



## IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Goi, Mara Elisângela Jappe<sup>1</sup>  
Santos, Flávia Maria Teixeira dos<sup>2</sup>

### Resumo

Neste artigo apresentamos experimentos didáticos implementados por três professores da Educação Básica na disciplina de Química da região metropolitana de Porto Alegre/RS. Esse trabalho está relacionado à articulação da metodologia de resolução de problemas e laboratório didático e tem como objetivo oferecer aos estudantes melhores oportunidades para a aprendizagem do conhecimento científico. Os experimentos didáticos relatados e analisados revelaram que a metodologia de resolução de problemas é uma alternativa eficiente para o ensino experimental de Ciências e amplia a criatividade e a interatividade dos estudantes com as atividades propostas, desenvolvendo habilidades cognitivas e sociais.

**Palavras chave:** Materiais didáticos. Resolução de Problemas. Laboratório didático. Ensino de Ciências.

### Abstract

*In this article we present educational experiments implemented by three teachers of Basic Education in Chemistry discipline of the metropolitan region of Porto Alegre / RS. This work is related to joint problem-solving methodology and teaching laboratory and aims to offer students the best opportunities for learning of scientific knowledge. Reported didactic experiments and analyzed revealed that the problem-solving methodology is an efficient alternative to experimental science teaching and expands the creativity and interactivity of the students with the proposed activities, developing cognitive and social skills.*

**Keywords:** Teaching materials. Problem solving. Teaching laboratory. Science Teaching.

## 1-INTRODUÇÃO

A articulação entre a resolução de problemas e as atividades experimentais em ciências é um foco de pesquisa privilegiado e na área de pesquisa em educação tem recebido diferentes denominações (Gil Pérez *et al.*, 1999). A resolução de problemas e a experimentação são abordagens teórico-metodológicas desse foco de pesquisa e vêm demonstrando-se eficazes no tratamento do conhecimento científico (Goi e Santos, 2009).

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pampa (e-mail: goi59@terra.com.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul (e-mail: flavia.santos@ufrgs.br)



# XVII

## Seminário Internacional de Educação no MERCOSUL



[www.unicruz.edu.br/mercosul](http://www.unicruz.edu.br/mercosul)

A experimentação se enquadra em tendências teórico-metodológicas e tem papel relevante na aprendizagem escolar, ela instiga o aluno a pensar, a criar e a testar hipóteses, como também faz o estudante se sentir atuante em sua aprendizagem. Segundo Axt (2002), a experimentação pode contribuir para aproximar o ensino de ciências das características de um trabalho científico, como também pode contribuir para a aquisição de conhecimento e para o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Neste trabalho apresentamos experiências didáticas que buscam articular a metodologia de resolução de problemas às atividades experimentais. Os resultados de nossa investigação assim como outros trabalhos relatados na literatura (Gil Pérez *et al.*, 1988, 1999, Goi e Santos, 2003, 2009, 2013; Goi, 2014) demonstram que a articulação das atividades de laboratório e resolução de problemas pode se constituir em uma proposta que oportuniza a aprendizagem dos estudantes e viabiliza o desenvolvimento da pesquisa em Educação em Ciências, desta forma pode ajudar a superar deficiências identificadas quando se utiliza essas estratégias de forma isolada.

Na literatura são discutidas inúmeras insuficiências da realização de trabalhos práticos, geralmente utilizados como atividades de ilustração dos conhecimentos teóricos apresentados em classe; estruturados como “receitas” que reduzem a participação dos estudantes à mera manipulação de fenômenos e que proporcionam uma imagem deformada do trabalho científico (Zuliani e Ângelo, 2001, Gil Pérez, 1983; Gil Pérez e Payá, 1988, Gil Pérez e González, 1993; González, 1992). Uma polêmica relacionada ao laboratório de Ciências é de natureza filosófica que se refere ao indutivismo extremo, inerente ao uso tradicional do laboratório que privilegia observações e experimentações “livres” e que, por isso, desconsidera o papel essencial da construção de hipóteses e de um corpo coerente de conhecimento (Gil-Pérez, 1996). Essa polêmica fomenta o debate referente às atividades que se propõe apenas a testar fenômenos, cujos resultados já são esperados e conhecidos. Isto ficou marcado no ensino tradicional e nas aulas por Redescoberta, sendo comum apenas o uso do livro didático e a utilização de um roteiro fixo para o desenvolvimento de atividades laboratoriais.

Outro elemento polêmico ao uso do laboratório didático, este de natureza cognitiva, refere-se à adequação das atividades propostas às habilidades mínimas dos estudantes frente às atividades experimentais. Insausti (1997) revela que os estudantes não têm ideias claras sobre o que estão fazendo no laboratório, têm dificuldades de relacionar conceitos e



fenômenos em um experimento. Também revela que, na prática de laboratório, o professor enfatiza inúmeras ideias ao mesmo tempo e acaba se esquecendo de que o aluno tem dificuldades para assimilar muitas ideias ao mesmo tempo. Com isso, há uma sobrecarga de conceitos que, por meio da linguagem “cientificista” do professor, dificulta a compreensão dos modelos teóricos. O autor também discute que é necessário repensar como trabalhar com os conceitos científicos, pois o aluno está construindo e fazendo relações entre fatos experimentais e conhecimentos teóricos, dessa forma, a atividade experimental, quando trabalhada de maneira adequada, pode contribuir para a formação dos modelos representacionais e abstratos permitindo a estruturação de teorias científicas.

Considerando os elementos apontados parece claro que a simples introdução de atividades práticas não resolve as dificuldades de aprendizagem em Ciências. Para que as atividades práticas permitam a construção do conhecimento, elas devem ser cuidadosamente planejadas, levando em consideração os objetivos pretendidos, os recursos disponíveis e as ideias prévias dos educandos.

Outra polêmica está relacionada às dificuldades do processo de introdução dos estudantes na atividade de resolução de situações-problema (Gil Pérez *et al.*, 1988). Apesar das diferentes teorias psicológicas que orientam a investigação sobre resolução de problemas (Gangoso, 1999) e da proposição de estratégias para facilitar essa atividade (Costa e Moreira, 1997); a maior dificuldade neste campo parece ser ensinar a resolver problemas, ou seja, a enfrentar situações desconhecidas frente às quais o estudante se sente inicialmente perdido e para as quais os professores explicam soluções, que eles conhecem e que não geram dúvidas nem exigem tentativas dos alunos. Desse modo, buscamos superar os problemas identificados, conferindo ao estudante o papel de investigador que executa uma pesquisa dirigida. Estruturados em equipes cooperativas os estudantes tratam situações-problema de interesse, interagindo com os membros de seu grupo, com outras equipes (nas atividades de plenária de apresentação das soluções propostas aos problemas) e com as comunidades científicas, representadas pelo professor e pelo livro texto (Gil Pérez *et al.*, 1999, Bruner, 2008).

A resolução de problemas apresentadas neste trabalho baseia-se na apresentação de situações que exigem dos estudantes uma atitude ativa e um esforço para buscar respostas aos problemas propostos. Quando essa metodologia é associada às atividades práticas de laboratório pode servir como um instrumento que favoreça questões fundamentais para a



construção e o entendimento de conceitos e que proporcione uma visão correta do trabalho científico aos estudantes (González, 1992).

## **2-METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA**

Este estudo foi realizado por três professores da Educação Básica na disciplina de Química da grande Porto Alegre-RS e envolveu a implementação de atividades de resolução de problemas articuladas ao uso do laboratório didático. As atividades realizadas envolveram problemas semiabertos e tratam de temáticas curriculares que abarcaram os conteúdos de ácido e base, funções orgânicas, gordura trans, reações de combustão, poluição, Meio Ambiente, etc.

Para a realização das atividades adaptamos uma sequência organizativa, elaborada por Zuliani e Ângelo (2001) onde os estudantes foram incentivados a trabalhar em grupos por consideramos que ao participarem em práticas sociais podem construir conhecimento científico de forma colaborativa. A sequência organizativa consiste nas seguintes etapas: i- Organização conceitual e motivação para a atividade (o professor de Química do Ensino Médio faz um breve comentário a respeito do conteúdo a ser desenvolvido durante a resolução dos problemas); ii- Organização do trabalho, proposição dos problemas e estruturação da atividade prática (organização da turma em grupos de trabalho e proposição de um problema a ser solucionado pelos grupos. Os estudantes têm um tempo para levantar hipóteses, planejar possíveis soluções e experimentos que comprovem as suas hipóteses); iii- Execução da atividade prática (realização da prática em laboratório para verificar se as atividades propostas são suficientes para a resolução do problema em questão); iv- Socialização das estratégias elaboradas (ao final da atividade prática o grupo faz uma exposição relatando as estratégias adotadas para a resolução do problema, os erros ocorridos e os resultados obtidos); v- Análise e comparação das diferentes soluções propostas (após os relatos o professor promove um debate coletivo sobre as diferentes estratégias propostas e os resultados obtidos); vi- Produção de um relatório final (os estudantes relatam as suas construções a partir da resolução da situação-problema ).

Conforme a sequência didática, os professores discutem com os estudantes sobre o interesse da situação abordada, o que permite uma aproximação funcional ao conteúdo que será apresentado e proporciona uma concepção preliminar da tarefa.



Neste trabalho apresentamos 5 experimentos didáticos aplicados a turmas do Ensino Médio. O primeiro experimento didático, desenvolvido com um total de 170 estudantes, está relacionado ao conteúdo de ácido e base e envolve atividades em que o estudante deve identificar as substâncias ácidas e básicas, propor o aprofundamento de conceitos de ácido e base segundo as teorias científicas de Arrhenius e Brønsted-Lowry e trabalhar com reações de neutralização (Figura 1). Os problemas foram elaborados procurando o aprofundamento conceitual e procedimental do tema abordado. No segundo experimento didático, que foi desenvolvido com 32 estudantes, foi constituído por 5 problemas que tratam de questões relacionadas à produção de energia, reações de combustão e impacto ambiental (Figura 2). No terceiro experimento didático foram propostos 3 problemas, que foram desenvolvidos por 33 estudantes, com o objetivo de trabalhar a produção alcoólica, como o álcool pode ser identificado no organismo humano e quais os malefícios e benefícios dessa substância na sociedade (Figura 3). No quarto experimento didático foram propostos 2 problemas, que foram desenvolvidos com 90 estudantes com o objetivo de trabalhar funções orgânicas, cadeias carbônicas e gordura trans, enfatizando os efeitos das gorduras trans no organismo humano (Figura 4). No quinto e último experimento didático, foram trabalhados 2 problemas com 80 alunos que envolveu o aprofundamento teórico de processos de separação de misturas e etapas do tratamento de água (Figura 5).

Nas figuras a seguir, destacamos os experimentos didáticos aplicados pelos professores da Educação Básica e analisados.

#### Experimento Didático 1

##### **P1-Identificação de substância ácidas e básicas.**

Diariamente nos deparamos com diversas substâncias. Você é capaz de citar substâncias com as quais lida em seu dia a dia?

Há substâncias muito comuns usadas em laboratório e no mundo cotidiano. Precisamos saber como reconhecê-las, quais são suas características e porque elas são substâncias químicas tão importantes. A conservação das concentrações destas substâncias dentro de certos limites em células de plantas e de animais é necessária para a sobrevivência dos organismos vivos. Quase todos os produtos de consumo que nos rodeiam fizeram uso destas substâncias no decorrer de sua fabricação.

Como exemplos podemos citar: a aspirina que contém o ácido acetilsalicílico ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{COOH}$ ), o gel para barbear que contém ácido palmítico ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ ), ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), a máscara com argila para limpeza de pele oleosa, que contém hidróxido de cromo II ( $\text{Cr}(\text{OH})_2$ ) e ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), os condicionadores e shampoos, que contém além do ácido cítrico o hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ), o complexo de limpeza de pele, que contém ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) etc.

**Diante desse conjunto de substâncias, como você procederia para identificá-las dentro do quadro apresentado pelo professor de funções inorgânicas, experimentalmente?**

**P2- Aprofundando os conceitos de ácido e base, segundo algumas teorias científicas.** Algumas das experimentações realizadas no problema I geram novos problemas. Por exemplo, por que a





amônia (NH<sub>3</sub>), espécie que não possui hidroxila (OH<sup>-</sup>) se comporta como uma base? Por que quando sentimos dor de estômago ou azia tomamos bicarbonato de sódio, ou um outro antiácido qualquer? Você possivelmente terá dificuldade em responder essa questão utilizando apenas os conhecimentos tratados até aqui, sugerimos que procure aprofundar seus conhecimentos teóricos antes de tentar resolver o problema.

**P3-Trabalhando com reações de neutralização.** Muitas pessoas têm como problemas de saúde gastrite. Seus sintomas são diversos, o mais comum são as constantes azias. Sabe-se que algumas pessoas tomam certos medicamentos para amenizar tal sintoma. Quais são estes medicamentos? Qual a sua função Química? Como você explica o fato de ingerir o medicamento e amenizar a azia? **Como você comprovaria experimentalmente?**

**Figura 1:** Situações-problema 1

#### Experimento Didático 2

##### **P1- Produção de energia**

Em nosso dia a dia podemos observar várias combustões domésticas. Como exemplos podemos citar: a queima de madeira, do gás de cozinha, de uma vela, do álcool, etc.. Até mesmo ao fazer um tradicional churrasco realizamos a queima (combustão) do carvão. Ao iniciar os preparativos para um bom churrasco devemos produzir o fogo, geralmente para isso, utiliza-se carvão. Mas o que é carvão? Explique detalhadamente como o carvão é obtido e como ele gera energia.

##### **P2- Produção de energia X impacto ambiental**

A gasolina assim como o carvão gera energia e, por isso, é muito utilizada no dia a dia como fonte energética. No entanto, tais substâncias provocam grandes impactos ambientais. Sabemos que existem diferenças entre os tipos de gasolina (comum e aditivada). Pesquise qual desses tipos provoca menor impacto ambiental e por quê. Além de contar com os diferentes tipos de gasolina, temos um problema que envolve interesses comerciais desonestos: a adulteração da gasolina. Pesquise quais as adulterações mais frequentes e demonstre experimentalmente como comprovar essas adulterações

##### **P3- Gases poluentes**

A poluição do ar provocada pelas combustões diárias, como exemplo aquelas provocadas pelos veículos automotores leves e pesados, é um grave problema nos grandes centros brasileiros e do mundo todo. Um dos maiores problemas é a emissão de gases poluentes. Faça um levantamento sobre os gases que poluem o ambiente, como poluem e organize estratégias laboratoriais para comprovar as emissões de partículas poluidoras.

##### **P4- Efeito estufa**

A partir da expansão industrial cresceu consideravelmente a utilização de reações com combustíveis fósseis gerando assim grande quantidade de gás carbônico livre na natureza. Uma das consequências da emissão desse gás em grande escala é o aumento do efeito estufa. Faça um levantamento teórico do que é o efeito estufa e demonstre experimentalmente o que é esse efeito, como ele ocorre e qual a natureza desse fenômeno.

##### **P5- Alternativas teórico-práticas para amenizar os impactos ambientais**

Os problemas I, II, III e IV nos instigam a criar alternativas para reduzir o impacto ambiental causado pelas reações de combustão, sejam elas de natureza doméstica ( queima da madeira, gás de cozinha, vela, etc. ) ou industrial ( queima de combustíveis fósseis em grande escala ). Proponha alternativas teórico-práticas para amenizar alguns desses impactos ambientais.

**Figura 2:** Situações-problema 2.

#### Experimento Didático 3

##### **P1- Consumo de álcool**

A substância ÁLCOOL têm inúmeras utilidades em nosso dia-a-dia. Um delas refere-se ao seu uso como combustível, outra, no uso farmacêutico, etc. Faça um levantamento bibliográfico sobre a importância do álcool no dia-a-dia e escolha uma delas para demonstrar em nível experimental.

##### **P2- Funcionamento do Bafômetro**

Além das inúmeras utilidades que a substância álcool promove em nossa sociedade, sabemos, também, que quando consumida exageradamente pode provocar no organismo humano muitas alterações. Essas alterações podem ser evidenciadas, quando observamos uma pessoa em estado de embriaguez, em que



muitas delas mudam totalmente o seu comportamento; outra maneira de evidenciar o consumo de álcool seria utilizando um instrumento que possa fazer a medição alcoólica no organismo, por exemplo, o uso do **bafômetro**. Diante disso, faça uma pesquisa sobre como é o processo do funcionamento do bafômetro. É possível usarmos esse processo na construção de outro equipamento que possa desenvolver a mesma função? Demonstre experimentalmente cada um dos processos.

**P3- Produção de álcool**

O álcool pode ser produzido através de processos químicos. Quais as maneiras de produção alcoólica? Você poderia demonstrar experimentalmente um dos processos?

**Figura 3: Situações -problema 3**

**Experimento Didático 4**

**P1- Gordura trans**

No rótulo de algumas margarinas observamos a expressão: 0% de gordura trans.

**Do ponto de vista da química, como é caracterizada uma gordura trans e quais os efeitos do consumo desse tipo de gordura em nosso organismo.**

**P2-Funções orgânicas e diferentes tipos de cadeias carbônicas**

Você já deve ter observado, em algumas marcas de margarina vendidas em supermercados, a seguinte indicação: rica em poli-insaturados. Apesar de as moléculas das gorduras vegetais que entram na composição dessas margarinas pertencerem à outra função orgânica, suas longas cadeias carbônicas contêm mais de uma insaturação, daí a denominação poli-insaturados. Esta mesma indicação não é encontrada em rótulos de manteiga.

**Pesquise a diferença química entre margarina e manteiga mostrando qual é a mais saudável para nosso consumo e proponha um experimento para identificar essa diferença.**

**Figura 4: Situações-problema 4**

**Experimento Didático 5**

**P1- Separação de mistura de areia e sal**

Na natureza é raro encontrarmos substâncias puras, normalmente encontramos misturas de substâncias, e muitas vezes essas misturas não possuem grandes utilidades. A água do mar é um exemplo de uma mistura de água com vários sais dissolvidos que não possui muita serventia, entretanto, se evaporarmos a água, nós obtemos o sal, com grande utilidade no nosso dia a dia. Imagine uma pessoa que não tem acesso à água do mar, mas consegue uma grande quantidade de uma mistura de areia e sal. Explique como essa pessoa pode obter sal puro a partir dessa mistura, identificando os processos e materiais utilizados.

**P2- Tratamento de água**

A água é um recurso renovável pelo ciclo natural evaporação – chuva e distribuído com fartura na maior parte da superfície do planeta. Acontece que a ação humana afetou de forma decisiva a renovação natural dos recursos hídricos. Estima-se que 50% dos rios do mundo estejam poluídos por esgotos, dejetos industriais e agrotóxicos. Para que tenhamos água potável para consumirmos ela passa por tratamento.

**Pesquise as etapas do tratamento da água e diga quais são métodos de separação de misturas, justificando.**

**Figura 5: Situações-problema 5**

### **3-DADOS E DISCUSSÕES DE RESULTADOS**

Na Figura 6, apresentamos as principais estratégias teóricas e experimentais elaboradas pelos estudantes para cada um dos problemas trabalhados. Os dados foram



# XVII

## Seminário Internacional de Educação no MERCOSUL



www.unicruz.edu.br/mercosul

coletados a partir dos relatórios dos alunos e dos depoimentos em aulas registrados no diário de campo dos professores. Observamos que as estratégias experimentais proposta pelos estudantes não foram inovadoras, mas foram bastante diversas.

Estratégias teóricas	Estratégias práticas
<p>Experimento Didático 1</p> <p>Pr1- -----</p> <p>Pr2- Apresentação teórica da teoria de Arrhenius e Brönsted-Lowry. Apresentação teórica da teoria de Arrhenius. Explicação a basicidade da amônia pela teoria de Brönsted-Lowry.</p> <p>Pr3-Não apresentaram</p>	<p>Experimento Didático 1</p> <p>Pr1-A maioria realizou procedimentos usando indicadores (alaranjado de metila, fenolftaleina, papel tornassol, papel universal, solução de repolho roxo...)</p> <p>Pr2-Reações de neutralização</p> <p>Pr3- Reação de neutralização usando: leite de magnésia, eno, sanrisal, cenoura, bicarbonato de sódio, ácido clorídrico, etc.</p>
<p>Experimento Didático 2</p> <p>Pr1-Apresentação das definições, classificações, obtenção e geração de energia a partir do carvão e curiosidades.</p> <p>Pr2- Descrição da adulteração da gasolina. Conclusões sobre os impactos ambientais gerados.</p> <p>Pr3-Descrição sobre gases poluidores, natureza e fonte de emissão. Alternativas para a diminuição dos problemas ambientais. Limites máximos das emissões permitidos pela legislação.</p> <p>Pr4- O que é efeito estufa: descrição e consequências. Alternativas para diminuir a produção de gases.</p> <p>Pr5-Reciclagem do lixo. Uso de transporte coletivo. Alternativa de produção de álcool a partir da banana. Filtros nas chaminés. Aumento da arborização e da fiscalização no desmatamento. Uso de energia solar, eólica e de biocombustível. Efeito fototérmico e fotovoltaico. Reciclagem de materiais.</p>	<p>Experimento Didático 2</p> <p>Pr 1-----</p> <p>Pr2-Dissolução de um copo plástico com gasolina (quanto mais rápida a dissolução, mais pura é a gasolina. A dissolução deverá ocorrer em 1 minuto, caso contrário a amostra será considerada adulterada). Teste da Proveta – Sugerido pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (<a href="http://www.anp.gov.br/">http:// www.anp.gov.br/</a>) Dissolução do isopor com a gasolina. Teste da Proveta – identificação de percentual de álcool na gasolina. Comparação entre as cores da gasolina comum e aditivada. Cálculo do percentual do álcool presente na gasolina a partir da densidade da amostra</p> <p>Pr3-Queima do carvão com óleo. Queima do álcool e da gasolina com utilização de filtro de papel. Queima do álcool e da gasolina, coleta dos gases despreendidos com algodão úmido. Mistura do algodão em água e teste do pH da solução formada. Queima de plástico com utilização de filtro. Filtro com iodeto de potássio e amido utilizado em estações meteorológicas convencionais. Queima do enxofre para comprovar a chuva ácida.</p> <p>Pr4-Aquecimento da água para verificar a emissão do CO<sub>2</sub>. Queima da madeira. Aquecimento em recipiente aberto e fechado. Incidência de raios luminosos sobre espelhos em superfícies claras e escuras.</p> <p>Pr5-Construção de pilhas de limão, batata, laranja em substituição às pilhas convencionais. Queima de carvão, utilizando filtros. Identificação da contaminação por óleo, utilizando corantes solúveis em água. Energia solar. Diferentes matérias como revestimento das</p>





	residências como isolantes térmicos. Simulação de um parque eólico. Uso da água do mar como solução eletrolítica para gerar energia.
Experimento Didático 3 Pr1- Pesquisa sobre o uso do álcool, fármacos, perfumaria, combustível... Pr2- Pesquisa sobre o uso do bafômetro; Pesquisa sobre o álcool no corpo (nível permitido, efeitos,...) Pr3- Pesquisa sobre a produção de álcool e fermentação alcoólica.	Experimento Didático 3 Pr1- Produção de vinho- (realizaram em casa e trouxeram vídeos, fotos do experimento). Produção de perfumes. Pr2- Construção de bafômetro Pr3- Produção de vinagre e cachaça.
Experimento Didático 4 Pr1- Pesquisa na rede de computadores e livro didático sobre a caracterização da gordura trans e os efeitos do consumo desse tipo de gordura no nosso organismo. Pr2- Pesquisa em livros didáticos sobre as diferenças químicas entre a margarina e a manteiga demonstrando qual é a mais saudável para nosso consumo. Pr2- Pesquisa sobre experimentos laboratoriais para comprovar a diferença entre a margarina e a manteiga.	Experimento didático 4 Pr1----- Pr2-Teste com iodo em margarina e manteiga para determinar o teor de ácidos graxos insaturados
Experimento didático 5 Pr1- Pesquisa em livros didáticos e internet sobre os processos de separação de misturas. Pr1 e Pr2- Confecção de cartazes relatando os conhecimentos construídos sobre a temática pesquisada. Pr2-Pesquisa sobre processo de purificação da água.	Experimento didático 5 Pr1-Processo de decantação com areia e água. Pr1- Filtração com filtro de café, utilizando água barrenta. Pr1- Separação de sal dissolvido em água pela adição de álcool etílico Pr2- Construção de diferentes tipos de filtros com pedras, areia grossa, areia fina, carvão, cascalho, etc.

**Figura 6:** Estratégias usadas pelos estudantes para resolver os problemas.

Observamos na Figura 6 que a maioria das estratégias experimentais são oriundas de um trabalho de pesquisa bibliográfica e que por isso os estudantes utilizam as estratégias que são encontradas nos livros-texto, na internet e nas diferentes fontes utilizadas na pesquisa teórica. Por outro lado, os dados indicaram algumas propostas que demonstram maior originalidade, por exemplo, o experimento didático 2 do problema Pr2 em que os alunos realizaram um cálculo de percentual do álcool presente na gasolina a partir da densidade das amostras. Esses pequenos ensaios de criar e estruturar atividades para a resolução de situações-problema não são comuns na Educação Básica, pois a maioria dos estudantes está habituada a cumprir atividades essencialmente reprodutivas.

Os dados dessa investigação parecem indicar que os estudantes conseguem fazer a relação entre teoria e prática, pois na maioria dos problemas resolvidos demonstraram resoluções práticas para comprovar a resolução da situação. Poucos foram os problemas que



os alunos não demonstram resolução prática, exemplo disso foram os problemas Pr1- Experimento didático 2 e Pr1- Experimento didático 4.

As soluções dos problemas desenvolvidas pelos alunos corroboram com nossas observações em trabalhos anteriores (Goi, 2004, Goi e Santos, 2009, Goi e Santos 2013) de que a metodologia de resolução de problemas auxilia o aluno a tornar-se mais autônomo, utilizando diferentes maneiras de resolver a mesma situação-problema. Observamos que os estudantes não utilizam uma única solução para resolver o mesmo problema, mas uma diversidade de soluções para a mesma situação. Isso pode ser evidenciado na Figura 6.

Outro aspecto observado na resolução das situações-problema está relacionado ao fato dos alunos não realizarem as resoluções individualmente, mas em equipes colaborativas. Os estudantes foram incentivados a trabalhar em pequenos grupos e a participar em práticas sociais para construir conhecimento científico de forma colaborativa (Hogan, Nastasi e Pressley, 2000). Nesse sentido, engajar os estudantes em um diálogo coletivo favorece a construção de conhecimento, pois possibilita o debate de elementos que sustentam essa construção: a capacidade de articular e clarificar o que o grupo não sabe; de apresentar ideias provocativas de forma articulada; ser capaz de compreender as questões para clarificá-las; interpretar e construir ideias com os membros do grupo e aceitar as ideias dos outros. Todos esses elementos estavam presentes nas discussões nos grupos, assim como, nas plenárias em todas as turmas que esse trabalho foi articulado.

Todos os professores que engajaram-se nesse trabalho tem em suas dinâmicas de sala de aula o trabalho experimental como uma estratégia rotineira e isso possibilitou a imersão dos alunos nesse espaço didático.

As implementações dos experimentos didáticos indicaram que é importante à existência de na escola ter uma rotina de utilização de atividades experimentais, isso facilita a organização dos grupos de trabalho e a dinâmica da resolução dos problemas. A autonomia dos estudantes foi uma característica fundamental do desenvolvimento das atividades de resolução de problemas, sendo que conseguiram organizar-se e engajar-se na maioria das atividades desenvolvidas.

#### **4-CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A articulação entre a resolução de problemas e o trabalho experimental ressignificou a utilização de estratégias de investigação dirigida (Gil Pérez *et al.*, 1999). A aprendizagem a



partir de problemas revelou-se uma estratégia eficaz para desenvolver as potencialidades criativas dos estudantes, mobilizando conhecimentos e habilidades destes por meio de um trabalho teórico e prático. A articulação entre a teoria e a prática foi favorecida visando uma melhor compreensão dos conceitos científicos.

No decorrer do processo de resolução de problemas e atividades experimentais, os estudantes demonstraram maior engajamento com essas metodologias. Esse engajamento mostrou que os estudantes têm objetivos mais definidos, portanto estão mais inseridos nas atividades. A resolução de problemas é uma estratégia motivadora e permite aos alunos desenvolver atitudes e construir a própria metodologia na organização de formas para resolver os problemas.

Quanto às estratégias adotadas pelos grupos, salientamos que poucas delas foram inovadoras, poucos grupos criaram estratégias “inéditas” para solucionar experimentalmente algumas das situações. Coletaram, via pesquisa bibliográfica, estratégias relatadas no material didático disponível e que, portanto, reproduziram experimentos cientificamente aceitos. Entretanto, podemos argumentar que houve um crescimento na busca por dados bibliográficos para resolver cada situação, o que não observamos nas aulas tradicionais em que geralmente os estudantes não são incentivados a resolver situações-problema através de pesquisa e discussões em equipes colaborativas.

Como evidenciamos na sequência organizativa de realização das atividades, esta incluiu debates orais após cada resolução e, nessa etapa do trabalho, a observação das aulas revelou que a abordagem contribuiu para o aprimoramento da argumentação oral dos estudantes. Alguns alunos que, durante as aulas, nunca participaram, demonstraram maior autonomia para expor aos colegas o que pensavam sobre as situações. Assim, a exposição oral inseriu grande parte dos alunos no contexto do trabalho. Após essa exposição em que estudantes comentaram sobre os conceitos construídos, os erros ou imprevistos ocorridos durante a experimentação, à eficiência de cada estratégia adotada, eles, juntamente com o grupo, organizaram um relatório dissertando sobre aspectos referentes a cada um dos problemas solucionados.

Essa experiência foi significativa e a articulação de estratégias metodológicas de ensino constitui-se como elementos importantes para a construção do conhecimento científico nos contextos das aulas de Ciências.



## 5- REFERÊNCIAS

- AXT, Roland. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Disponível em:  
<<http://www.quimemcasa.hpg.ig.br>> Acesso em: 18 set. 2002.
- BRUNER, J. S. **Sobre o Conhecimento: Ensaio de mão esquerda**. São Paulo: Phorte, 2008.
- COSTA, S. S.C. e MOREIRA, M. A. Resolução de Problemas IV: estratégias para resolução de problemas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.3, n.3, p. 153-184, 1997.
- GANGOSO, Z. Investigaciones en Resolución de Problemas en Ciencias. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, España; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. *Texto de Apoio* n. 3, p. 83-132, 1999.
- GIL PÉREZ, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v.1, n.1, p.26-33, 1983.
- GIL PÉREZ, D. Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, v.9, n.1, p.69-77, 1993.
- GIL PÉREZ, D. New trends in science education. *International Journal of Science Education*, v.18, n.8, p.889-901, 1996.
- GIL PÉREZ, D. e GONZÁLEZ, E. Las prácticas de laboratorio en física en la formación del profesorado (1) Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física*, v.6, n.1, p. 47-61, 1993.
- GIL PÉREZ, D. e PAYÁ, J. I.T. Los trabajos prácticos de física y química y la metodología científica. *Revista de Enseñanza de la Física*, v.2, n.2, p. 73-79, 1988.
- GIL PÉREZ, D.; TORREGROSA, J. M.; SENENT, S. P. El fracaso en la resolución de problemas en física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 131-146, 1988.
- GIL PÉREZ, D.; FURIÓ, C. M.; VALDÉS, P.; SALINAS, J., TORREGROSA, J. M.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M.; CARVALHO, A. M. P. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.



GOI, M. E.J. e SANTOS, F. M.T. A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas. In: IV ENPEC 2003, Bauru. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Porto Alegre: UFRGS, p.1-12, 2004.

GOI, M. E. J. ; SANTOS, F. M. T. Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. *Química Nova na Escola*, V. 31, p.203-209, 2009.

GOI, M. E. J. SANTOS, F. M. T. **A utilização da metodologia de resolução de problemas na formação de professores de Ciências: uma revisão de literatura.** IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2013. Águas de Lindóia: 2013. Anais do IX ENPEC.

GOI, M. E. J. **Formação de professores para o desenvolvimento da metodologia de resolução de problemas na educação básica.** Tese de Doutorado. Porto Alegre: PPGEDU/UFRGS, 2014.

GONZÁLEZ, E. M. Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? *Enseñanza de las Ciencias*, v.10, n.2, p. 206-211, 1992.

HOGAN, K.; NASTASI, B.K. e PRESSLEY, M. Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction*, v. 17, n. 4, p. 379-432, 2000.

INSAUSTI, M. J. Análises de los trabajos prácticos de química general en un curso de universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, v.15., n.1, p.123-130, 1997.

ZULIANI, Silvia R.Q.A. e ÂNGELO, Antônio C.D. *A utilização de metodologias alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de química.* In: Educação em Ciências da pesquisa à prática docente. Ed. Escrituras: Autores Associados, p. 69-80, 2001.