

**EXPERIMENTOTECA DE FÍSICA: UMA PROPOSTA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

**Fábio Henrique Silva Sales**

Doutorando em Física da Matéria Condensada – UFRN.

Departamento de Física do IFMA.

E-mail: fsales@dfte.ufrn.br

**Raisa Marya Souza de Oliveira**

Professora da Rede Pública Estadual do Maranhão.

Licenciada em Física pelo IFMA.

Especialista em Metodologia do Ensino de Física.

E-mail: raisamarya@gmail.com

**Luciana Raquel Silva Pontes**

Professora da Rede Pública Estadual do Maranhão.

Licenciada em Física pelo IFMA.

E-mail: lrsPontes@hotmail.com

---

**RESUMO**

O presente trabalho propõe a utilização de uma experimentoteca de Física feita com materiais alternativos e do cotidiano do aluno para o ensino de Física no Ensino Médio. Esta proposta tem como base um levantamento feito sobre a situação do ensino de Física no “Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão”, “Centro de Ensino Gonçalves Dias” e “Centro de Ensino Humberto de Campos”.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física, Ensino Médio, método experimental.

**PHYSICS EXPERIMENTAL: AN ALTERNATIVE PROPOSAL FOR PHYSICS TEACHING IN THE HIGH SCHOOL.**

**ABSTRACT**

This paper proposes the use of physics experimental kits made with alternative materials and daily student for teaching physics in high school. This proposal is based on a survey on the state of physics teaching in the “Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão” in the “Centro de Ensino Gonçalves Dias” and in the “Centro de Ensino Humberto de Campos”.

**KEYWORDS:** Physics teaching, High school, Experimental method.

## EXPERIMENTOTECA DE FÍSICA: UMA PROPOSTA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

### INTRODUÇÃO

Reconhecer a importância da Física para o aprendizado é um questionamento que constantemente se faz presente na vida do estudante do ensino médio. Por razões históricas que resultaram na fragmentação do conhecimento, a condução do ensino de Física nas escolas públicas maranhenses vem sendo realizada de forma predominantemente acrítica, o que relega a outros planos seu objeto de estudo por excelência: a Natureza.

Tal fato estimula assim a reprodução de um discurso que prega o cumprimento do conteúdo anual sem levar em consideração a interação do aluno com o seu cotidiano, uma vez que a ausência desta combinação impossibilita a percepção dos fenômenos físicos. Os livros didáticos, seguidos à risca, na maioria das vezes, passaram a ser os mediadores majoritários da relação professor-aluno. Desta forma, as salas de aula são, frequentemente, o único lugar para se falar de Física.

Observou-se que as aulas de Física do ensino médio são basicamente expositivas, com ênfase na memorização de fórmulas, cálculos matemáticos e voltadas para a preparação do aluno para o concurso vestibular. Outro problema encontrado refere-se à carga horária destinada à disciplina. Enquanto muitas escolas particulares oferecem até cinco aulas de Física por semana, nas escolas públicas do Estado do Maranhão, as aulas são em número de três. As escolas dispõem de precários laboratórios ou kits de Física, mas os professores fazem pouco uso desse espaço ou desse equipamento.

A pequena carga horária dificulta o desenvolvimento de aulas experimentais, já que requerem mais tempo de planejamento, preparo dos experimentos, deslocamento dos alunos da turma para o laboratório e divisão dos alunos em grupos, muitas vezes em dias separados devido ao espaço físico reduzido.

A partir do contexto citado, realizou-se esta pesquisa em três etapas. Inicialmente, a busca pelos teóricos do Ensino de Física no Brasil. Num segundo momento, a pesquisa de campo, com a análise dos dados levantados, realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), que funciona nos três turnos e possui cursos de nível médio e superior, no Centro de Ensino Gonçalves Dias, que funciona nos três turnos com turmas de Ensino Médio e no Centro de Ensino Humberto de Campos, que funciona nos três turnos com turmas de Ensino Fundamental e Médio. Por fim, propõe-se a experimentoteca de Física feita com materiais alternativos e do cotidiano.

A pesquisa tem como objetivo **propor uma alternativa para o ensino de Física, em nível médio, com base no método experimental**, intencionando uma reflexão, por parte dos professores, a respeito da utilização de mais este recurso em sala de aula, combinado com outros, para além do livro didático.

### METODOLOGIAS DO ENSINO DE FÍSICA

Não há, hoje, uma metodologia do Ensino de Física, mas várias. Dependendo do autor que se pesquisa e do paradigma adotado por ele, pode-se encontrar pensamentos diferentes ou

mesmo conflituosos, que sinalizam direções as quais o professor pode seguir, adotar ou rechaçar, de acordo com seus valores e pensamento científico.

É de conhecimento de todos que a educação atual atravessa uma profunda crise e que, aliada a isso, a necessidade de formar jovens num mundo cada vez mais informatizado e competitivo tem tornado a tarefa mais difícil. **O que apresentamos não são regras ou uma “nova metodologia” mas uma colaboração na área educacional, de professor para professor.**

## **PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA**

### **PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL**

Diversos educadores sugerem que se inicie o processo de ensino-aprendizagem pela problematização dos conteúdos [1-3]. Esta importante etapa deve conduzir o aluno de suas concepções prévias ao conhecimento sistematizado, uma vez que é sabido que ele não chega à escola sem informação acerca do mundo.

Na problematização, como primeiro momento, o professor não deve se preocupar em dar respostas prontas aos alunos, mas conduzi-los a questionar suas próprias concepções a cerca de um problema. Sua explicitação pode dar-se por meio de vários instrumentos dos quais o professor poderá lançar mão: texto lido em sala de aula, música, filme, documentário, pintura, notícia de jornal, experimentos em laboratório ou em sala de aula etc. Na etapa do planejamento das aulas, deve-se levar em conta a disponibilidade destes instrumentos. O problema também poderá advir de um questionamento feito pelo próprio aluno [4-8].

### **ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Em seguida, parte-se para a organização do conhecimento. O professor conduz a fundamentação teórica ao contexto histórico que deu origem à questão e às conclusões a que os diversos cientistas chegaram, na mesma busca para solucioná-la [4-8].

Nesse momento, poderá servir-se das aulas expositivas ou experimentais e resolução de exercícios, uma vez que o aluno já compreendeu o problema e poderá, então, assimilar criticamente aquilo a que o professor se refere.

Ressalta-se que o mesmo deve selecionar os conteúdos mais importantes em função do problema inicial, e não apresentá-los como algo desvinculado da realidade e pronto para ser memorizado (fórmulas, leis e enunciados não tem sentido fora desse contexto).

### **APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Nesse momento, uma tarefa deverá ser solicitada aos alunos a fim de que os mesmos sejam parte integrante da resolução do problema. Eles deverão ser encorajados a construir algo inédito: um texto jornalístico, um dispositivo, uma intervenção social etc. Obviamente, a mesma deverá ser desenvolvida sem perder o rigor científico, buscando a generalização dos conceitos, a formulação matemática e a aplicação do conhecimento em alguma situação-problema [4-9].

Algumas fontes de pesquisa oferecem alternativas ao livro-texto: revistas, jornais, CD-Rom, Internet etc. Alguns espaços também podem ser explorados, como: museus de ciências, laboratórios de universidades, exposições, feiras de ciências etc. Nesse momento dar-se-á a pesquisa como princípio científico e educativo [6].

### **PESQUISA SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NAS ESCOLAS PÚBLICAS**

Três escolas públicas de São Luís – MA foram selecionadas para essa pesquisa: a primeira, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), a segunda, o Centro de Ensino Gonçalves Dias (escola pública estadual) e a terceira, o Centro de Ensino Humberto de Campos (escola pública estadual).

Para se obter informações mais apuradas sobre a realidade do ensino, em especial, do ensino de Física nas escolas públicas de São Luís, suscitando o debate a respeito da experimentoteca de Física como um dos muitos recursos que o professor pode dispor para permitir que os fenômenos naturais sejam compreendidos pelos alunos, sob uma ótica mais contextualizada, esta pesquisa seguiu as seguintes etapas: a) pesquisa bibliográfica; b) coleta de dados, por meio de questionários, junto ao corpo discente (102 alunos no IFMA, 237 alunos no Gonçalves Dias e 92 alunos no Humberto de Campos) e docente (8 professores no IFMA, 8 professores no Gonçalves Dias e 3 no Humberto de Campos); c) apresentação dos dados levantados e da experimentoteca.

A coleta de dados deu-se por meio de questionário, de múltipla escolha e questões abertas, aos alunos e professores. A amostra de professores constou de 19 docentes, correspondente a 100% dos professores de Física. A outra amostra constou de 431 alunos, cerca de 15% do total de alunos das escolas pesquisadas. Desses, 24% estão na primeira série, 38% na segunda e 38% na terceira. A primeira pergunta é relativa aos dados de identificação; a segunda, terceira, quarta e quinta são de múltipla escolha, com espaço para colocar opiniões que não constem dentre as opções. A sexta questão é aberta.

A apresentação dos dados levantados e da experimentoteca se deu durante a 1ª Mostra Maranhense de Ciência e Tecnologia das Escolas Públicas (I MMCITEP), nas modalidades “Comunicação Oral” e “Stand”, no período de 16 a 19 de novembro de 2007, para professores e alunos do IFMA e também para um público proveniente de diversas escolas públicas do Estado do Maranhão.



**Figura 1 – Stand na I MMCITEP.**

A apresentação ocorreu também em outros eventos, como na II Jornada Nacional da Produção Científica em Educação Profissional e Tecnológica (JNPC), também nas mesmas modalidades acima mencionadas, no período de 4 a 6 dezembro de 2007 e na semana pedagógica do IFMA, de 18 a 22 de fevereiro de 2008. Este artigo também é um dos momentos que amparam a intencionalidade da proposta.



**Figura 2 – Stand na II JNPC.**

A seguir, a discussão dos dados coletados na pesquisa de campo. Algumas alternativas não apresentam percentual total igual a 100%, pois nesse caso os entrevistados tinham liberdade para responder a mais de uma opção.

## **PERFIL DOS ALUNOS**

A primeira questão refere-se aos dados de identificação: a maioria dos alunos entrevistados é adolescente, com as seguintes faixas etárias: até 15 anos (15%), entre 16 e 18 anos (65%) e acima de 18 anos (20%), o que revela uma pequena distorção idade-série. 62% da amostra são mulheres contra 38% de homens.

## **ENSINO DE FÍSICA**

À segunda pergunta “Como é o ensino de Física na sua escola?” 85% dos alunos responderam que é baseado em aulas teóricas e exercícios, 6% responderam que é baseado em aulas teóricas e algumas experimentais, 5% que é equilibrado entre aulas teóricas e experimentais e 4%, somente teóricas. Esse número revela a quase inexistência de aulas experimentais de Física, e, o que é mais preocupante, as escolas possuem laboratório ou kits experimentais.

## **AULAS EXPERIMENTAIS**

“Você participa das aulas experimentais?” A essa pergunta obteve-se para as opções como resultados: 78% de alunos que afirmam não participar de aulas experimentais e 66% de alunos que afirmam que os professores não dão aulas experimentais ou não há laboratório nas escolas. 21% de alunos afirmam que participam ativamente das aulas experimentais.

**Quadro 1 - Você participa das aulas experimentais?**

Respostas dos alunos	%
Os professores não dão aulas experimentais.	27,0
Não, apenas o professor pode manipular o material.	9,00
Não, tenho medo de quebrar alguma coisa.	3,00
Não, pois minha escola não possui laboratório.	39,0
Sim, manipulando o material à vontade e criando meus próprios experimentos.	5,00
Sim, relacionando o experimento à resolução de alguma situação-problema.	3,00
Sim, observando o professor e repetindo depois.	13,0

Vê-se, por meio dos resultados, que os alunos, quando têm aulas experimentais, apresentam medo de realizar os experimentos e afirmam que o único capacitado é o professor. Um número significativo (39%) sequer sabe que a escola possui laboratório.

A questão do enfrentamento de situações-problema está prevista nos PCN+, porém ainda é uma prática tímida nesse contexto [10].

### **O GOSTO PELA FÍSICA**

À pergunta “Você gosta das aulas de Física?” os resultados foram: “sim” (60%), “não” (28%) e “indiferente” (12%). Apenas 28% dos alunos declararam abertamente que não gostam das aulas de Física. É um dado importante, pois como veremos a seguir, apenas 40% dos alunos acham que o ensino de Física está adequado. Essa contradição pode referir-se à confusão criada entre “gostar de Física” e “gostar das aulas de Física”. A ciência Física despertaria então interesse mesmo apresentada de forma inadequada.

### **ADEQUAÇÃO DO ENSINO NA ESCOLA**

A quinta pergunta “Você acha que o ensino de Física na sua escola está adequado?” levantou outro problema: 40% acham que sim, 34% acham que está “razoavelmente adequado” e 26% acham que não, ou seja, a maioria (74%) não acredita que o ensino esteja inadequado. Aqui surgem duas perguntas: está adequado porque o objetivo das aulas (preparação para o vestibular) está sendo atingido ou porque os alunos não conhecem outro modo de ensino-aprendizagem? Os professores, apesar de todas as dificuldades que apontam no questionário docente, conseguem cumprir a tarefa a que foram designados, apresentando a disciplina da melhor forma possível?

### **O QUE PODERIA MELHORAR**

À pergunta “O que poderia melhorar no processo de ensino-aprendizagem a que estão submetidos?” surgiram várias sugestões, conforme quadro abaixo.

**Quadro 2 - O que poderia melhorar no processo de ensino-aprendizagem a que estão submetidos?**

Respostas dos alunos	%
Mais aulas experimentais/práticas.	48,0
Aulas mais contextualizadas.	4,00
Aulas mais dinâmicas.	6,00
Maior carga horária.	4,00
Mudar o professor.	9,00
Melhor metodologia.	20,0
Melhor relação professor-aluno.	3,00
Não opinaram	19,0

Um grande número quer “mais aulas experimentais/práticas” (48%), aulas mais contextualizadas, dinâmicas, com melhor metodologia, mudanças do professor, mais projetos de pesquisa, maior carga horária e melhor relação professor-aluno. Ressalta-se que 19% não opinaram.

Essas sugestões dos alunos poderiam ser, em parte, atendidas por meio dos kits experimentais, já que essa simples mudança acarretaria, de uma só vez, as aulas experimentais requisitadas, aulas mais dinâmicas, melhora na metodologia e mudança na postura do professor, que associaria a experimentoteca ao seu plano de trabalho.

**PERFIL DOS PROFESSORES**

A totalidade dos professores entrevistados pertence ao quadro fixo da escola, e têm, no mínimo, graduação. Esse é um aspecto positivo, uma vez que o artigo 62 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDBN 9394/96, prevê a formação docente em nível superior para atuar na educação básica. Um dado interessante: 95% são do sexo masculino, o que demonstra uma grande desigualdade de gênero com relação aos professores de Física nas escolas públicas de São Luís.

**COMO É O ENSINO DE FÍSICA?**

Cabe aqui um importante paralelo entre as respostas dos professores e aquelas dadas pelos estudantes. 68% dos professores responderam que o ensino é baseado em aulas teóricas e exercícios, 21% responderam que são baseadas em aulas teóricas e algumas experimentais e 11% que são equilibradas entre aulas teóricas e experimentais, ou seja 32% dos professores afirmam ministrar aulas experimentais mas 66% dos alunos não vêem essas aulas.

Essa contradição entre as respostas dos dois grupos dever-se-ia a que os alunos não percebem as aulas experimentais que os professores afirmam realizar? Ou os professores não atingem o objetivo a que se propõem?

**ELABORAÇÃO DAS AULAS EXPERIMENTAIS**

Quanto às aulas experimentais os professores responderam conforme o quadro seguinte.

**Quadro 3 – Você elabora aulas experimentais em seu planejamento?**

Respostas dos professores	%
Não, pois minha escola não possui laboratório.	21,0
Não, falta tempo para aplicar tal método.	26,0
Sim, estimulando os alunos a repetirem depois.	16,0
Sim, estimulando a manipulação do material pelos alunos.	5,00
Sim, estimulando a criação, pelos alunos, de seus próprios experimentos.	21,0
Sim, relacionando o experimento à resolução de alguma situação-problema.	21,0
Não elaboro.	11,0

Nessa questão, o professor podia marcar mais de uma opção. Observa-se que 26% dos entrevistados afirmam que não, por falta de tempo. Embora 42% deles afirmem que elaboram aulas experimentais, estimulando seus alunos e relacionando o experimento à resolução de situações-problema, novamente as respostas não coincidem com as dos alunos.

À pergunta “Na sua opinião, qual a importância das aulas experimentais?” 89% afirmaram ser “fundamental, pois ajuda a fixar os conceitos físicos”. 5% responderam “muito boa, pois aumenta o senso investigativo” e outros 5% que é “relevante, mas só em pequena carga horária”. Ou seja, há o reconhecimento da importância dessa prática para a aprendizagem dos alunos, embora seu uso não seja constante.

**SEUS ALUNOS GOSTAM DAS AULAS DE FÍSICA?**

“Você acha que seus alunos gostam das aulas de Física?” 63% dos professores acreditam que sim, 32%, que os alunos são indiferentes e 5%, que seus alunos não gostam das aulas. A porcentagem de alunos que afirmam gostar das aulas de Física é de 60%, o que corrobora o que os dados dos professores mas 28% não gosta, o que não pode ser de desconhecimento dos professores, já que é um número expressivo de alunos. Talvez esse seja um primeiro indício da falta de sintonia na relação professor-aluno, apontada como sugestão de melhoria pelos alunos.

**ADEQUAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA**

Você acha que o ensino de Física na sua escola está adequado? 68% responderam que está razoavelmente adequado; 11%, que sim e 21%, que não. A maioria (79%) não acredita que o ensino esteja inadequado. Verifica-se que professores e alunos concordam nesse item.

**LOCAL ADEQUADO PARA OS EXPERIMENTOS**

“Qual o melhor local para realizar aulas experimentais, de modo que os alunos compreendam os conceitos?” 47% dos entrevistados acreditam que o melhor local é o laboratório, o que é condizente com a porcentagem que respondeu que não elabora aulas experimentais devido à falta de tempo ou porque a escola não possui laboratório.

5% dos professores responderam “a sala de aula, em momento exclusivo para isso”. Mas alguns professores afirmam que “qualquer lugar, desde que se possa relacionar ao

experimento” (42%) ou “na sala de aula, junto à aula expositiva” (16%). Esses professores serão mais receptivos à proposta da experimentoteca, uma vez que não dependem de um espaço físico privilegiado para a realização dos experimentos.

### AS SUGESTÕES DOS PROFESSORES

Ao final do questionário, os professores foram encorajados a dar sugestões para melhoria do processo ensino-aprendizagem, tornando-se, assim, parceiros na identificação dos principais entraves à sua ação pedagógica.

**Quadro 4 – O que poderia melhorar no processo ensino-aprendizagem a que estão submetidos?**

Respostas dos professores	%
Melhor acervo bibliográfico	11,0
Kits experimentais de fácil manuseio	5,00
Programas de pesquisa com bolsas.	5,00
Adequar a carga horária ao conteúdo programático.	21,0
Laboratório melhor equipado.	11,0
Formação continuada dos professores.	11,0
Ambiente mais interativo para professor e aluno.	5,00
Software de física para simulações no laboratório.	5,00
Aquisição de laboratório para a escola.	26,0
Professor exclusivo para o laboratório.	5,00
Parceria com as universidades.	5,00
Maior investimento do governo.	21,0

Um total de 21% dos entrevistados afirma que a carga horária deve se adequar ao conteúdo. 21% sugeriram kits experimentais de fácil manuseio, melhoria da qualificação dos professores e ambiente mais interativo entre professores e alunos. Esse grupo poderia beneficiar-se com o projeto da experimentoteca, uma vez que a mesma abrange esses requisitos em parceria com o método desenvolvido pelo professor, além de otimizar a carga horária.

### A EXPERIMENTOTECA

A experimentoteca é um conjunto de kits experimentais de baixo custo, feitos de materiais alternativos do cotidiano e sua confecção é bastante simples, propiciando sua utilização em qualquer local, além da sala de aula. Os kits podem ser construídos tanto pelo professor quanto pelo aluno. Seu uso, no entanto, pressupõe uma abordagem temática, que privilegie a problematização muito mais que uma abordagem conceitual, que desconsidera todo o universo de conhecimentos prévios (cultura primeira) dos alunos. Se utilizada apenas como mais um recurso no tradicional paradigma curricular não atingirá os objetivos a que se propõe. Ressalta-se que este paradigma está presente na maioria das escolas públicas de São Luís. No ideário de muitos professores de Física, a transposição didática ainda é uma categoria desconhecida [11-21].

Na experimentoteca, alguns experimentos foram incluídos levando-se em conta a utilização de materiais do cotidiano, como por exemplo, determinar a formação de imagens

em espelhos esféricos côncavos e convexos utilizando uma concha metálica de sopa ou estudar a dilatação e contração térmica dos gases com o uso de materiais festivos como o balão e canudinhos de plástico [20,21].

Na formulação dos roteiros buscou-se associar sempre uma questão ao dia-dia do aluno, no intuito de motivá-lo a iniciar o processo de reflexão e discussão sobre o tema abordado [22-24].

A seguir, apresentamos os roteiros simplificados. Seu uso e finalidade ficarão a critério do professor. Recomendamos, no entanto, que os kits sejam usados no sentido de desenvolver a autonomia e o pensamento crítico dos alunos.

### DIFRAÇÃO DE LASER

**Objetivo:** mostrar o efeito da difração da luz através de uma rede de difração. **Material utilizado:** um apontador de laser; uma rede de difração (que pode ser uma chapa de vidro com várias saliências). **Como fazer:** aponte o laser para a rede de difração de modo a formar, sobre um anteparo, a figura de difração. O local do experimento deve estar um pouco escuro para melhor formação da imagem.



Figura 3 – Figura de difração.

### ELETROSCÓPIO

**Objetivo:** demonstrar os tipos de eletrização (atrito, contato e indução). **Material utilizado:** três canudinhos; fita adesiva; massa de modelar; papel de seda; papel alumínio e fio de seda. **Como fazer:** a) recorte parte do papel de seda em pedacinhos; atrite um dos canudos com o pedaço restante; aproxime o canudo dos pedacinhos (eletrização por atrito) e verifique que há atração eletrostática; b) monte o eletroscópio unindo os outros dois canudos em “T” usando fita adesiva; pendure dois fios de seda nas extremidades do “T”, fixando-o à mesa por meio da massa de modelar; pendurados às extremidades de cada fio, ponha uma seta e um círculo de papel alumínio; c) atrite o canudo livre com papel de seda e aproxime da seta sem tocá-la (esta deverá segui-lo, constatando a eletrização eletrostática por indução); d) atrite o canudo novamente e toque no círculo de papel alumínio (este deverá ser repellido, constatando a eletrização eletrostática por contato).

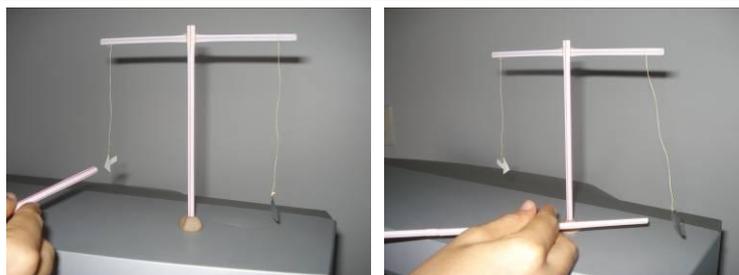


Figura 4 – Eletroscópio.

### CIRCUITO ELÉTRICO ELEMENTAR

**Objetivo:** mostrar o funcionamento dos circuitos elétricos série e paralelo. **Material utilizado:** 2 suportes para duas pilhas pequenas com garra tipo jacaré; 4 pedaços (10 cm) de fio de cobre; pistola para cola quente; 4 suportes para micro-lâmpada; 4 micro-lâmpadas 1,5 V; 3 pilhas pequenas 1,5 V e 2 folhas de papelão. **Como fazer (série):** fixe um suporte para pilhas com cola quente em uma das folhas de papelão; associe duas micro-lâmpadas em série usando um dos fios; ligue as extremidades dos suportes às pilhas usando as garras tipo jacaré; quando as lâmpadas acenderem desligue uma delas e mostre que a outra também desliga. **Como fazer (paralelo):** faça uma “ponte” usando um dos fios de cobre no suporte de pilhas no local de uma delas, pois na associação em paralelo usaremos apenas uma pilha; fixe o suporte com cola quente na outra folha de papelão; associe duas micro-lâmpadas em paralelo usando o restante dos fios; ligue as extremidades dos suportes à pilha usando as garras tipo jacaré; quando as lâmpadas acenderem desligue uma delas e mostre que a outra não apaga.

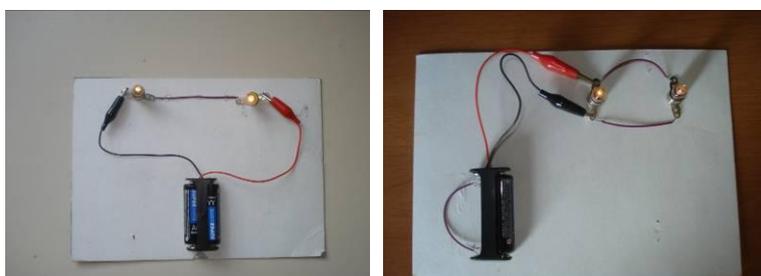


Figura 5 – Circuitos elétricos elementares, em série e em paralelo.

### ESPELHOS ESFÉRICOS

**Objetivo:** mostrar as imagens formadas por meio de espelhos esféricos côncavos e convexos. **Material utilizado:** 1 concha de alumínio para sopa. **Como fazer:** mostre que, dependendo do lado (côncavo ou convexo) que se olha, temos imagens diferentes; no lado convexo, a imagem é sempre menor, direita e virtual; do lado côncavo, dependendo da distância, a imagem pode ser menor, igual ou maior, virtual ou real, direita ou invertida.



Figura 6 – Concha de sopa funcionando como espelho convexo e espelho côncavo.

### TUBO EM “U”

**Objetivo:** resolver problemas de Hidrostática. **Material utilizado:** 50 cm de mangueira fina transparente; cola quente; 1 suporte de papelão fino; cópia, em papel sulfite, de duas régua 30 cm; régua; água; tinta guache e óleo de amêndoas. **Como fazer:** cole as duas cópias das régua, paralelamente uma à outra, nos lados do suporte e mande plastificar; cole sobre ele a mangueira em forma de “U”; pigmente a água com tinta guache para aumentar o contraste; ponha a água na mangueira, sem enchê-la; complete com óleo, de acordo com o experimento a realizar.



Figura 7 – Tubo em “U”.

### DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

**Objetivo:** explicar a dilatação e a contração dos gases. **Material utilizado:** 1 lata de alumínio vazia; 1 balão; fita crepe; 1 canudinho; pedras de gelo; prato; tesoura; fita adesiva. **Como fazer:** recorte a parte superior da lata de alumínio com a tesoura; recorte o balão e prenda-o, usando a fita crepe, na abertura da lata, fechando-a; prenda um canudinho no balão usando fita adesiva; coloque a lata dentro do prato com gelo; verifique a contração do gás (ar atmosférico) indicado pelo canudo; o mesmo experimento pode ser feito mergulhando a lata numa bacia com água quente: nesse caso haverá dilatação do gás.



Figura 8 - Contração e dilatação térmica do ar.

## ELETROÍMÃ

**Objetivo:** mostrar que a corrente elétrica gera ao seu redor um campo magnético. **Material utilizado:** 1 prego grande; 50 cm de fio de cobre médio; 1 pilha média 1,5 V; fita adesiva; clipes. **Como fazer:** enrole o fio no prego formando um solenóide; se ele ficar instável, segure-o ao prego usando a fita adesiva; ligue as pontas aos pólos da pilha; aproxime o prego dos clipes; observe que eles são atraídos enquanto o fio estiver ligado à pilha.



Figura 9 - Eletroímã

## PANELA DE PAPEL

**Objetivo:** mostrar a capacidade de arrefecimento da água. **Material utilizado:** papel sulfite; tripé, vela, água. **Como fazer:** faça uma panelinha de papel usando o tripé como molde; encha-a com água; coloque a vela acesa sob a panela e verifique que a água ferve sem queimar o papel. Isso ocorre porque a temperatura necessária para fazer o papel entrar em combustão é maior que a de ebulição da água a pressão normal.

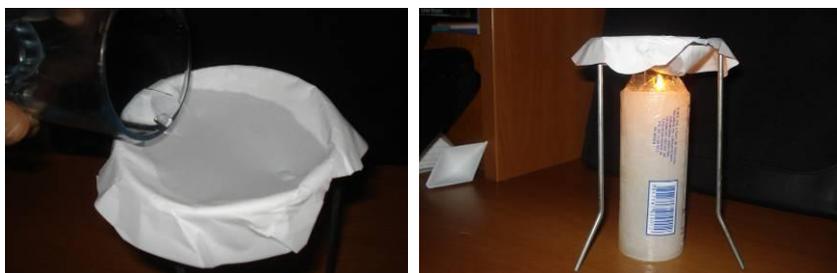


Figura 10 – Panela de papel.

## ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS

**Objetivo:** mostrar a reflexão da luz e calcular o número de imagens. **Material utilizado:** 2 espelhos planos; fita crepe; cópia, em papel sulfite, de um transferidor; um corpo de prova. **Como fazer:** com a fita, prenda um espelho no outro como uma dobradiça; com o transferidor meça o ângulo entre os espelhos; ponha o corpo de prova entre os espelhos e verifique as imagens formadas; é importante comparar os resultados experimentais com os resultados esperados pela relação matemática, entre o número de imagens (N) e o ângulo de abertura entre os espelhos ( $\alpha$ ), dada pela equação 1.

$$N = 360^\circ/\alpha - 1 \text{ equação (1).}$$



Figura 11 – Associação de espelhos planos.

## EFEITO JOULE

**Objetivo:** mostrar o efeito Joule. **Material utilizado:** 1 bandeja pequena de alumínio; 1 suporte para duas pilhas grandes com garra jacaré; 2 pilhas grandes; 1 pedaço de palha de aço. **Como fazer:** ponha as pilhas grandes no suporte dentro da bandeja; feche o circuito ligando as garras ao pedaço de palha de aço; verifique que a palha aquece e incandescce.

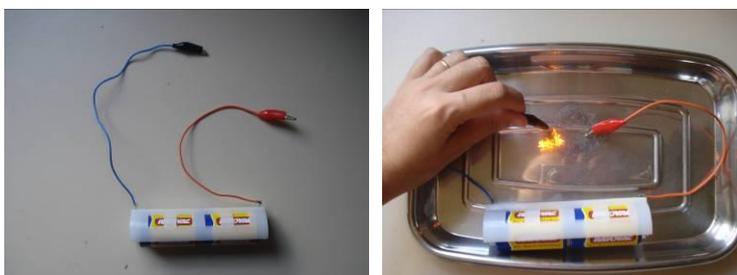


Figura 12 - Demonstração do efeito Joule.

## TERMOSCÓPIO

**Objetivo:** mostrar a expansão de um gás com o aumento da temperatura, numa transformação isobárica. **Material utilizado:** 1 garrafa pet de 200 ml; 1 caneta transparente vazia; tinta guache; pistola para cola quente; ferro de solda. **Como fazer:** a) coloque água com tinta guache dentro da garrafa, de modo a encher aproximadamente três quartos da mesma; faça um furo na tampa da garrafa com o auxílio de um ferro de solda, no mesmo diâmetro da caneta; passe-a pelo furo, feche a tampa e vede-a totalmente com a cola quente; b) atrite uma mão na outra e toque na parede da garrafa sem pressionar; a coluna de líquido deverá subir com o aumento da temperatura, pois o gás aquecido expande-se, empurrando o líquido.



Figura 13 – Termoscópio.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seja por razões históricas, culturais ou quantitativas, percebe-se que a ação em sala de aula está voltada sobremaneira para a transmissão dos conteúdos pré-estabelecidos. Desta forma, o processo de ensino-aprendizagem não consegue realizar o seu ciclo de construção do conhecimento. E sob a pressão dessas exigências, a metodologia expositiva se torna cada vez mais cristalizada no espaço escolar, uma vez que a intenção é “dar conta do conteúdo”.

No fluxo desta tendência, revelados nos dados desta pesquisa, estão a falta de comunicação entre professor e alunos, a rejeição ou a indiferença de alguns alunos à disciplina Física, a excessiva preocupação com o vestibular, o que torna pouco favorável a mudança ou mesmo a reflexão em torno da ação pedagógica.

Ainda assim, diante dessas preocupantes constatações, a pesquisa mostrou também que muitos professores e alunos reconhecem a necessidade de mudar o paradigma vigente. Essa percepção é certamente um importante aceno rumo ao diálogo que propõe esta pesquisa. Uma recomendação que esta proposta se dispõe se refere à metodologia. Acredita-se que no intuito de não perder tempo, o uso da metodologia expositiva acaba surtindo o efeito contrário, pois o tempo que se consome com a quantidade, perde-se em qualidade. A utilização de uma metodologia adequada pode conciliar ambas.

Na problematização inicial, por exemplo, à medida que o aluno é encorajado a relatar suas experiências prévias, percebendo assim que o conhecimento a ser construído partiu de sua contribuição, o fará perceber que aquele conhecimento não pertence a um conjunto de verdades absolutas e inatingíveis, pertence ao seu cotidiano. Porém, deve-se tomar o cuidado necessário para não perder o caráter científico dessa construção, tornando-a exclusivamente empírica. Cabe ao professor dotar sua aula de bom senso e o equilíbrio entre matematização e experimentação.

Na organização do conhecimento, quando o aluno confronta e aproxima seu conhecimento anterior com o conhecimento científico, abre-se a possibilidade de aprendizagem do conteúdo não pela obrigação, mas pela proximidade entre aluno e conhecimento. Se num primeiro momento o professor empregar um tempo maior nesta etapa, acredita-se que essa aparente perda de tempo será compensada à medida que o aluno passar a sentir a necessidade de obter mais informações. Desta forma, há uma transferência da qualidade para quantidade, otimizando o trabalho do professor.

Na aplicação do conhecimento, quando o aluno dispõe de certa autonomia, acredita-se que esse conhecimento aprendido o seguirá na solução de problemas pertencentes à sua realidade, ou até mesmo quando houver a necessidade de esse aluno prestar exames vestibulares para continuidade de seus estudos. Muitos são os recursos que podem ser utilizados em sala de aula. Se aproveitados oportunamente podem oferecer a possibilidade de construção do conhecimento pelas vias da busca, da curiosidade e do prazer de conhecer.

Para tanto, há de se remover o medo que muitos alunos têm de explorar, de manipular, de descobrir. Dados desta pesquisa revelaram também que muitos alunos temem manipular os materiais do laboratório, pelo eminente risco de danificá-los. A experimentoteca é aqui proposta no intuito de encorajar e estimular a interação com os alunos, dentre tantos recursos que o professor pode dispor, seja para otimizar o tempo, seja para a apropriação

do novo conhecimento por parte destes. É importante ressaltar que nenhuma metodologia ou recurso atingirá êxito se educadores e educandos não se sentirem convidados ao diálogo, à interação.

## REFERÊNCIAS

1. FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
2. DEMO, Pedro. **Professor do futuro e reconstrução do conhecimento**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.
3. DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992. (Coleção Magistério – 2º grau – Série formação geral).
4. DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.
5. BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
6. DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2ª edição. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005. Cap. 6, p. 125 - 150.
7. DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2002.
8. FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1987.
9. ALVES FILHO, J.P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2000.
10. BRASIL. Ministério da Educação. PCN+ ensino médio: **orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 1999.
11. GASPAR, Alberto. **Física**: volume único. São Paulo: Ática, 2005.
12. CHESMAN, Carlos. **Física moderna**: experimental e aplicada. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.
13. HAMBURGUER, Ernst W (supervisor). **Física**: volume 1. São Paulo: Globo, 2000. (Projeto Teleducação para o trabalho).
14. HAMBURGUER, Ernst W (supervisor). **Física**: volume 2. São Paulo: Globo, 2000. (Projeto Teleducação para o trabalho).
15. VILLAS BÔAS, Newton; DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José. **Tópicos de física, 2**: termologia, ondulatória e óptica. 18 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
16. PENTEADO, Paulo César M.; TORRES, Carlos Magno A. **Física**: ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2005.
17. ALMEIDA, Ronaldo de; FALCÃO, Douglas. **Brincando com a ciência**: experimentos interativos de baixo custo. Rio de Janeiro: MAST, 1996.

18. SCHULZ, Peter A. B. **Nanociência de baixo custo em casa e na escola**. Revista Física na Escola, v.8, n.1, 2007.
19. MICHELENA, Juleane Boeira; MORS, Paulo Machado. **Física térmica: uma abordagem histórica e experimental**. Textos de apoio ao professor de física, v.19, n.5, 2008. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v19n5\\_Michelena\\_Mors.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v19n5_Michelena_Mors.pdf).
20. TERRAZAN, Eduardo. A.; HAMBURGER, Ernst W. Oficinas de física: uma experiência em educação continuada, In: REUNIÓN LATINO AMERICANA SOBRE EDUCACIÓN EN FÍSICA, 5, 1992, Gramado. **Atas da V RELAEF**, 1992. P. 234-238.
21. ARAÚJO, M. S. T., ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. *Rev. Bras. Ens. Fis.*, 25, n. 2, 2003.
22. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física 3: **Eletromagnetismo/GREF**. São Paulo: EDUSP, 1995.
23. AXT, R. GUIMARÃES, V. H. “**O ensino experimental de Física em escolas de nível médio: um tentativa de viabilizá-lo**”. *Ciência e Cultura* , 37(1): 39-45, 1985.
24. AXT, R.; MOREIRA, M. A. “**O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo**”. In: *Rev. Bras. Ens. Fis.*, 13: 97-103. Porto Alegre, 1991.