

**INVESTINDO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DO ENSINO
FUNDAMENTAL: UMA EXPERIÊNCIA EM FÍSICA TÉRMICA**
**(Improving the training of elementary-level science teachers:
an experience in thermal physics)**

Nelson Luiz Reyes Marques [nelsonreyes@terra.com.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense. Pelotas, RS, Brasil

Ives Solano Araujo [ives@if.ufrgs.br]

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil

Bolsista da CAPES - Proc. N^o: BEX 2271/09-5

Resumo

O entendimento de conceitos básicos de Física é um aspecto fundamental para a formação intelectual de cidadãos de qualquer sociedade moderna. Como parte da alfabetização científica dos indivíduos, iniciada no ensino fundamental, tal conhecimento é imprescindível para uma compreensão adequada do mundo que nos cerca. Entretanto, mesmo reconhecendo a importância da discussão de tópicos de Física, muitos professores desse nível de ensino não se sentem seguros para abordá-los, optando pela discussão exclusiva de tópicos de Biologia e Química nas aulas de Ciências. Tendo isso em vista, desenvolvemos uma proposta de ensino de conceitos de Física Térmica voltada para alunos dos cursos Normal de magistério e pedagogia, com o intuito de complementar sua formação docente e apresentar sugestões de atividades didáticas que possam ser realizadas por seus futuros alunos do ensino fundamental. No presente artigo, apresentamos uma visão geral de nossa proposta, implementada na forma de um curso de extensão, descrevendo sua elaboração (referenciais teóricos e estudos anteriores), composição (texto de apoio e experimentos didáticos), estrutura (módulos do curso) e desenvolvimento (aplicações com alunos). Como resultados de sua aplicação, podemos observar um avanço em termos da aprendizagem dos conceitos físicos discutidos por parte dos alunos, principalmente dos conceitos de temperatura e calor, e, também, motivação para o desenvolvimento de futuras práticas de ensino sobre esse conteúdo. Acreditamos que a adaptação e uso de nossa proposta em cursos de formação inicial e continuada de professores de Ciências do ensino fundamental possa contribuir para uma melhor capacitação docente, no que diz respeito ao aprendizado de Física Térmica, e também apontar caminhos para que esse conteúdo seja mais bem aproveitado em sala de aula.

Palavras-chave: ensino fundamental, ensino de física, física térmica, material didático.

Abstract

The understanding of physics' basic concepts is a fundamental aspect in the intellectual formation of citizens in any modern society. As part of scientific literacy of individuals, which begins in elementary school, such knowledge is indispensable for a proper comprehension of the surrounding world. However, even recognizing the importance of the discussion of topics of physics, many teachers at this level of education do not feel confident to approach them, choosing exclusively the discussion of topics of chemistry and biology in the science classroom. Bearing it in mind, we developed an educational proposal of thermal physics for students of the teaching and pedagogy courses, aiming at complementing their academic formation and presenting suggestions of didactical activities that can be performed by their future students in elementary school. In this article we present a general view of our proposal, implemented as an extension course, describing its elaboration (theoretical references and previous studies), composition (supporting text and didactical experiments), structure (course modules) and development (applications with students). As results of the application of our proposal, we can observe an advance in learning the physical concepts discussed by students, mainly the concepts of temperature and heat, and also a motivation for the development of future teaching practices about this subject. We believe that the adaptation

and use of our proposal in courses of initial and continuing formation of Science teachers for the elementary school, may contribute to a better teaching training regarding the education of thermal physics, and also point ways so this content can be better used in the classroom.

Keywords: elementary school, physics teaching, thermal physics, didactic material.

Introdução

Apesar da importância inconteste da Física em nossa sociedade, responsável por boa parte dos avanços tecnológicos presentes no cotidiano, as falhas no entendimento básico de alguns de seus conceitos fundamentais é alarmante. A tomada de decisões informada sobre questões econômicas, políticas e ambientais, por parte do indivíduo, passa por uma melhor compreensão do mundo físico que o cerca. Nesse contexto, a busca por soluções para uma melhor alfabetização científica dos indivíduos se faz necessária. Nenhuma abordagem adotada para superar esse desafio estará completa, se não considerar as dificuldades enfrentadas pelos professores de Ciências do ensino fundamental ao trabalhar com o conteúdo em sala de aula. Dentre os principais problemas, a falta de formação adequada para promover um primeiro contato formal dos alunos com tópicos de Física ocupa um papel de destaque. No momento, esse tema está na pauta de qualquer discussão sobre a melhoria do ensino na área, evidenciado no crescente interesse na formação inicial e continuada de professores (Gatti, 2008; Grala, 2006).

Os cursos de habilitação para magistério (Normal) e licenciaturas têm formado professores com diversas fragilidades conceituais em relação a conteúdos de Ciências (em especial Física) e também em sua preparação geral, com graves consequências para o ensino. O presente trabalho tem como objetivos apresentar uma proposta didática que auxilie a superação de algumas dessas deficiências no que diz respeito ao conteúdo de Física Térmica. Ademais, relatar nossa experiência em sua aplicação com alunos facilitando futuros usos e/ou adaptações da proposta em cursos de formação.

Em nosso entendimento, para o ensino adequado de conceitos científicos nas séries iniciais, é necessário repensar a formação dos professores de Ciências reavaliando os critérios de escolha dos conteúdos, geralmente restritos a tópicos de Biologia. Acreditamos que o ensino de Física na Educação Básica deva ter como foco principal a necessidade de vincular, aos conhecimentos dessa disciplina, questões relacionadas à vida cotidiana dos alunos. Sob esse ponto de vista, é vital que o planejamento de ações formativas para alunos do Curso Normal, futuros professores das séries iniciais, possa apontar formas de ensinar os conteúdos, que eles próprios vêm aprendendo, aos seus futuros alunos. Embora o foco do trabalho esteja relacionado à formação de professores no curso Normal, ele também pode ser útil para alunos dos cursos de pedagogia e professores das séries iniciais em exercício.

Em relação à escolha do conteúdo de Física a ser discutido, optou-se por trabalhar com Física Térmica por esse ser um dos assuntos mais abordados nas séries iniciais do Ensino Fundamental e estar relacionado com vários fenômenos do dia a dia, vivenciado por todos os alunos. Porém, na maioria das vezes, explicados sem ancoragem científica e reforçando as concepções alternativas. Entre outras coisas, o intuito é mostrar que a Física Térmica pode ser abordada de uma maneira atrativa, explicando situações cotidianas, como, por exemplo, as temperaturas máximas e mínimas de um dia, a comparação entre o tempo de cozimento de um alimento em uma panela de pressão e em uma comum ou, ainda, a discussão sobre afirmações cotidianas do tipo “estou com frio”, “o casaco é quente”, etc.

Em nosso trabalho, abordamos os seguintes tópicos: energia, temperatura, dilatação térmica, calor, energia interna, processos de transmissão de calor e mudanças de fase. Tendo em

vista que alguns fenômenos relacionados a esses conteúdos, tais como o aquecimento global e a inversão térmica, também são trabalhados nas séries iniciais, demos aos mesmos uma atenção especial ao elaborar nossa proposta.

Na etapa de preparação dos materiais, pudemos perceber que alguns livros didáticos, comumente utilizados no ensino fundamental, apresentam graves erros conceituais. Muitas vezes, esses erros reforçam as concepções alternativas dos alunos em relação aos conceitos trabalhados e também dos futuros professores, que, em sua maioria, não possuem uma preparação adequada e orientam suas aulas tendo como referência apenas o livro didático. Na seção 4.1, ilustramos alguns dos referidos erros.

Para implementação e avaliação de nossa proposta, construída no âmbito de uma dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (Marques, 2009), foi oferecido um curso de extensão, em três edições, ministrado pelo primeiro autor do presente trabalho, para alunos do Curso Normal.

Na seção seguinte, apresentamos, resumidamente, alguns estudos anteriores relacionados com os objetivos de nosso trabalho. Na seção 3, descrevemos nossa proposta didática para curso complementar de qualificação de alunos do Curso Normal para o ensino de Física Térmica nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Na sequência (seção 4), relatamos nossa experiência ao implementar o curso de extensão. Nas seções 5 e 6, apresentamos uma discussão dos resultados e algumas considerações finais, respectivamente.

Trabalhos anteriores

Na elaboração e implementação de nossa proposta didática, baseamo-nos nos resultados de diversos estudos encontrados na literatura da área, voltados para o tema. Dentre eles, passamos a descrever, resumidamente, aqueles que consideramos mais importantes para caracterizar o contexto no qual nossa abordagem didática está inserida.

Ostermann *et al.* (1992) apresentam um estudo sobre formação de professores das séries iniciais, realizado na escola “Instituto de Educação Flores da Cunha – Escola Pública de Ensino Fundamental e Médio de Porto Alegre (RS)” – durante 18 meses, onde se discute o papel da Física no currículo de um curso de formação de professores para as séries iniciais. As observações, realizadas pelos autores nas aulas de Física no Curso Normal, mostraram que o ensino proporcionado na escola não era adequado, já que estava completamente dissociado do ensino de Ciências nas séries iniciais. Isso também foi confirmado, posteriormente, ao entrevistar as professoras das séries iniciais da própria escola. Essas relataram que, na sua formação, foi dada ênfase ao processo de alfabetização e que a Física estudada era muito teórica e pouco prática.

Os dados obtidos nesse trabalho sugerem que a Física é indispensável no Curso Normal, mas deve ser ensinada com um enfoque diferente daquele usado no ensino médio tradicional. O Curso Normal é um curso de formação profissional e ele prepara o professor para o ensino nas séries iniciais ao invés de ser preparatório para estudos posteriores. A Física, em um curso desse tipo, deve ser ensinada de maneira conceitual e qualitativa, com muita experimentação, concentrando-se naqueles conceitos físicos que serão abordados no ensino de Ciências das séries iniciais.

Dentro do mesmo tópico, Monteiro *et al.* (2004) chamam a atenção para o fato das inúmeras dificuldades que os professores das séries iniciais enfrentam para desenvolver um ensino de Ciências de qualidade para seus alunos, principalmente em se tratando de conteúdos relacionados à Física. Entre elas, podemos citar o reduzido número de propostas de atividades voltadas,

especificamente, para atender às necessidades das crianças dessa faixa etária. Os resultados desse estudo evidenciaram a importância da estruturação e da organização das atividades que devem ser propostas, uma vez que a capacidade dos alunos de discutir e apresentar argumentos relacionados aos fenômenos físicos investigados mostrou estar intimamente relacionada com um repertório de possibilidades de manipulação e de interações que a atividade pode oferecer. Em síntese, os autores argumentam que não basta que a atividade seja bem organizada e que os objetos de estudo sejam bem construídos e elaborados, é fundamental que a competência dialógica do professor possa tornar essa atividade mais profícua.

Tendo como objetivo começar o processo de Alfabetização Científica, já nas séries iniciais do Ensino Fundamental, Carvalho & Sasseron (2008) propõem um ensino de Ciências que leve os alunos a trabalhar e a discutir problemas envolvendo fenômenos naturais e as implicações que o conhecimento destes pode acarretar à sociedade e ao ambiente. Para tanto, os autores realizaram um estudo qualitativo após a aplicação de uma sequência didática de Ciências em uma 3ª série do Ensino Fundamental. A sequência de trabalho desenvolvida pelos autores foi planejada de modo a permitir que os alunos trabalhassem ativamente no processo de construção do seu conhecimento sobre o mundo, além de possibilitar discussões acerca dos benefícios e prejuízos que as Ciências e suas Tecnologias podem trazer para a Sociedade e para o Ambiente.

Ao organizar, classificar e seriar os dados obtidos nas investigações dos problemas os autores almejavam o estabelecimento de bases para a ação, mostrando um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente e a ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles. Como resultado, observou-se que os alunos constroem explicações bastante consistentes e coerentes sobre o mundo em que vivem, criando relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele.

Schroeder (2004) relata um programa desenvolvido para crianças com idades entre sete e dez anos, às quais foi oferecida a oportunidade de aprender Física através de atividades experimentais do tipo mão-na-massa (*hands-on*), como parte de um ensino baseado em investigação (*inquiry-based*). Este programa foi desenvolvido na Escola Panamericana de Porto Alegre (RS), em 2003 e incluiu uma série de oficinas de Física com uma turma de quarta série do Colégio Bom Conselho, também de Porto Alegre. Os resultados colhidos ao longo de quatro anos mostram, além do entusiasmo da maioria das crianças, um claro desenvolvimento em suas capacidades de observar fenômenos, propor teorias baseadas em suas observações e analisar criticamente essas teorias à luz de novas situações e de novos dados percebidos. Também foi observado o desenvolvimento de atitudes mais independentes por parte dessas crianças, que passaram a tomar a iniciativa de desenvolver projetos de pesquisa, construir modelos e propor testes experimentais às suas próprias teorias.

O trabalho de Damásio (2007) enfatiza a introdução dos primeiros conceitos físicos, uma vez que desses depende grande parte do ensino da Física subsequente. Contudo, a maioria dos professores das séries iniciais do Ensino Fundamental não tem formação adequada para promover este primeiro contato com a Física. Tendo isso em vista, o autor desenvolveu um programa de qualificação que teve como objetivo dar condições aos professores para que introduzam a Física, no ensino fundamental, de uma maneira mais adequada. O programa foi estruturado em quatro módulos, que contemplam diversos instrumentos e estratégias pedagógicas. Cada módulo começa com aulas de laboratório, seguido de uma interação em sala de aula com textos especialmente produzidos para o projeto. Esses textos abordam história da Ciência, Física do cotidiano e discussão de conceitos físicos. Cada módulo utiliza recursos multimídia, que vêm sendo produzidos por vários autores para enriquecer o ensino de Física e que estão disponíveis na internet.

O autor concluiu como resultado da entrevista com as professoras, que tais docentes tiveram maior consciência dos seus papéis em relação ao ensino dos primeiros conceitos de Física,

bem como ficaram mais seguras para introduzi-los, certificando-se de que é possível ensinar Física nas séries iniciais.

Em relação ao ensino de conceitos de Física Térmica, Gonçalves (2005) desenvolveu um projeto utilizando tecnologias educacionais – vídeos, animações e simulações interativas de eventos físicos – como atividades complementares às aulas expositivas e demonstrativas, visando à aprendizagem significativa de Física Térmica no ensino médio. As tecnologias foram utilizadas na sala de informática, onde era possível a interação do aluno com a simulação. Para tanto foi produzido um hipertexto sobre os conteúdos de Física Térmica abordados, incluindo muitas figuras, animações e vídeos.

Com o intuito de investigar as dificuldades enfrentadas pelos alunos do ensino médio e técnico ao trabalharem com conceitos de termodinâmica, Moreira *et al.* (2006) apresentam os primeiros resultados de uma pesquisa focada na detecção dos chamados invariantes operatórios de Vergnaud (Moreira, 2004). Tais invariantes, normalmente implícitos na estrutura cognitiva dos estudantes, podem servir como obstáculo à aprendizagem de conceitos. A pesquisa foi realizada com 99 estudantes da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha em Novo Hamburgo (RS). A partir da análise das respostas dos estudantes frente às situações-problema apresentadas, os autores obtiveram indicadores de possíveis invariantes operatórios. Um desses indicadores foi este: “quando a energia interna aumenta, o trabalho seria positivo; ou quando a energia interna diminui, o trabalho seria negativo”. Esse raciocínio foi explicitado por vários alunos, evidenciando o que foi constatado por Vergnaud a respeito da dificuldade que os estudantes têm em trabalhar com grandezas negativas. Outro possível indicador de invariante manifestado de uma forma muito sutil em distintos alunos em questões diferentes foi este: “ocorre transferência de calor quando os corpos estão encostados”.

Apresentação da proposta didática

Para a elaboração das atividades em nossa proposta, consideramos que o aluno deve ser capaz de reproduzir o fenômeno físico de interesse pela sua própria ação e ser capaz de variá-la, a fim de observar as variações correspondentes, pois essa é uma forma de oportunizar a estruturação das regularidades inerentes a cada fenômeno. Tendo em vista nosso objetivo de complementar a formação dos futuros professores ou ainda atender a professores já em exercício, optamos pelo formato “Curso de Extensão” para o desenvolvimento de nossa proposta. Apresentamos na Tabela 1 a composição de nosso curso.

Tabela 1 – Organização dos módulos do curso de extensão sobre Física térmica.

Módulo	Tópico	Desenvolvimento	Experimentos didáticos
I	Energia	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão sobre o uso do termo “energia” cotidiano e em muitos livros de Ciências nas séries iniciais. - Análise sobre fontes e formas de energia. - Discussão sobre a evolução do conceito de calor ao longo da história. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recipiente de isopor com pequenas esferas de chumbo e termômetro, para mostrar a transformação de energia mecânica em energia interna.
II	Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Análise do conceito de temperatura do ponto de vista macroscópico e microscópico. - Discussão sobre o 	<ul style="list-style-type: none"> - Três recipientes com água a 45 °C, 20 °C e 5 °C para mostrar as sensações táteis de “quente” e de “frio”. - Construção de termoscópios e

		<p>significado de equilíbrio térmico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demonstração do funcionamento de termômetros. - Comparação entre diferentes escalas termométricas. 	<p>termômetros.</p>
III	Dilatação Térmica	<ul style="list-style-type: none"> - Análise dos efeitos de dilatação térmica, procurando evidenciar as aplicações práticas como: juntas de dilatação, restaurações dentárias, lâminas bimetálicas, diferenças entre pratos de vidro do tipo “Pyrex[®]” e pratos de vidro comum, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dilatômetro feito de madeira com haste metálica. - Construção de anéis com fio de alumínio e anéis com fio cobre para mostrar as dilatações superficial e volumétrica. - Construção de lâminas bimetálicas. - Recipiente contendo um líquido aquecido com um ebulidor, para mostrar a dilatação aparente.
IV	Calor	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão do conceito de calor como processo de transferência de energia. - Diferenciação dos conceitos “calor sensível” e “calor latente”. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recipiente contendo gelo picado e sal, para mostrar a variação da temperatura de uma mistura refrigerante. - Dois recipientes, com mesma superfície livre, um contendo água e o outro areia, expostos a uma lâmpada incandescente, para mostrar a diferença entre os calores específicos da água e da areia. - Um tubo de ensaio contendo água, é colocado imerso na mistura refrigerante. Com um termômetro, acompanhamos a variação da temperatura da água, para mostrar a diferença entre o calor sensível e o calor latente.
V	Transmissão de energia na forma de Calor	<ul style="list-style-type: none"> - Análise e diferenciação de formas de transmissão de energia na forma de calor. - Apresentação de aplicações práticas e fenômenos cotidianos tais como brisas marinhas, refrigeradores, processo de inversão térmica em cidades, efeito estufa, e garrafas térmicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Copo de alumínio com quatro hastes de materiais diferentes, contendo parafina em uma extremidade, para comparar os coeficientes de condutividade térmica. - Casa de vidro para comprovar o efeito estufa. - Funcionamento de um aquecedor solar.
VI	Mudanças de fase	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação das chamadas “leis de mudanças de fase”. - Verificação da influência da pressão na temperatura de mudança de fase dos corpos. - Discussão sobre a ocorrência de fenômenos de mudanças de fase no cotidiano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Um tubo de ensaio contendo água, colocado imerso na mistura refrigerante, mostra-se que durante a solidificação a temperatura permanece constante. - Utilizando-se uma bomba de encher bola, mostra-se a influência da pressão na temperatura de ebulição. - Expondo-se ao ventilador dois termômetros, um com bulbo úmido e outro com bulbo seco, verifica-se o resfriamento produzido pela evaporação.

Os módulos foram apresentados através de *slides*, vídeos e experiências realizadas em grupos.

Foi desenvolvido um texto de apoio (Marques & Araujo, 2009) que contempla todos os módulos. Na construção desse material, procurou-se, dentro de uma abordagem ausubeliana, apresentar uma visão geral de cada assunto, para depois tratar de suas particularidades. Por esse motivo, o primeiro capítulo apresenta uma visão geral de energia e da evolução do conceito de calor. Em cada capítulo, procuramos mostrar aplicações tecnológicas dos conceitos discutidos; questões respondidas, explorando fatos curiosos ou possíveis concepções alternativas dos alunos sobre esses conceitos e também experimentos de fácil reprodução sobre os fenômenos físicos abordados.

Ao longo do trabalho, a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel nos orientou a considerar as ideias prévias dos alunos sobre os fenômenos abordados atentando para as possíveis concepções alternativas sobre conceitos de Física Térmica. Não se teve a pretensão de promover uma mudança conceitual rápida dessas concepções para as cientificamente aceitas. O que se pretendeu foi dar início, por intermédio do curso de formação, a uma evolução conceitual, tendo em vista que as concepções alternativas estão muito presentes nos alunos do Curso Normal, como se pode perceber através da aplicação do teste sobre concepções alternativas de Calor e Temperatura.

Na construção do texto de apoio, a bibliografia utilizada foi bem variada, sendo constituída, inclusive, por obras mais antigas, que abordam vários assuntos negligenciados por muitos autores atuais. O texto é composto de uma parte histórica, mostrando a evolução de alguns conceitos, como, por exemplo, o conceito de Calor, de algumas aplicações tecnológicas, de uma seção com o título “Para Saber Mais” e de questões curiosas para as quais demos o título de provocação. Essas questões foram discutidas com o intuito de aguçar a curiosidade dos alunos pelo tema. A Figura 1 ilustra as páginas 43 e 44 do texto de apoio.

TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA – IF – UFRGS – MARQUES, N. L. R. & ARAUJO, I. S. – V.20 nº 6

3ª) Na Figura 31 estão representadas quatro barras de diferentes matérias com uma das extremidades coberta com cera e a outra em contato com água quente. Em qual dos materiais a cera começará a derreter primeiro? O que isso significa?



Figura 31 – A figura mostra um recipiente com água quente onde são colocadas quatro barras de materiais diferentes. Na extremidade das barras coloca-se um pedaço de cera.

5- Convecção térmica

Para entendermos a propagação de calor por convecção, vamos analisar um recipiente com água colocado sobre uma chama. A camada de água do fundo do recipiente recebe calor da chama, por condução. Conseqüentemente, o volume dessa camada aumenta e, então, sua densidade diminui. A água aquecida, por ser menos densa, sobe através da massa do líquido ao mesmo tempo a água da camada superior, mais densa, desce por ação gravitacional. O processo continua, com circulação contínua de água mais quente para cima e água mais fria para baixo, chamadas *correntes de convecção*. A convecção pode ocorrer somente nos fluidos (líquidos, vapores e gases).



Figura 32 – Correntes de convecção num líquido em aquecimento.

Podemos, então, definir:

Convecção térmica é um processo de transporte de energia, juntamente com o transporte de matéria, devido a uma diferença de densidade e à ação gravitacional.



Figura 33 – A figura mostra um cata-vento girando devido às correntes de convecção.

43

TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA – IF – UFRGS – MARQUES, N. L. R. & ARAUJO, I. S. – V.20 nº 6

Provocação 11- Por que a lã é muito usada nos dias frios?

Sempre que se quer um bom isolamento térmico para a condução, procuram-se materiais que tenham a propriedade de manter uma camada de ar estacionária no seu interior, impedindo desta forma também a transmissão do calor por convecção. A lã (Figura 34) é muito usada, pois além de ser um excelente isolante térmico também armazena ar entre as suas fibras. É também para obter esse efeito que, em dias frios, os pássaros eriçam suas penas de modo a manter entre elas camadas de ar. Isso, também justifica o motivo pelo qual a serragem é melhor isolante que a madeira que lhe deu origem.



Figura 34 - Tecido de lã ampliado 20 vezes.

Provocação 12 – Como é possível se abrigar do “frio” numa casa de gelo?¹⁰

Na casa de gelo, também chamada de iglu, as paredes proporcionam um isolamento térmico, possibilitando que a energia térmica irradiada pelo corpo de uma pessoa ou por uma chama, passe mais devagar pelas paredes.

Um iglu bem feito é achatado e possui uma cama elevada que ocupa aproximadamente dois terços do piso. A entrada é através de um túnel que leva a o outro terço do piso, mais baixo. Depois de entrar, a pessoa sobe na cama. Como o ar mais quente sobe e o mais frio desce, o ar acima da cama é bem mais quente do que o ar na parte baixa do iglu, o que torna possível que o ocupante durma a uma temperatura amena. Os blocos de gelo podem ser vedados com neve por dentro e por fora da casa.



Figura 35 - Casa dos esquimós.

¹⁰ Extraído de Walker, p. 163, 2008.

44

Figura 1. Páginas do texto de apoio ao Professor de Física (Marques & Araujo, 2009).

Na seção seguinte, relatamos a aplicação de nossa proposta.

Aplicação da proposta

Nosso trabalho foi desenvolvido ao longo de três edições de um curso de extensão, em que as duas primeiras serviram de preparação para a última. A terceira edição do curso sintetiza a versão final de nossa proposta e será apresentada em maiores detalhes na seção seguinte. O referido curso foi ministrado pelo primeiro autor do presente trabalho, para alunos do Curso Normal do Colégio Municipal Pelotense e do Instituto Educacional Estadual Assis Brasil, ambos na cidade de Pelotas (RS). Nas duas primeiras, participaram um total de 24 alunos da quarta série do Curso Normal do Colégio Municipal Pelotense. Na terceira, contamos com a participação de 14 alunos recém-formados no Instituto Educacional Estadual Assis Brasil.

Durante a primeira aplicação da abordagem didática, nosso foco esteve voltado para o ensino dos conteúdos de termodinâmica em si. Foi possível perceber que, de modo geral, os formandos do Curso Normal com os quais trabalhamos não possuíam conhecimentos adequados sobre Ciências, em particular Física, que precisam ter para ensinar nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Não obstante, apresentavam certa resistência em um momento inicial, pois não percebiam de qual maneira o conteúdo poderia ser trabalhado com seus futuros alunos.

Tendo isso em vista, na segunda edição do curso, elaboramos tarefas envolvendo o planejamento e a apresentação de atividades didáticas pelos próprios alunos, voltadas para o ensino das séries iniciais do Ensino Fundamental. Para guiar o desenvolvimento dessas tarefas, tivemos como base a abordagem dos três momentos pedagógicos, propostos por Delizoicov & Angotti (2007), por acreditarmos que tal abordagem possa ser adequada à realidade do Ensino de Ciências, de modo a reverter o distanciamento dos fenômenos físicos e das situações cotidianas próximas aos alunos.

Essa proposta, como seu próprio nome já diz, é dividida em três momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Na etapa de problematização, devem ser apresentadas situações para a discussão com os alunos. Nesse momento, foram discutidas afirmações comuns no cotidiano, tais como: “quanto maior a temperatura de um corpo mais calor ele possui” e “os cobertores de lã nos aquecem no inverno”, que serviram de motivação e, principalmente, de elemento de observação das concepções que os alunos já possuíam. A problematização foi importante, pois permitiu que os alunos sentissem necessidade de adquirir outros conhecimentos e fizessem a ligação desses conteúdos com situações reais que eles conhecem e presenciam, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução de conhecimentos contidos nas teorias científicas. Nesse momento, a principal atuação do professor foi como questionador, procurando sempre vincular as questões formuladas ao conteúdo a ser estudado.

No segundo momento, a etapa de organização, os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial foram sistematicamente estudados sob a orientação do professor, para que o aluno perceba outras visões e explicações para as situações problematizadas e também compare esse conhecimento com o seu, para usá-lo nas interpretações dos fenômenos. Para explicarem-se as situações problematizadas, foi feita uma apresentação do conteúdo, intercalada com experimentações. Também se procurava, nesse momento, fazer indagações que levassem os alunos a buscar novas explicações para os fenômenos do dia a dia. Pode-se citar como exemplo a construção de termoscópios com o objetivo de entender as propriedades termométricas das substâncias e também a construção de

vários anéis de metais diferentes para explicar a dilatação térmica. É nesse momento que a resolução de exercícios e de problemas pode desempenhar uma função formativa na apropriação de conhecimentos específicos.

O terceiro momento, a etapa de aplicação do conhecimento, destina-se a abordar sistematicamente o conteúdo trabalhado para que o aluno perceba suas implicações práticas e possa vincular e perceber a utilidade do conhecimento a ser construído. Além disso, é desejável também aplicá-lo em outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento e, dessa maneira, explorar o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas.

Na sequência, apresentamos, em maior detalhe, a implementação da versão final de nossa proposta realizada ao longo da terceira edição do curso, na tentativa de facilitar futuros usos e/ou adaptações em outros cursos de formação.

Primeiro Encontro

No início do curso, realizamos uma breve apresentação do projeto e explicamos como as atividades seriam desenvolvidas. A seguir, foi solicitado aos alunos que resolvessem um teste sobre concepções alternativas de Calor e Temperatura¹. Após esse momento inicial, foi-lhes entregue o texto de apoio didático e explicado como tal texto seria utilizado ao longo do curso.

Naquela ocasião, discutiu-se que, nos livros didáticos das séries iniciais, o termo energia é usado como sinônimo de fonte de energia, como, por exemplo, na frase: “A energia do Sol é uma energia limpa²”. Foram abordados vários exemplos de fontes renováveis de energia, tais como o Sol, o vento, a biomassa, o biogás e o gás hidrogênio; e não renováveis, tais como o gás natural, o carvão, o petróleo bruto e a energia nuclear. Na sequência, foram apresentados os impactos ambientais decorrentes da utilização dessas energias, discutindo as vantagens e as desvantagens do seu uso como, por exemplo, a construção de parques eólicos que alteram a paisagem e, se colocados em rotas migratórias, podem provocar a morte de muitas aves. Já as centrais hidroelétricas (barragens) provocam inundações, alterando o equilíbrio dos ecossistemas. Teve-se a preocupação de sempre partir-se dos aspectos mais relevantes e inclusivos do assunto, para depois serem sistematicamente retomados com maior nível de detalhamento.

Outros conceitos muito utilizados nas séries iniciais como temperatura, calor e energia térmica (energia interna) também foram trabalhados. Enfatizamos diversas vezes a concepção de calor como uma forma de energia em movimento, pois foi possível perceber que era muito forte, entre os alunos, a percepção de calor como um fluido, que é transferido entre os corpos (teoria do calórico). Também foi indispensável discutir o conceito de energia interna e deixar claro que o importante não é determinar a energia interna, e sim a sua variação.

Foi mostrado que essas formas estão incluídas nas três formas fundamentais de energia: a cinética, devido ao movimento; a potencial, devido ao efeito das forças de interações; a energia devido à massa, dada pela equação de Einstein, $E = mc^2$.

A maioria das escolas adota livros didáticos. Para as escolas da rede pública, o Governo Federal é o responsável pelo envio dos mesmos. Apesar de esses livros serem recomendados e adquiridos pelo Governo Federal, muitos apresentam falhas na sua elaboração no que se refere,

¹ Silveira, F.L. & Moreira, M. A. (1996). Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, 14 (1), 75–86.

² Trigo, E.C. & Trigo, E.M. (2002). 4ª série – 6ª edição - p. 30 – São Paulo: Saraiva.

principalmente, à Física Térmica. São gráficos, desenhos, conceitos e definições, com pequenas falhas ou até mesmo erros graves, não detectados pelos professores.

Mostraram-se exemplos de livros didáticos em que tais conceitos foram mal utilizados, ou utilizados de forma ambígua, como, por exemplo, no livro Lago & Meirelles (2004), página 73, “Quando você vai dormir, nas noites frias, além de um **pijama bem quente**, você usa um **cobertor para se aquecer**. Quando sente muito calor, se afasta do cobertor” [grifo nosso]. Apesar de sabermos que o livro foi escrito para o ensino básico, ele reforça a concepção alternativa de que o calor é uma propriedade dos corpos.

A Figura 2, oriunda da página 108 do livro Lago & Meirelles (2004), mostra um esquema que apresenta erros na construção de um aquecedor solar.

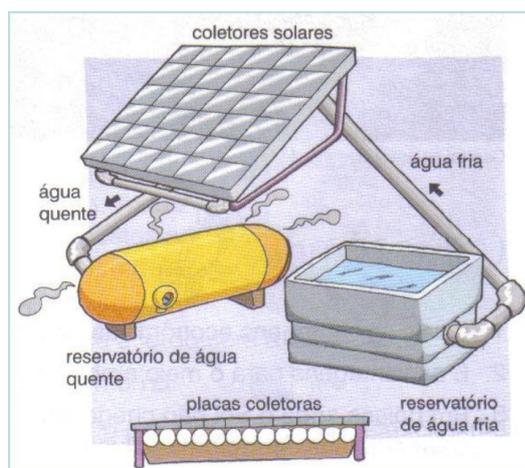


Figura 2- O esquema do aquecedor solar mostra o reservatório de água fria posicionado abaixo dos coletores solares. Sem o auxílio de uma bomba seria impossível a água subir até o coletor.

Foi feita uma discussão sobre esses erros, sendo solicitado, aos alunos, que analisassem os livros didáticos que estão sendo ou foram utilizados no estágio.

Em um segundo momento, os alunos assistiram a quatro vídeos curtos, produzidos pelo COPPE³/UFRJ, sobre o funcionamento de uma usina nuclear, o aproveitamento da energia das ondas do mar, o conceito de calor como uma forma de transferência de energia e a refutação da teoria do calórico, respectivamente.

Segundo Encontro

A partir do segundo encontro, intensificamos as interações entre os alunos e entre eles e o professor, fazendo que participassem intensamente da aula a partir de trabalhos em grupo. Inicialmente, realizamos uma apresentação sobre temperatura, equilíbrio térmico, termômetro e escalas termométricas. A apresentação do conteúdo era intercalada com experimentações.

Para confirmar a ideia de que as sensações táteis de “quente” e de “frio”, que nos transmitem a primeira noção de temperatura, podem levar a conclusões erradas, foi feito um

³ Coordenação dos programas de pós-graduação em engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

experimento, já proposto por vários autores, em que os alunos colocavam simultaneamente a mão direita num recipiente com água a 5 °C e a esquerda na água a 45 °C (Figura 3). A seguir, as duas mãos eram colocadas em um recipiente a 20 °C.



Figura 3- Alunos⁴ realizando a experiência para confirmar que as sensações táteis de quente e frio podem levar a conclusões erradas.

Cada aluno, para entender o funcionamento de um termômetro e as propriedades termométricas, construiu um termoscópio de água. A seguir, foi construído um termômetro caseiro de álcool. O termômetro “caseiro” construído permitiu entender toda a técnica de construção de escalas termométricas, bem como analisar as escolhas dos pontos fixos e fazer medidas aproximadas de temperatura.



Figura 4 - Alunos construindo e utilizando um termoscópio.

Foi feita uma apresentação mostrando os efeitos da dilatação térmica com uma série de experimentos construídos juntamente com os alunos.

Foram construídos vários anéis de fio de cobre e de alumínio, com o diâmetro um pouco menor que esferas de ferro. A seguir, os anéis eram aquecidos e os alunos verificavam que as esferas conseguiam passar (Figura 5). Os alunos construíram os anéis com alicates e usaram o tubo de canetas esferográficas para prender os anéis, a fim de não se queimarem (Figura 6).

⁴ Os alunos que aparecem nas fotos autorizaram a divulgação de sua imagem.



Figura 5 – Dispositivo construído para mostrar a dilatação de um anel. (a) A esfera não passa pelo anel. (b) Extremidade isolada com o plástico de uma caneta. (c) O anel sendo aquecido.



Figura 6- Alunos construindo os anéis para experimentos de dilatação térmica.

A seguir, foram feitas lâminas bimetálicas usando papel alumínio, cartolina e cola rápida (Figura 7).



Figura 7- (a) Lâminas bimetálicas construídas pelos alunos e sua (b) utilização.

Também foram discutidas as diferenças entre os recipientes de vidro comum e de vidro pirex. Ainda foi discutida a dilatação dos líquidos e foram feitos experimentos para mostrar a dilatação aparente do líquido, a do frasco e a real do líquido. Além disso, foi mostrado o motivo de o sistema frasco-líquido, quando aquecido pela base, no início, diminuir o nível do líquido, mas, quando aquecido com um ebulidor, isso não ocorre.

Nas segunda e terceira aplicações do curso, foi solicitado aos alunos que, em grupos, elaborassem o planejamento de uma aula referente aos conteúdos de Física Térmica, presentes nos livros didáticos das séries iniciais, usando a abordagem dos três momentos pedagógicos proposta por Delizoicov & Angotti. Para essa atividade, foram utilizados os livros apresentados no primeiro encontro e os que os alunos tinham como referência para os seus estágios.

Posteriormente, avaliamos os planejamentos e observamos que apresentavam deficiências na elaboração ou na maneira como seriam encaminhados em sala de aula. Ficavam distantes do objetivo inicial. Para torná-los mais eficientes, os planos foram reelaborados em conjunto com os alunos.

Foi enfatizado que o planejamento de ensino é a previsão das ações e dos procedimentos que o professor vai realizar junto a seus alunos, da organização das atividades discentes e das experiências de aprendizagem, visando atingir os objetivos educacionais estabelecidos. Tratamos também das características de um bom plano didático, tais como: coerência e unidade, continuidade e sequência, flexibilidade, objetividade e funcionalidade, previsão e clareza.

Terceiro Encontro

Nesse encontro, foram retomados os conceitos de calor e de energia interna e discutidos os significados de calor sensível e latente. Quando foi tratado o calor sensível, foram discutidos os significados de capacidade térmica e de calor específico. Os alunos, em grupos, fizeram um experimento expondo a uma lâmpada incandescente uma mesma massa de água e areia, com a mesma superfície livre. Eles observaram as variações de temperatura ocorridas na superfície da água e da areia.

Foi feito também um experimento colocando-se em um recipiente gelo picado com sal. Observou-se que a temperatura da mistura atingiu valor abaixo de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. A seguir, colocou-se um recipiente de vidro (tubo de ensaio) com água dentro da mistura para acompanhar as variações térmicas. A temperatura inicial da água no tubo era aproximadamente $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ e, logo em seguida, atingia a temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Foi discutido o conceito de calor sensível. Logo após, percebeu-se que a temperatura permanecia constante e igual a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, até que toda a água solidificasse. Nesse momento, foi abordado o conceito de calor latente e apresentou-se um diagrama mostrando a evolução da temperatura em função da quantidade de energia transferida na forma de calor.

Posteriormente, foi feita uma apresentação sobre transmissão de calor, começou-se discutindo a transmissão de calor por condução. Os alunos construíram o experimento mostrado na Figura 8, em que estão representados um copo de alumínio e quatro barras de diferentes materiais, nas quais colocamos um corte de vela em uma de suas extremidades e a outra em contato com água fervente. Foi mostrada a diferença de condutividade térmica entre os materiais (cobre, alumínio, latão e madeira).



Figura 8- (a) Dispositivo construído para mostrar a transmissão de calor por condução nos diferentes materiais. (b) Alunos trabalhando na construção do dispositivo.

Também foi apresentado o sistema representado na Figura 9 para mostrar a diferença de condutividade entre o cobre, o alumínio, o aço e uma liga metálica composta de ferro, latão e bronze.

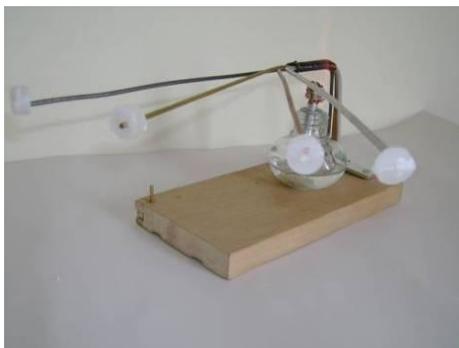


Figura 9- Dispositivo construído para mostrar a transmissão de calor por condução nos diferentes materiais.

Discutiu-se, ainda, que sempre que se quer um bom isolamento térmico para a condução, procuram-se materiais que tenham a propriedade de manter uma camada de ar estacionária no seu interior. A lã é muito usada, pois, além de ser um excelente isolante térmico, também armazena ar entre as suas fibras. É, também, para obter esse efeito, que, em dias frios, os pássaros eriçam suas penas de modo a manter, entre elas, camadas de ar, assim como são usados cabos de plástico e madeira em utensílios domésticos, como, por exemplo, nas panelas. Também se fez referência às panelas de inox com fundo triplo (alumínio e cobre), para que os alunos entendessem a sua construção e o porquê de serem mais eficientes que as panelas de inox comum, assim como ao gelo depositado no congelador de um refrigerador, que dificulta as trocas de calor por condução.

Outro aspecto abordado foi o fato de que, quando se toca em uma peça de metal e em um pedaço de madeira, ambos no mesmo ambiente, isto é, ambos à mesma temperatura, o metal dá a sensação de estar mais frio que a madeira. Isso ocorre porque o metal é um melhor condutor térmico que a madeira. Assim, haverá uma transferência de energia mais rápida (e maior se os tempos de contato forem iguais) da mão para a peça metálica do que para o pedaço de madeira. Da mesma maneira, ao tocar um piso de madeira, tem-se a sensação de que este é mais quente que o piso de ladrilho porque o pé e o ladrilho trocam calor muito mais rapidamente do que o pé e a madeira. Mostraram-se exemplos de livros didáticos em que tais conceitos foram mal utilizados. Como: “há corpos que se aquecem com mais rapidez e, por isso, conduzem (transmitem) o calor com facilidade”⁵.

Na sequência, foi apresentada a transmissão de calor por convecção. Foi explicado que, em um refrigerador, ocorre a formação de correntes de convecção. Na parte superior, as camadas de ar, em contato com o congelador, cedem energia térmica a ele por condução. O ar desta região torna-se mais denso e desloca-se para a parte de baixo do refrigerador, enquanto que as camadas de ar desta região, por serem menos densas, deslocam-se para cima. Essa circulação de ar, causada pela convecção, faz com que a temperatura seja, aproximadamente, a mesma em todos os pontos do refrigerador, com exceção da parte interna do congelador.

Também se analisou que o clima da Terra depende de muitos fatores. Um dos fatores importantes é a energia térmica dos oceanos. Durante o dia, os raios solares que incidem nos oceanos fazem aumentar a temperatura da água do mar. Como ela possui um calor específico

⁵ Autores: Maria Teresa Marsico, Maria do Carmo da Cunha, Maria Elisabete Antunes e Armando Coelho. 4º Série – Ed Scipione.

elevado e a massa da água dos oceanos é muito grande, os oceanos levam muito tempo para aquecer e também muito tempo para esfriar. As substâncias de que são feitos os continentes, por outro lado, possuem um calor específico muito menor e apenas uma camada relativamente estreita da superfície é aquecida pelo sol. Assim, os continentes esquentam e esfriam muito mais rapidamente que os oceanos e, a partir disso, analisamos as brisas litorâneas.

Além do mais, analisamos a importância das correntes de convecção para a dispersão de poluentes atmosféricos. Nas grandes cidades, devido ao elevado número de indústrias e de veículos automotores em circulação, o ar atmosférico recebe grandes quantidades de poluentes. Os principais são o monóxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO₂) e o dióxido de enxofre (SO₂). Esses poluentes causam problemas de saúde, principalmente irritações nos olhos e nas vias respiratórias.

Como esses gases são liberados a uma temperatura maior do que a do ar atmosférico, os poluentes deveriam subir e se dispersar nas camadas superiores atmosféricas. Mas isso nem sempre acontece, dependendo do tipo de poluente, da concentração e também da época do ano.

Na transmissão de calor por irradiação, foram discutidos os fenômenos da inversão térmica e o efeito estufa. Foi apresentada também uma casa de vidro (Figura 10) para demonstrar o efeito estufa.

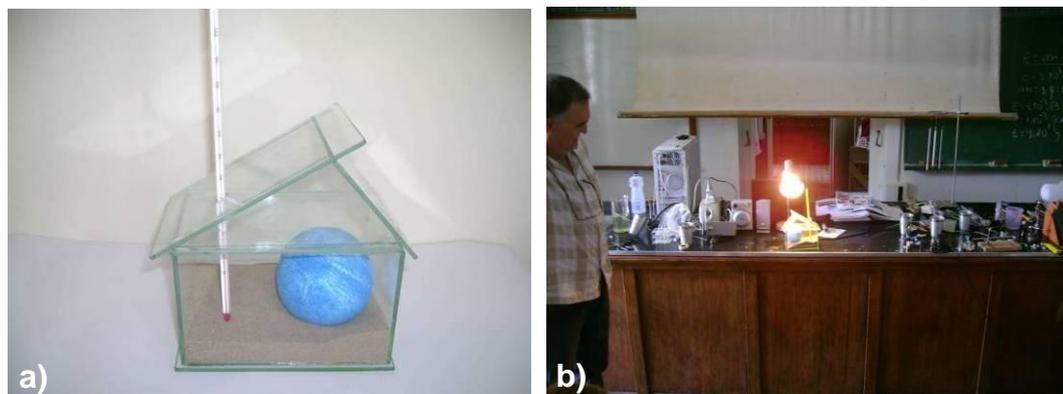


Figura 10- (a) Casa de vidro construída para mostrar o efeito estufa. (b) Casa de vidro exposta a radiação emitida por uma lâmpada.

Também foi montado um protótipo de um aquecedor solar (Figura 11), em que foram explorados os três processos de transmissão de calor, usando-se uma lâmpada incandescente de 250 W para substituir o Sol. Assim, foi possível observar o aquecimento da água.



Figura 11 – Alunos verificando a variação de temperatura que ocorre no reservatório de água no protótipo do aquecedor solar.

Apontamos também que, quando a radiação térmica incide em um corpo, parte dela é absorvida e parte é refletida por ele. Os corpos escuros absorvem a maior parte da radiação incidente. É por isso que um objeto preto, colocado ao Sol, tem a sua temperatura sensivelmente elevada. Por outro lado, os corpos claros refletem quase totalmente a radiação térmica incidente. Para exemplificar, foram usados três termômetros: o primeiro, com o bulbo revestido com papel branco; o segundo, com o bulbo revestido com papel carbono e o terceiro, sem nenhum revestimento, todos expostos a uma lâmpada incandescente de 250 W. Os alunos acompanharam as evoluções da temperatura. Ocorreu, nesse momento, também, a discussão dos princípios da construção da garrafa térmica.

Ao final do encontro, foram apresentadas partes do documentário *Uma Verdade Inconveniente*⁶ - o qual apresenta uma das visões sobre o aquecimento global. Depois, discutimos outras visões do fenômeno, como, por exemplo, a do Professor Luiz Carlos Molion, do Instituto de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Alagoas e representante dos países da América do Sul na Comissão de Climatologia da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Molion (2008) apresenta uma explicação oposta à apresentada pela maioria dos climatologistas, a partir da qual assegura que o homem e suas emissões de gases na atmosfera são incapazes de causar o aquecimento global.

Quarto encontro

Inicialmente, foram discutidas situações que tratavam das fases da matéria e das mudanças de fase com o objetivo de motivar os alunos. Dessa maneira, os alunos sentiram-se confortáveis para expor as concepções que já possuíam.

Além disso, foi feita uma análise das fases da matéria do ponto de vista microscópico e da influência que a pressão exerce. Foi analisado que, sob determinadas condições de temperatura e de pressão, uma substância pode passar de uma fase para outra. Quando a substância, durante a mudança de fase, absorve energia na forma de calor, essa transformação é chamada endotérmica. Já, quando cede energia na forma de calor, é chamada exotérmica. Também foi explicado que, para conseguirmos uma mudança de fase, é suficiente variar convenientemente a pressão e/ou a temperatura.

Também foram tratadas as leis da fusão cristalina, usando novamente a mistura de gelo picado com sal. Observou-se que a temperatura da mistura atingiu uma temperatura menor que -10 °C. Colocou-se, em um recipiente de vidro (tubo de ensaio), água dentro da mistura e acompanhou-se a variação térmica. A temperatura inicial da água no tubo era aproximadamente 24 °C e, logo em seguida, atinge a temperatura de 0 °C. Posteriormente, observou-se que a temperatura permanecia constante e igual a 0 °C, até que toda a água solidificasse. Nesse momento, foi discutido novamente o conceito de calor latente e o aumento de volume da água durante a solidificação.

⁶ Documentário de 100 minutos da *Paramount Classics*, produzido por Al Gore e dirigido por Davis Guggenheim.

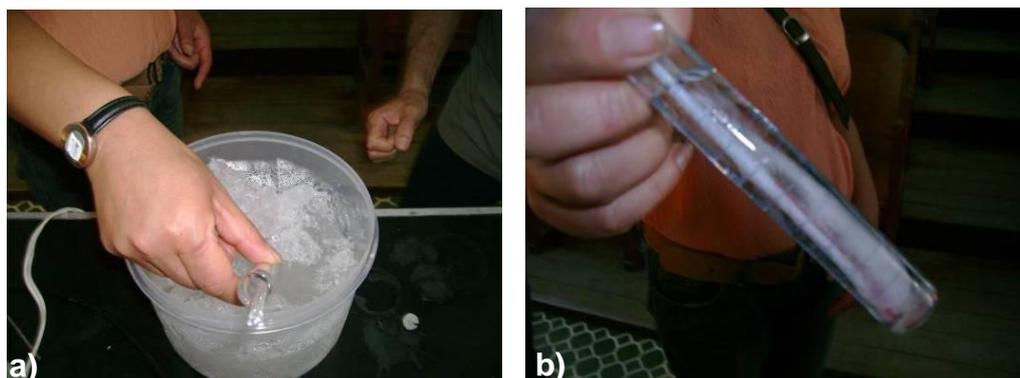


Figura 12- (a) Alunos observando o efeito do abaixamento da temperatura do gelo com a colocação de sal de cozinha. (b) Alunos observando a temperatura da água durante a solidificação.

Após, foi explicado o fenômeno do regelo (experiência de Tyndall), quando se discutiu a influência da pressão na temperatura de fusão (solidificação).



Figura 13 – Alunos observando o fenômeno do regelo.

Ainda foi apresentada a vaporização (ebulição, evaporação e calefação). Foi realizada a experiência com três termômetros (Figura 14). O primeiro com o bulbo úmido (o bulbo coberto com um tecido de algodão), o segundo com bulbo seco e o terceiro coberto com papel carbono, todos expostos a um ventilador de teto e a uma fonte térmica (lâmpada incandescente de 250 W). Um dos objetivos da demonstração foi perceber o frio produzido pela evaporação e o outro objetivo, mostrar que o bulbo revestido com o papel carbono apresentava maior variação de temperatura devido à irradiação. Durante a demonstração, também foram discutidos os fatores que influenciam na rapidez de evaporação. Posteriormente, o experimento foi repetido sem o ventilador e sem a lâmpada, com o objetivo de determinar a umidade relativa do ar, usando uma tabela.

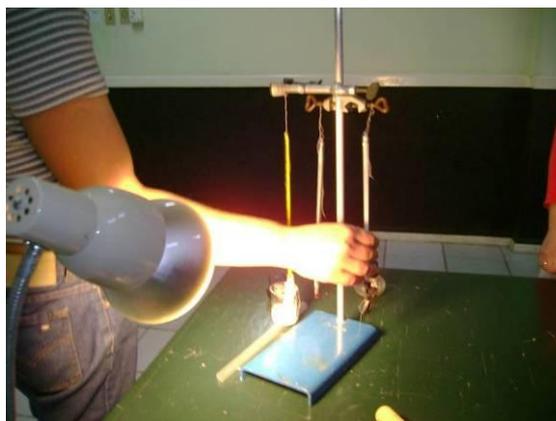


Figura 14 – Aluno conferindo a temperatura em cada um dos termômetros - bulbo seco, bulbo revestido com papel carbono e bulbo úmido - expostos a uma lâmpada incandescente e a um ventilador de teto.

A *posteriore*, foi realizada uma demonstração, usando uma bomba de “encher” bola invertida, um kitasato⁷ e uma válvula de aparelho de medir pressão, a fim de mostrar a influência da pressão na temperatura de ebulição (Figura 15). Conseguiu-se que a água entrasse em ebulição a aproximadamente 65 °C.



Figura 15 – Dispositivo construído para mostrar a influência da pressão na temperatura de ebulição.

Durante a exposição, também foram tratadas questões do dia a dia, como, por exemplo, o porquê do milho de pipoca estourar, bem como a Física aplicada na ação de cozinhar. No encerramento da segunda e da terceira aplicações do curso, os alunos, novamente, reuniram-se em grupos para o planejamento de uma aula, usando a abordagem dos três momentos pedagógicos proposta por Delizoicov & Angotti, com os livros didáticos analisados anteriormente. Ressalta-se que os alunos apresentaram uma maior facilidade na elaboração dessa atividade.

Discussão dos resultados

A partir de nossa experiência durante os cursos de extensão, pudemos observar que os alunos das séries finais do Curso Normal e também aqueles que o concluíram recentemente apresentam grandes dificuldades para ensinar Ciências, em particular a Física. As concepções alternativas são muito fortes, e os alunos utilizam livros didáticos na preparação dos estágios docentes que contêm erros grosseiros e reforçam essas concepções. Esse fato é extremamente preocupante, pois os professores das séries iniciais, responsáveis pelo primeiro contato dos alunos

⁷ Frasco de vidro cônico com saída lateral.

com a Física, devem ter a capacidade de fazer uma análise crítica dos conteúdos propostos nos livros didáticos e de detectar os erros ali contidos. Isso exige atualização e formação continuada. Por exemplo, a aluna A16⁸, ao ser entrevistada, disse que tinha grande preocupação em como ensinar o conteúdo aos seus alunos já que tinha muitas dúvidas. Entretanto, após o curso, sentia-se um pouco mais segura e gostaria de continuar participando de cursos de formação.

Alguns alunos argumentaram que o professor não deveria dizer que o curso era sobre Física, pois só o fato de citar o nome da disciplina já gera aversão, já que a maioria nunca a tinha entendido quando fora estudada no Ensino Médio. Da mesma forma, colocaram que a sua opinião mudou completamente e, agora, acham-se capazes de apresentar a disciplina a seus alunos.

Dentro de cada encontro, procurou-se desenvolver as aulas de acordo com a abordagem metodológica dos momentos pedagógicos. Na problematização inicial, buscou-se estabelecer o diálogo, através de questões ou problemas a respeito do tema estudado, a fim de “saber o que o aluno sabe” (respeitando o conhecimento do aluno, investigando sua realidade) e o que o ajudou a identificar as concepções alternativas.

A organização do conhecimento foi a etapa em que se procurou sistematizar o conhecimento aceito cientificamente, buscando a ruptura com o conhecimento primeiro, muitas vezes ingênuo, permitindo a apropriação do saber científico.

Por fim, na aplicação do conhecimento, foi possível constatar que os alunos perceberam a utilidade de construí-lo. Nesse momento, também ocorreu sua aplicação a novas situações que eram explicadas pelo mesmo conhecimento.

No primeiro encontro, houve a exposição dos conteúdos de maneira teórica com projeções multimídia e apresentação de vídeos, o que foi produtivo do ponto de vista conceitual, pois foi possível identificar que os alunos contavam com vários conhecimentos prévios sobre energia, mas muitos deles não eram cientificamente aceitos. Cita-se o Calor, que era considerado um fluido e os alunos não faziam distinção entre energia e fontes de energia. Também não conseguiam identificar os erros sobre os mesmos assuntos presentes nos livros didáticos. Nessa atividade, em particular, a interação entre os alunos foi pouca, eles se mostraram tímidos e só participavam após muita insistência.

O segundo encontro propiciou a realização de várias atividades cujos alunos tinham de se movimentar pela sala, o que favoreceu a descontração e a integração. Um aspecto discutido foi a construção do termômetro caseiro. A aluna A25 fez o seguinte comentário: “A oportunidade de construir um termômetro caseiro durante o curso foi muito importante, pois vou construir o meu termômetro para utilizar nas aulas de Ciências”. O fato negativo é que tínhamos disponibilizado material para construir os termômetros para cada grupo de três alunos e alguns ficaram frustrados por não poderem levar o termômetro para casa.

A construção dos anéis para mostrar a dilatação superficial e a construção das lâminas bimetálicas foram realizadas de forma participativa e descontraídas. Tornando-se possível perceber a habilidade da maioria dos alunos de manusear as ferramentas e sua grande satisfação em poder ficar na posse dos materiais construídos.

No terceiro encontro, quando se retomaram os conceitos de calor e energia, percebeu-se a evolução conceitual e como eles se policiavam para não utilizar as concepções alternativas. Nesse momento, identificou-se a grande dificuldade entre os alunos para entender que uma substância pode receber ou ceder energia na forma de calor sem alterar sua temperatura. Para demonstrar esse fato, executou-se um experimento utilizando uma mistura de gelo e sal de cozinha. Esse

⁸ Por questão de sigilo, os alunos não são nominados, mas identificadas através da numeração A1, A2, ... A16.

experimento chamou muito a atenção dos alunos, em particular da aluna A12, que estava realizando estágio na quarta série do Ensino Fundamental e desenvolveu o experimento com seus alunos, fazendo “sacolé”⁹.

Uma das demonstrações que mais chamou a atenção foi o funcionamento do aquecedor solar, como se pode observar no comentário da aluna A9, que diz: “... nunca imaginei que eu pudesse ter a mesma substância, no mesmo recipiente com temperaturas diferentes”.

O documentário exibido permitiu fazer discussões sobre o aquecimento global e perceber que vários alunos achavam que efeito estufa e o buraco na camada de ozônio eram a mesma coisa. O documentário também permitiu reforçar os conceitos relativos à transmissão de calor, principalmente à irradiação e à convecção. Quando da demonstração do efeito estufa utilizando a casa de vidro, foi possível observar a surpresa dos alunos com a elevação da temperatura no interior da casa em relação ao meio.

No quarto encontro, a repetição do experimento com gelo e sal para mostrar que, durante a solidificação, a temperatura permanece constante foi extremamente importante, porquanto permitiu esclarecer dúvidas sobre a quantidade de calor latente. A demonstração do fenômeno do regelo foi a mais empolgante de todo o projeto, pois, como foi possível perceber pelo depoimento de vários alunos, eles não entendiam como, após atravessar o gelo, o fio poderia permanecer inteiro. Na terceira aplicação, a demonstração foi repetida três vezes.

Outro fato que chamou a atenção dos alunos foi a demonstração da influência da pressão na temperatura de ebulição usando uma bomba de encher bola. Também houve muita discussão quando se tratou da Física aplicada na ação de cozinhar, como pode se observar na afirmação do aluno A2: “(...) como eu ia imaginar que, para explicar o porquê do milho de pipoca estourar, eu devia saber Física”.

Considerações Finais

O objetivo central de nossa proposta é auxiliar a formação de professores do ensino de Ciências de forma que estes se sintam mais seguros e motivados a introduzir tópicos de Física nas séries iniciais. Apresentamos, no presente trabalho, um relato da aplicação dessa proposta para permitir que outros professores, em outros contextos, possam reproduzir elementos que consideramos relevantes para tal finalidade, ressaltando a importância da interação entre a teoria e a prática.

Em nosso entendimento, para o ensino adequado de conceitos científicos nas séries iniciais, é necessário repensar a formação dos professores de Ciências reavaliando os critérios de escolha dos conteúdos, geralmente restritos a tópicos de Biologia.

Acreditamos que o ensino de Física na Educação Básica deva ter como foco principal a necessidade de vincular, aos conhecimentos dessa disciplina, questões relacionadas à vida cotidiana dos alunos. Sob esse ponto de vista, é vital que o planejamento de ações formativas para alunos do Curso Normal - futuros professores das séries iniciais - possa apontar formas de ensinar os conteúdos que eles próprios vêm aprendendo, para os seus futuros alunos. Para atingirmos esses objetivos, discutimos os erros apresentados nos livros didáticos, elaboramos e executamos experiências de fácil uso em sala de aula e elaboramos planos de aula dentro dessa proposta pedagógica. Também disponibilizamos um texto de apoio escrito com uma linguagem simples e adequada ao aluno do Curso Normal, discutindo os conteúdos de forma mais atrativa do que

⁹ Picolé em saquinho de plástico.

costuma ser feito para os alunos, para despertar-lhes o prazer pela ciência.

Ao final do curso, foi possível perceber um avanço do ponto de vista qualitativo da Física Térmica, principalmente nos conceitos de temperatura e calor. Dessa forma, acredito que este trabalho tenha conseguido insuflar uma nova percepção sobre as atividades experimentais, como pode ser observado no depoimento da aluna A32: “Quando aprendi Física no Curso Normal, foi de modo teórico. Não fazíamos experiências, sendo assim, não tinha ideia de como é agradável ensinar Física e o quanto ela é interessante e surpreendente”. Mesmo assim, é preciso estar alerta para o fato de que não é suficiente oferecer ao professor uma proposta inovadora e pronta, uma vez que, por mais eficaz que isso possa parecer, é indispensável a análise crítica para averiguar se é possível incorporá-la à sua prática pedagógica diária. Só assim, as propostas ganham significado.

Tais pareceres mostram que este artigo, cujo público-alvo são os alunos do Curso Normal, pode ser estendido a professores que já atuam nas séries iniciais do Ensino Fundamental e a professores de Didática da Ciência do Curso Normal.

Diante disso, tornam-se promissoras as possibilidades de oferecer o curso à distância e de incluir outros assuntos, tais como Astronomia e Eletromagnetismo, uma vez que a proposta é a de atingir o maior número possível de professores. Embora não se tenha a pretensão de preencher todas as lacunas existentes na formação dos professores das séries iniciais, é profissionalmente muito gratificante contribuir para a melhoria do ensino, são pequenas iniciativas que desencadeiam grandes ganhos coletivos.

Agradecimento

Agradecemos ao Prof. Fernando Lang da Silveira pela leitura crítica do texto de apoio e pelas sugestões apresentadas.

Referências

Carvalho, A. M. P. & Sasseron, L. H. (2008). Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 30 dez., 2008, http://www.If.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_a2008.pdf.

Damásio, F. (2007). *Programa para Qualificação de Professores para O Ensino de Física em Séries Iniciais*. 240f. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre – RS: IF/UFRGS.

Delizoicov, D. & Angotti, J. A. (2007). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.

Gatti, B. A. (2008). *Análise das políticas públicas para formação continuada no Brasil, na última década*. *Revista Brasileira de Educação* 13(37), 57-70.

Gonçalves, L. J. (2005). *Uso de animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no Ensino Médio*. 97f. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre – RS: IF/UFRGS.

Grala, R. M. (2006). *Favorecendo a aquisição de conceitos em crianças de 6 anos com a introdução precoce das situações e problemas da Física*. 129f. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre – RS: IF/UFRGS.

Lago, S. L. & Meirelles, E. (2004). *Ciências 4º Série*. São Paulo: IBEP.

Marques, N. L. (2009). *Formação dos alunos do curso normal para o ensino de ciências nas séries iniciais: uma experiência em física térmica*. 138f. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre – RS: IF/UFRGS.

Marques, N. L. & Araujo, I. S (2009). *Física Térmica*. Acesso em 10 mar., 2010, <http://www.if.ufrgs.br/ta>.

Molion, L. C. B. (2008). "Mitos do aquecimento global". *Revista Plenarium*. Acesso em 10 mar., 2010, <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/661>.

Monteiro, M. A. A. & Teixeira, O. P. B. (2004). Proposta e avaliação de atividades de Conhecimento Físico nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Acessado em jan., 2009, <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6439/5955>.

Moreira, M. A; Grings, E. T. & Caballero, C. (2006). Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos de termodinâmica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(4), 463-471.

Moreira, M. A. (2002). A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a Investigação Nesta Área. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 29 nov., 2008. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID80/v7_n1_a2002.pdf.

Neto, A. C., Cunha, M. C., Antunes, M. E. & Marsico, M. T. (2004). *Ciências Naturais – 4º Série*. São Paulo: Scipione.

Ostermann, F.; Moreira, M. A. & Silveira F. L. (1992). A Física na Formação de Professores do Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 14(2), 106-112.

Schroeder, C. (2004). *Um currículo de Física para as primeiras séries do Ensino Fundamental*. 162f. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre – RS: IF/UFRGS.

Trigo, E.C. & Trigo, E.M. (2002). *Novo Aprender e Viver Ciências – 4º Série*. São Paulo: Saraiva.

Recebido em: 22.07.10

Aceito em: 07.01.11