos elementos tratados experimentalmente. A discussão em questão foi pautada basicamente por duas perspectivas teóricas: as possibilidades de aplicação da experimentação realizada nas unidades de ensino dos professores envolvidos e suas eventuais contribuições ao ensino de Ciências.

Os professores, em um primeiro momento, apontaram dificuldades eventuais em levar a experimentação desenvolvida às suas realidades educacionais, em uma concepção inicial de replicação da mesma, com relação tanto a elementos de infraestrutura como conceituais (compreensão dos alunos a partir de sua faixa etária). Isso pode ser percebido a partir de suas falas, mostradas abaixo em alguns trechos *recortados*:

Professor (P): Eu achei a experimentação boa, de fácil execução, mas eu não disponho na minha escola dos materiais utilizados.

P: Eu não tenho balança na minha escola, e nem os reagentes necessários.

Essa concepção, a de replicar-se uma experimentação, independentemente de seu contexto real, pode ser vista em um primeiro momento quase como uma condição imposta, mas, paulatinamente, percebe-se que adaptações são na maioria das vezes necessárias. Mostraram-se então alternativas capazes de oferecer perspectivas de adaptação da técnica utilizada, o que vai ao encontro de seu caráter problematizado. Essa argumentação foi bem recebida pelo público-alvo, e até mesmo complementada pelos seus discursos que se seguiram:

Proponentes da Ação (PA): Cabe ressaltar que essa experimentação possui como objetivo central responder a uma problematização imposta ao grupo de trabalho. Sendo assim, deve ser adaptada quanto às condições de infraestrutura existentes na própria escola, uma vez que os problemas possivelmente não serão os mesmos. E essa recomendação pode ser estendida a todo processo pedagógico.

P: No caso de não haver balanças, pode-se pedir para que os próprios alunos tragam os metais já “pesados”.

P: Sim. Isso pode ser feito, por exemplo, em uma fruteira ou padaria próxima a casa deles, e os metais podem ser substituídos por outros materiais, como peças de vidro, cerâmicas, plásticos....

P: E quanto aos problemas, eu penso que poderão estar de acordo com os materiais adotados.

Com relação à fala anterior, percebemos claros elementos de uma Atividade Experimental Problematizada, uma vez que os materiais utilizados devem servir como parâmetro à problematização que embasa a atividade. Por exemplo, caso não se disponha de fragmentos metálicos, pode-se substituí-los por outros materiais, e, com isso, buscar-se problemas alternativos, como a composição da densidade de determinada peça encoberta por uma fita adesiva, a partir da correlação entre a sua densidade com a de outros materiais disponíveis, ou a correlação entre as densidades calculadas com as previstas teoricamente para dados materiais, etc. A proposta é extrair das disponibilidades estruturais uma problematização, teoricamente consistente, a partir de um objetivo experimental passível de ser metodologicamente desenvolvido.

PA: Utilizando-se dessa mesma experimentação, também pode-se considerar a utilização de questões orientadoras ao próprio objetivo experimental, as quais não possuem como função responder aos problemas propostos, mas de consolidar uma compreensão para esse objetivo. Por exemplo, pode-se citar: *Qual é o metal de maior densidade? E o de menor? Qual volume de água foi utilizado na proveta em cada procedimento?* Assim como se poderia sugerir questões incentivadoras a uma pesquisa posterior à experimentação, como: *O que fazer para determinar a densidade de um objeto que fica parcialmente submerso na água? Que materiais domésticos podem exemplificar ligas metálicas? Como se produz industrialmente uma liga?*

P: E também é importante que se utilize da criatividade dos alunos, elemento que é muito presente na sala de aula, principalmente quando se tem um problema para solucionar.

P: Eu concordo, um problema, conforme os que foram propostos, tem a função de incentivar a curiosidade dos alunos; os fazem pensar.

PA: Ou talvez sirvam como utensílios para organizar seu pensamento perante a um desafio.

Consideram-se amplas as possibilidades, conforme os argumentos prévios, de utilização desta técnica, independentemente da infraestrutura da unidade de ensino, a partir de adaptações necessárias e, por que não considerar, oportunas. Com relação à seriação dos alunos, percebem-se algumas preocupações nas falas dos professores, mostradas abaixo em alguns trechos:

P: E vocês acham que essa técnica poderia ser aplicada para alunos do 5º ano?

P: Alunos até o 8º ano não estudaram ligas metálicas nem elementos químicos.

P: Meus alunos não são *maduros* o suficiente para resolver aos problemas propostos, e ainda não viram regra de três em matemática.

Percebe-se ainda uma forte tendência na utilização *dessa*, ou de *qualquer outra experimentação*, em seu formato originalmente proposto, ao invés da construção de uma proposta de ensino prático que parta de um objetivo experimental e chegue a determinadas problematizações, conforme a experimentação utilizada. Entretanto, assim como acontecera anteriormente, encontramos nas próprias falas dos professores, que seguem, elementos que apontam para objetivos secundários desse trabalho:

P: Mas essa experimentação não precisa ser reproduzida, do mesmo modo que, ao se verificar uma proposta de atividade prática em um livro, não precisamos segui-la rigorosamente. Podemos improvisar, buscar uma compreensão de seus propósitos e adaptá-la ao conteúdo que estamos trabalhando.

P: E então não precisamos descartar uma atividade prática por não termos na escola um ou outro material. E assim podemos passar para a fase de desenvolvermos as atividades a partir de nossa própria realidade.

Tendo em vista essa argumentação, passa-se então ao desfecho da análise teórica das considerações dos professores frente a experimentação proposta. Compreendemos que essa proposição tem de ser precisa quanto ao seu objetivo experimental, sendo que uma clara compreensão inicial das proposições servirão como um importante suporte às condições metodológicas. Tendo em vista o exposto, percebem-se, tanto nas falas dos professores apresentadas como nas observações diretas realizadas durante o processo, subsidiadas por intervenções pontuais dos proponentes da ação, amplas possibilidades de utilização desta perspectiva de ação experimental, a partir de alguns aportes teóricos importantes, elementos esses dos quais passaremos a tratar para o desfecho desse artigo.

Considerações Finais

Vê-se como de fundamental importância uma articulação entre um objetivo experimental (ou mais de um) e a proposição de um problema (ou mais de um). Esse problema ganhará em significação se for inteligível e partir de determinado contexto social de proximidade ao público-

alvo do trabalho. A partir de então, passa-se ao oferecimento de diretrizes experimentais diretamente vinculadas ao objetivo experimental, que possuem função de orientar as ações experimentais. Esse momento, contudo, não deve ser visto como um receituário fechado, mas sim como propostas metodológicas capazes de significar os procedimentos, ao invés de mecanizá-los. Para tanto, essas diretrizes não devem responder aos problemas propostos, mas oferecerem elementos experimentais para análise e discussão nesta direção.

Pelas argumentações apresentadas, percebe-se a perspectiva de uma Atividade Experimental Problematizada nas ações práticas desenvolvidas, uma vez que a mesma possibilitou a solução para dois problemas teóricos, elaborados a partir da proposição de um objetivo experimental. Ao nos referirmos às concepções dos professores integrantes do público-alvo desta pesquisa, notamos nestes um posicionamento inicial de replicadores da experimentação, o qual paulatinamente foi sendo desconstruído, para que esses sujeitos do processo passassem a ver-se em condições de utilizar desta proposta de trabalho em sua própria realidade profissional, tendo em vista esta e outras estratégias pedagógicas para promoção de um ensino de Ciências mais eficiente e atrativo.

Referências

- CARVALHO, A. M. P. VANNUCCHI, A. I. e BARROS, M. A. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2007.
- FILHO, J. R. F.; LIMA, R. S.; NASCIMENTO, A.; SILVA, A. C.; FREITAS, A. P. D. e SOUZA, Z. C. **Diferentes estratégias de ensino utilizadas em cursos de graduação**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), 2008.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 40 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- GALIAZZI, M. C. e GONÇALVES, F. P. **A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química**. Química Nova. v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004. HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratório. Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n 3, p. 299-313, 1994.
- HODSON, D. **Experiments in science and science teaching**. Educational Philosophy and Theory, v. 20, p. 53-66, 1988.
- MERÇO, F. **A experimentação no ensino de Química**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas do IV ENPEC. Bauru, São Paulo. 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Função Social: o que significa ensino de química para formar o cidadão?** Quim. Nova. Esc. N. 4, p. 28-34, 1996.
- SANTOS, W. L. P. **Educação Científica Humanística em uma Perspectiva Freiriana: Resgatando a Função do Ensino de CTS**, Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 1, n 1, p. 109-131, 2008.
- SILVA, L. H. A. da; ZANON, L. B. **A experimentação no ensino de ciências**. In: SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. Ed. Cortez. São Paulo/SP. 2011.

ZANON, L. B.; SILVA, L. H. A. **A Experimentação no Ensino de Ciências**. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. CAPES/UNIMEP, 120-53. 2000.

ZUCCO, C. **Graduação em Química: avaliação, perspectivas e desafios**. Química Nova, v. 30, n.6, p.1429-1434, 2007.