



**Uma proposta de sequência didática para o ensino de termometria e calorimetria na perspectiva da Alfabetização Científica**

**José Alberto Fazano**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da UFABC no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.**

**Orientador:**

**Prof. Dr. Lúcio Campos Costa**

**Santo André, Junho de 2016.**

**Uma proposta de sequência didática para o ensino de termometria e calorimetria na perspectiva da Alfabetização Científica**

**José Alberto Fazano**

**Orientador**

**Prof. Dr. Lúcio Campos Costa**

**Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da UFABC no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.**

**Aprovada por:**

---

**Prof. Dr. Lúcio Campos Costa**

---

**Profa. Dra. Giselle Watanabe**

---

**Prof. Dr. Ivã Gurgel**

---

**Prof. Dr. Marcelo Zanotello**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Fazano, José Alberto

Uma proposta de sequência didática para o ensino de termometria e calorimetria na perspectiva da Alfabetização Científica / José Alberto Fazano. — 2016.

88 fls. : il.

Orientador: Lúcio Campos Costa

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Santo André, 2016.

1. Alfabetização Científica. 2. Sistemas Apostilados. 3. Sequência Didática. I. Costa, Lúcio Campos. II. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, 2016.

A todos que me incentivaram e apoiaram.  
Dedico esta dissertação a eles.  
“Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes”.

Isaac Newton.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Carlos e Noêmia (*in memorian*) por todo apoio dado ao longo de minha trajetória pessoal, profissional e acadêmica.

À minha amada esposa Simone pela compreensão, apoio emocional e material. Seu suporte foi essencial para que eu concluísse mais esta etapa de minha trajetória.

Aos meus filhos Bruno e Michelle que souberem entender os muitos momentos que precisei me ausentar para a elaboração deste trabalho.

Aos colegas de classe do mestrado “Os 14 macacos” pelos momentos compartilhados, seja em aula ou fora dela.

Ao meu orientador Lucio Campos Costa pelo empenho, dedicação e apoio.

A todos os professores do programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

À professora Maria Augusta Rocha Viana pela compreensão e colaboração ao elaborar e corrigir as provas usadas neste trabalho.

Aos funcionários do colégio que de alguma maneira colaboraram para a concepção deste trabalho, em especial a diretora desta unidade educacional Sandra Regina de Sousa de Jesus.

Aos meus alunos.

## RESUMO

Há, no Brasil, um considerável número de escolas de ensino médio que adotam sistemas didáticos apostilados. Em geral, priorizam um ensino focado na preparação dos estudantes para os vestibulares. No caso da Física, esta situação se reflete em práticas pedagógicas assentadas no uso de fórmulas e técnicas de resolução de problemas, o que leva boa parte dos estudantes a se sentirem desmotivados e distantes de uma compreensão mais abrangente e contextualizada da Física. Trata-se de uma situação contraditória frente aos preceitos encontrados em documentos oficiais sobre educação básica, os quais expressam a importância de se ensinar uma Física que permita aos alunos compreenderem melhor o mundo que os cerca. Acreditando ser possível aproximar a realidade descrita acima com os preceitos oficiais, este trabalho se colocou a tarefa de construir uma sequência didática que permita uma abordagem mais abrangente da Física para ser aplicada num contexto de sistema apostilado. Para isso, alguns elementos da perspectiva da Alfabetização Científica foram tomados. Em particular, partindo-se de uma visão metodológica pluralista, desenvolveu-se uma sequência didática que, além das apostilas, lançou mão de um texto historiográfico, um experimento demonstrativo, um vídeo e uma simulação computacional. A proposta foi aplicada em uma sala do segundo ano do ensino médio de uma escola particular da cidade de São Bernardo do Campo. Os temas de física escolhidos foram a Termometria e a Calorimetria. Através de questionários e testes visando explorar o desenvolvimento motivacional e conceitual dos estudantes foi possível inferir que a sequência proposta atingiu seus principais objetivos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Sequência Didática, Alfabetização Científica, Sistemas Apostilados.

## **ABSTRACT**

In Brazil, there is a huge number of high schools (mainly private) adopting Teaching Systems based on booklets. In general, their focus is on the students preparation for the university entrance exams. In the case of Physics teaching, this induces poor pedagogical practices based on the use of formulas and problem solving techniques, which lead the students to feel unmotivated and far from a broad and contextualized view of Physics. This is a contradictory situation if we consider the Brazilian official documents for the basic education, which express the importance for the students to understand the world and its complexity with a critical and contextualized view. Believing that it is possible to conceive new strategies inspired by the official documents aims in order to overcome the above mentioned pedagogical limitations, the present study took the following task: to build a didactic sequence useful in the context of Booklet Teaching Systems but allowing a more contextualized and critical approach to physics. For this, some elements from the perspective of Scientific Literacy were taken. In particular, starting from a pluralistic methodological view, a didactic sequence was developed considering, in addition to the traditional school materials, a brief historiographic text, a demonstrative experiment, a video and a computer simulation. The proposal was then applied in a second year class of a private high school in the city of São Bernardo do Campo which adopt a Teaching System based mainly on Booklets. The physics subject chosen was Thermometry and Calorimetry. Through questionnaires and tests aimed to explore the motivational and conceptual students development it was found that the proposed sequence achieved its main objectives.

**Keywords:** Physics Teaching, Didactic Sequence, Scientific Literacy, Teaching System based on Booklets.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Programação pedagógica da apostila.....	26
Tabela 2 – Quadro sintético da aula 1.....	33
Tabela 3 – Quadro sintético da aula 2.....	35
Tabela 4 – Quadro sintético da aula 3 .....	36
Tabela 5 – Quadro sintético da aula 4.....	37
Tabela 6 – Quadro sintético da aula 5.....	39

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de erro número 1.....	44
Figura 2 – Exemplo de erro número 2.....	45
Figura 3 – Exemplo de erro número 3.....	45
Figura 4 – Questão aberta número 1(SP) .....	46
Figura 5 – Questão aberta número 2 (SP) .....	46
Figura 6 – Questão aberta número 3 (ST) .....	47
Figura 7 – Questão aberta número 4 (ST) .....	47

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Desempenho nas avaliações (Termometria).....	42
Gráfico 2 – Desempenho nas avaliações (Calorimetria).....	43
Gráfico 3 – Receptividade das aulas da SP (Termometria).....	48
Gráfico 4 – Receptividade das aulas da SP (Calorimetria).....	49
Gráfico 5 – Compreensão da matéria (Termometria).....	50
Gráfico 6 – Compreensão da matéria (Calorimetria).....	50
Gráfico 7 – Contribuição para o rendimento na prova (Termometria).....	51
Gráfico 8 – Contribuição para o rendimento na prova (Calorimetria).....	51

## LISTA DE ABREVIações

E M	.....	Ensino Médio
AC	.....	Alfabetização Científica
SP	.....	Sequência Proposta
ST	.....	Sequência Tradicional

## SUMÁRIO:

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>CAPÍTULO 1 – REFERÊNCIAS QUE BALIZARAM O TRABALHO</b> .....	18
1.1 – A Alfabetização Científica.....	18
1.2 – Relações entre a AC e os documentos oficiais.....	23
1.3 – A perspectiva da AC no contexto desta dissertação.....	24
<b>CAPÍTULO 2 – A CONCEPÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	25
2.1 – O público alvo e a temática considerada.....	25
2.2 – A concepção da proposta de sequência didática.....	27
2.2.1 – Os textos utilizados.....	28
2.2.2 – A demonstração investigativa.....	29
2.2.3 – A simulação computacional.....	29
2.2.4 – O vídeo educativo.....	30
<b>CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA...</b>	31
3.1 – A proposta de sequência didática.....	31
3.2 – Descrição do contexto de aplicação das sequências.....	31
3.3 – Quadro resumo com descrição e comentários das aulas.....	33
<b>CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MÉTODOS AVALIATIVOS DA SEQUÊNCIA</b> .....	41
4.1 – Contextos sobre as avaliações.....	41
4.2 – Critérios para a correção das avaliações.....	41
4.3 – Análise dos erros.....	44
4.4 – Questão aberta.....	45
4.5 – Questionário motivacional.....	48
<b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	53
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	55
<b>ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido</b> .....	58
<b>ANEXO B – Textos utilizados na SP</b> .....	59
<b>ANEXO C – Kit instrucional</b> .....	62
<b>ANEXO D – Questões aplicadas nas provas</b> .....	64
<b>ANEXO E – Questionários motivacionais</b> .....	67
<b>ANEXO F – Produto educacional</b> .....	71

## INTRODUÇÃO

A adoção de apostilas no cenário educacional brasileiro não é fato recente. Segundo Pieroni (1998) ela se desenvolveu desde meados do século XX e seu uso esteve associado ao aparecimento dos primeiros cursos preparatórios para o ingresso nas universidades. Segundo Carmagnani, parte de seu sucesso estava associado ao fato de que:

[...] sua eficiência era atestada pelo número de candidatos que obtinha uma vaga nos cursos de ensino superior. Desse modo, a apostila se popularizou por possuir qualidades nem sempre presentes nos LDs [livros didáticos], considerados limitados e ultrapassados. (CARMAGNANI, 1999 *apud* AMORIM, 2008, p. 38).

Desta forma, à medida que a procura pelo ensino superior aumentava, a demanda por cursos preparatórios também crescia, pavimentando um novo e lucrativo nicho comercial. Muitos nomes conhecidos hoje, tais como Objetivo, COC, Anglo, Etapa entre outros, surgiram e se expandiram a partir da crescente demanda no país a partir do último quarto do século XX.

De fato, ao longo da década de 60, o Estado brasileiro estimulou a expansão de toda a rede privada de ensino como forma de suprir as deficiências de oferta públicas (MARTINS, 1987; CUNHA, 1991,1995; CUNHA E GÓES, 1985; SOUZA, 1991 e GERMANO, 1992 *apud* PIERONI, 1998). Contudo, cabe salientar que o crescimento dos cursos preparatórios ocorreu de forma pouco regulamentada por parte do poder público (PIERONI, 1998).

É neste contexto que algumas escolas da rede privada, a partir dos anos de 1970, começaram a desenvolver os “Sistemas Educacionais” ou “Sistemas Apostilados” voltados também para os outros níveis de ensino. Para Pieroni,

Os cursinhos penetraram sua atuação rumo a instâncias regulares da educação nacional (ensino fundamental e médio) através de um modelo de concessão de franquias que são oferecidas a diferentes escolas particulares espalhadas por todo o território nacional. (PIERONI, 1998, p.7).

No âmbito deste conturbado processo de expansão e, de certa forma, de institucionalização, a questão dos materiais pedagógicos desenvolvidos (apostilas) e utilizados pelos sistemas de ensino tornou-se presente nas discussões pedagógicas. Na esteira destas discussões, Carmagnani relata que devido ao:

(...) alto custo dos livros no Brasil, a má qualidade dos materiais disponíveis, a inadequação dos livros didáticos ao conteúdo programático proposto pela escola e às necessidades dos alunos, o uso das apostilas foi se solidificando e ganhando um espaço anteriormente ocupado apenas pelo livro didático tradicional. (CARMAGNANI, 1999, *apud* AMORIM, 2008, p.40).

Embora hoje possa se verificar que a adoção de apostilas tenha se consolidado, sobretudo no setor de educação privado, críticas envolvendo a sua adoção vem sendo reportadas na literatura.

Para Brito, por exemplo,

A polêmica em torno da utilização dos sistemas apostilados envolve vários aspectos. Trata-se de material preparado por empresas privadas, como COC, Positivo, Objetivo, entre outras. Sendo assim, as apostilas não passam por nenhum tipo de avaliação oficial, como ocorre com os livros didáticos adquiridos pelo PNLD e pelo PNLEM. Em consequência, diferentes estudos identificaram sérios problemas conceituais e gráficos em apostilas de sistemas de ensino, além da utilização de abordagens pedagógicas descontextualizadas e excessivamente esquemáticas, herdeiras da orientação para o vestibular que caracterizou o surgimento desse tipo de material. (BRITO, 2011, p.14).

Já segundo Carmagnani, os materiais apostilados possuem limitações, tais como:

[...] o simplismo com que são apresentados os conteúdos: apenas o estritamente necessário, com destaque para definições, nomes de personagens, datas ou fórmulas estanques. Perguntaríamos, então, qual é a diferença entre esse conteúdo e o de almanaques, e qual é a garantia de que esse conteúdo será relacionado a outros? Em nenhum momento, nas apostilas analisadas, esse tipo de relação é destacado.

[...] a questão do treinamento é uma das maiores limitações que encontramos nos materiais. É nítida a preocupação em adestrar o aluno a responder perguntas (em sua maioria de múltipla escolha) de forma “objetiva”, isto é, restringindo-se ao que foi informado (nomes, datas, itens pontuais). Isso mais uma vez, não leva o aluno a uma análise mais aprofundada de conteúdos ou à internalização de conceitos.

A quantidade de definições estanques apresentadas nas apostilas, sobretudo nas disciplinas ditas “científicas” (física, química, matemática), confirmam essa visão. Resta aos alunos arquivar essas verdades e recuperá-las quando necessário. Pouco ou nenhum

questionamento é possível mesmo porque não há tempo para isso. (CARMAGNANI, 1999 *apud* AMORIM, 2008, p. 44 e 45).

Neste contexto, verifica-se que escolas que adotam sistemas apostilados, tendo aulas predominantemente expositivas, acabam não contribuindo para uma formação mais ampla do educando. Tal situação se opõe aos preceitos de documentos oficiais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), promulgada em 1996. Segundo a LDB,

A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (LDB, 1996, Educação Básica, Seção I, Art. 22).

Em documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em seu capítulo intitulado “Conhecimentos de Física”, é possível encontrar passagens onde essa preocupação também é reforçada. Em particular, no que se refere ao ensino de Física, segundo os PCN:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (PCN, ENSINO MÉDIO, p. 22).

Diante do quadro até aqui exposto percebe-se que o ensino de física não deveria ser restrito apenas a processos meramente técnicos e operacionais (sobrecarregado de definições e fórmulas a serem aplicadas a problemas idealizados), mas deveria também proporcionar ao aluno a capacidade de ser mais crítico, reflexivo e entender como a ciência se relaciona com a sociedade.

Consoante com este paradigma, uma perspectiva educacional que tem se consolidado na literatura especializada na área de Ensino de Ciências é a da Alfabetização Científico-Tecnológica. Segundo Auler,

[...] a ACT [Alfabetização Científico-Tecnológica] deve propiciar uma leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica está crescentemente relacionada ao desenvolvimento científico-

tecnológico, potencializando para uma ação no sentido de sua transformação. (AULER, 2003, p.2).

Apesar das diferentes concepções abarcadas pelo nome, Alfabetização Científica, é possível identificar um conjunto de aspectos a eles associados que permitem orientar propostas pedagógicas convergentes com as demandas apontadas nos documentos oficiais e passíveis de serem implementadas em diferentes contextos de ensino, inclusive os que envolvem sistemas apostilados.

O objetivo deste trabalho foi justamente o de se colocar o desafio de elaborar uma proposta de sequencia didática (aqui considerado como um produto educacional), tratando de conteúdos de física segundo a perspectiva da AC e que pudesse ser implementada num contexto de ensino de apostilado.

A seleção dos conteúdos a serem abordados na sequencia didática se deu a partir da investigação das dificuldades comumente reportadas nos contextos de ensino-aprendizagem no nível médio. Tomando como referencia uma escola privada de Ensino Médio (EM) na cidade de São Bernardo do Campo, que faz uso de sistema apostilado, optou-se pelos temas Termometria e Calorimetria. No que se refere à metodologia utilizada para concepção da proposta, uso foi feito da perspectiva pluralista (LABURÚ *et al.*, 2003), a qual é convergente aos preceitos da AC. Neste sentido, foram utilizados alguns recursos pedagógicos como: textos (historiográficos e jornalísticos), experimento demonstrativo de baixo custo, simulador computacional e vídeo educativo.

Para que, ao final do trabalho, fosse possível estabelecer, ainda que qualitativamente, alguns parâmetros avaliativos relativamente ao impacto pedagógico da sequencia didática proposta, optou-se em considerar sua implementação numa turma de segundo ano de EM da referida escola e alguns instrumentos avaliativos, como questionários e provas tradicionais da própria escola, foram analisados e discutidos.

Diante do quadro até aqui exposto, a presente dissertação foi estruturada conforme os seguintes capítulos: no capítulo 1 são apresentados os referenciais que balizaram a pesquisa; no capítulo 2, o processo de concepção e elaboração da sequencia didática é exposto; no capítulo 3, a sequencia didática proposta (SP) é apresentada e seu contexto de implementação na escola descrito; já no capítulo 4, os resultados obtidos a partir dos mecanismos de avaliação da proposta são apresentados; por fim, no capítulo 5, são tecidas as considerações finais e perspectivas futuras da pesquisa.

O Produto Educacional fruto desta dissertação é constituído de uma sequência didática constando de textos (historiográfico e jornalístico) de apoio para o professor, uma sugestão da montagem de um pequeno kit experimental de baixo custo para a confecção do experimento demonstrativo, assim como um vídeo e um conjunto de sugestões de atividades para ser trabalhadas a partir dos simuladores do Phet Colorado ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)).

Espera-se assim que os recursos aqui disponibilizados tornem-se um instrumento facilitador para os professores que queiram utilizá-los em suas aulas sobre Termometria e Calorimetria.

## **CAPÍTULO 1 – REFERENCIAIS QUE BALIZARAM A PROPOSTA**

Este capítulo trata dos referenciais utilizados na concepção da proposta de sequencia didática que é foco deste trabalho. Inicialmente, é apresentado, ainda que brevemente, o contexto de surgimento das concepções de Alfabetização Científica (AC) e suas principais características. Em seguida, são tratadas as relações entre os preceitos presentes nos documentos oficiais nacionais sobre educação e os abarcados pela perspectiva da AC. Por fim, as concepções de AC consideradas nesta dissertação são apresentadas.

### **1.1 – A Alfabetização Científica**

O ensino de ciências tornou-se parte dos currículos escolares tanto na Europa como na América do Norte no século XIX, pois imaginava-se que o domínio deste conhecimento e suas aplicações, em uma sociedade que começava a usufruir da tecnologia, poderiam proporcionar ao ser humano a capacidade de entender melhor o mundo natural. Desta forma, estudantes conseguiriam desenvolver uma atitude que os permitisse participar de forma mais efetiva naquela nova sociedade emergente. (DeBoer, 1991 *apud* DeBoer, 2000).

Em seu trabalho, DeBoer aponta que o primeiro documento oficial que tratou dessa concepção sobre o ensino de ciências foi publicado em 1893, pela National Education Association (NEA)<sup>1</sup>. À época, seu presidente, Charles Eliot<sup>2</sup>, reitor da Universidade de Harvard, resumiu as expectativas da educação científica da seguinte forma:

O principal objetivo da educação hoje em dia é dar ao aluno o poder de fazer uma variedade infinita de coisas que, sem educação, ele não poderia fazer. Uma educação que não produz no aluno o poder de aplicar a teoria, ou a colocar em prática seus conhecimentos, e de, pessoalmente, usa-lo produtivamente em suas atividades, é uma educação que perdeu o seu principal objetivo. (ELIOT, 1989, p.323, *apud* DeBOER, 2000, p.583).

---

<sup>1</sup> O NEA é a maior organização americana de profissionais ("professional employee") comprometida com o avanço da causa da educação pública. Ela foi fundada 1857 e atualmente é sediada em Washington, DC. Fonte: <http://www.nea.org/>.

<sup>2</sup> Charles William Eliot (1834-1926) escritor, crítico e professor de arte da Universidade de Harvard. Fonte: Wikipédia.

Ainda, segundo DeBoer, no começo do século 20, pensadores como John Dewey<sup>3</sup> defendiam que a educação não deveria proporcionar uma aprendizagem mecânica, caracterizada apenas pela armazenagem de um novo conhecimento. A educação deveria estar focada no desenvolvimento da capacidade de raciocínio e espírito crítico do aluno, além dos conhecimentos adquiridos pelo estudante serem integrados à sua vida como cidadão.

Influenciados por pensadores como Dewey, a NEA produziu alguns relatórios corroborando esta visão. Em um destes relatórios, intitulado *Cardinal Principles of Secondary Education* (1918), ao tratar especificamente das ciências, ressalta que:

O que é importante é a aplicação do conhecimento [científico] para as atividades da vida. (DeBOER, 2000, p. 584).

Em 1947, a National Society for the Study of Education<sup>4</sup> publica em seu anuário um artigo intitulado *Science Education in American Schools* e, uma vez mais, a relevância sobre temas sociais são citados.

O ensino de ciências na educação deve ser caracterizado principalmente por amplos elementos integradores dos pensamentos científicos com outros modos de pensamento, a comparação das ciências individuais umas com as outras, as relações da ciência com o seu próprio passado e com a história humana em geral, e da ciência com os problemas da sociedade humana. Estas são as áreas em que a ciência pode fazer uma contribuição duradoura para a formação geral de todos os alunos. (DeBOER, 2000, p.584, tradução nossa).

Após a II Guerra Mundial, também começa a se perceber que o desenvolvimento científico também pode ter um potencial destrutivo para a humanidade. Isto passa a ser mais um ponto importante, na opinião de pesquisadores, para se ensinar ciência, pois se ela pode produzir riscos para a sociedade, o ser humano deve ter condições de tomar decisões sobre estes riscos.

---

<sup>3</sup> John Dewey é o nome mais célebre da corrente filosófica conhecida como pragmatismo. Para essa linha de pensamento, ideias só tem importância desde que sirvam de instrumento para a resolução de problemas reais. Fonte: Wikipédia.

<sup>4</sup> Entidade, fundada em 1901, com a finalidade de investigar e discutir questões educacionais.

O interesse no ensino de ciência, no final dos anos 50, aumentou ainda mais após o lançamento do satélite russo Sputnik. Da perspectiva americana, segundo Alan Waterman, diretor, em 1960, da U.S. National Science Foundation (NSF) <sup>5</sup>, reportou em seu artigo sobre os 10 primeiros anos da instituição que:

O progresso da ciência depende, em grande medida, da sua compreensão por parte do público e do seu apoio para um programa de educação científica e de pesquisa sustentável. (WATERMAN, 1960, p. 1349 apud LAUGKSCH, 1999, p.72, tradução nossa).

É neste contexto que Paul Hurd, em seu trabalho intitulado *Science Literacy: Its Meaning for American Schools*, publicado em 1958, forjou, de maneira pioneira, os primeiros ideias do que viria a se tornar a perspectiva hoje conhecida como AC (scientific literacy, no original) (DeBoer, 1991; Roberts, 1983; Sasseron e Carvalho, 2011).

Para DeBoer (2000, p. 586) Hurd utilizou o termo AC para se referir aos novos objetivos que a educação científica deveria propiciar. Hurd manifestava urgência na mudança desses objetivos devido à rapidez com que o mundo se transformava.

Segundo o próprio Hurd:

Após a Segunda Guerra Mundial, tornou-se evidente que a nossa sociedade estava passando por mudanças revolucionárias na natureza e a prática da ciência estava produzindo impacto sobre os aspectos sociais, econômicos, políticos e no bem-estar humano. Trazer este debate em destaque foi o que me levou a escrever o primeiro artigo usando o termo alfabetização científica como meta da educação científica (HURD, 1958 *apud* HURD, 1998, p. 408, tradução nossa).

No cenário proposto por Hurd, diversos autores produziram estudos sobre AC, porém não havia uma definição clara de seu conceito. Para autores como Roberts (1983), este período, compreendido entre 1957 e 1963, foi considerado como o "período de legitimação" do conceito. (Laugksch, 1999, p.72).

Ainda segundo Laugksch, o trabalho publicado por Pella em 1966 foi um dos primeiros que forneceu uma melhor compreensão da AC. Pella selecionou artigos publicados entre 1946 e 1964 e relacionou pontos em comum citados

---

<sup>5</sup> Agência governamental dos Estados Unidos, fundada em 1950, que promove a pesquisa e a educação científica em todos os campos da ciência e engenharia.

como necessários na AC. Assim concluiu que esta deveria proporcionar aos indivíduos a compreensão das seguintes características:

- Inter-relações da ciência e da sociedade;
- Ética na ciência;
- A natureza da ciência;
- Conceitos básicos da ciência
- Diferença entre ciência e tecnologia;
- Inter-relações da ciência e as ciências humanas.

Nas décadas seguintes a AC veio a ser ainda mais fortemente caracterizada como o ensino de ciência no contexto social. Para DeBoer, por exemplo:

Para os futuros cidadãos de uma democracia, a compreensão das inter-relações da ciência, tecnologia e sociedade pode ser tão importante como a compreensão dos conceitos e processos da ciência. (DeBOER, 2000, p. 588).

O próprio Hurd, em trabalhos posteriores aponta que se vivia um momento onde mudanças revolucionárias na ciência estavam ocorrendo e produzindo mudanças no ambiente social. Isto ocorria, pois havia uma interação entre as ciências naturais e as ciências sociais, gerando, assim, pesquisas de caráter multifuncional. Estas pesquisas tinham como objetivo a busca por novas fontes de energia, o estudo de problemas ambientais, a melhoria da qualidade de vida do ser humano etc.

Desta forma, o ensino de ciências deve assumir uma nova dimensão, pois com a evolução da ciência e da tecnologia, a capacidade do aluno de utilizar estes avanços no cotidiano é visto como a construção de um "capital humano". Segundo Hurd isto seria o próprio "conceito" de AC.

Procedimentos que associam a produção e utilização do conhecimento da ciência nos assuntos sociais representam a base da alfabetização científica. (HURD, 1998, p. 413, tradução nossa).

Ou seja, a AC passa a ser considerada como uma competência cívica que devera proporcionar ao aluno a capacidade de relacionar a ciência com questões sociais, econômicas, políticas com as quais ele poderá se deparar ao longo da vida, e, portanto, deveram se desenvolver as seguintes competências:

- Reconhecer que quase todos os fatos da vida são influenciados de uma maneira ou outra pela ciência / tecnologia.
- Saber como analisar e processar informações para gerar conhecimento.
- Reconhecer as relações simbióticas entre ciência e tecnologia e assuntos sociais.
- Reconhecer no cotidiano como a ciência e a tecnologia são utilizadas pela sociedade.

Assim, para inúmeros autores, as aulas de ciências devem ensinar os conceitos, leis e teorias científicas, os processos e métodos pelos quais esses conhecimentos foram construídos, além de trabalharem com os alunos as aplicações das ciências, revelando as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Ademais,

O currículo de ciências deve ser relevante para a vida de todos os estudantes, e não só para aqueles que pretendem seguir carreiras científicas, e os métodos de instrução devem demonstrar cuidados para a diversidade de habilidades e interesses dos estudantes. (DeBOER, 1994 *apud* SASSERON; CARVALHO. pp. 59-77, 2011).

À luz do exposto até aqui, cabe, por fim, mencionar que em nossas pesquisas percebemos que entre estes autores há uma variação semântica muito grande na denominação do termo AC. Autores como Membiela (2007), Díaz, Alonso e Mas (2003), Cajas (2001), Gil-Pérez e Vilches-Peña (2001), todos de língua espanhola costumam utilizar o termo “Alfabetización Científica”, enquanto autores de língua inglesa, como, Norris e Phillips (2003), Laugksch (2000), Hurd (1998), Bybee (1995), Bingle e Gaskell (1994), Bybee e DeBoer (1994) adotam Scientific Literacy. Segundo Carvalho e Sasseron, estes autores:

Costumam utilizar a expressão Alfabetização Científica para designar o ensino cujo objetivo seria a promoção de capacidades e competências entre os estudantes capazes de permitir-lhes a participação nos processos de decisões do dia-a-dia. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 59-77).

Mesmo na língua portuguesa, existem variações no termo. Autores como Mamede e Zimmermann (2007), Santos e Mortimer (2001) utilizam “Letramento Científico”. Outros, como Carvalho e Tinoco (2006) e Mortimer e Machado (1996), preferem “Enculturação Científica”. Já pesquisadores como

Brandi e Gurgel (2002), Auler e Delizoicov (2001), Lorenzetti e Delizoicov (2001), Chassot (2000), usam a expressão “Alfabetização Científica”. Para estes autores o objetivo deste processo de aprendizagem seria:

O ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 59-77).

É possível verificar que embora haja variações nos termos adotados, no âmbito destas discussões existem preocupações semelhantes em proporcionar um ensino de Ciências que possa favorecer a construção de benefícios práticos para os estudantes. Com será mostrado na seção que se segue, há, nos documentos oficiais sobre educação no Brasil, uma forte convergências entre alguns de seus preceitos e os acima apresentados para a AC.

## **1.2 – RELAÇÕES ENTRE A AC E OS DOCUMENTOS OFICIAIS**

A LDB, sancionada em 1996, traçou um novo perfil para o currículo escolar, apoiando-se em competências para a inserção do jovem na sociedade. Para o ensino médio, a orientação foi no sentido dos estudantes passarem a ter uma formação mais geral e que os permitisse desenvolver capacidades de pesquisar, buscar informações, entre outras habilidades.

Respalando as diretrizes estabelecidas na LDB, também na década de 1990, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Segundo Sasseron (2010), neste documento, a contextualização dos saberes tornou-se um dos eixos organizadores na construção do currículo escolar.

No caso da Física, em particular, defende-se que sua abordagem deve primar para que os significados e implicações de seus conteúdos possam ser percebidos pelos estudantes nos momentos de aprendizagem. Para isso, torna-se imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima e distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam e os problemas e indagações que movem sua curiosidade (PCN, 1999, p.23).

Diante do exposto, parece lícito considerar que, em geral, os anseios explicitados nos documentos oficiais brasileiros estão em consonância àqueles abarcados pelos ideais da AC.

A seguir, o entendimento da AC a ser adotado nessa dissertação será melhor qualificado.

### 1.3 – A PERSPECTIVA DA AC NO CONTEXTO DESTA DISSERTAÇÃO

Neste trabalho utilizaremos as bases da AC como referência no planejamento da SP. Para isso, levaremos em consideração o que Sasseron e Carvalho (2011) chamam de Eixos Estruturantes da AC. Para estas autoras existem três eixos capazes de fornecer as bases que devem ser consideradas no momento da elaboração e planejamento de propostas de aulas que visem à AC:

- *Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.* Este eixo permite trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que sejam utilizados em situações diversas e de modo apropriado em seu cotidiano.
- *Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.* A ideia deste segundo eixo é mostrar a ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, sínteses e decodificações de resultados que originam os saberes.
- *Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.* Com este último eixo espera-se que o aluno compreenda as aplicações dos saberes construído pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos.

É conveniente destacar que iremos aplicar a SP em uma escola da rede particular que adota um sistema apostilado, e não podemos atrasar o seu planejamento pedagógico. Desta forma a intenção desta proposta será verificar se com breves inserções de elementos de AC nas aulas será possível atingir ao menos o primeiro eixo estruturante citado acima.

## **CAPÍTULO 2 – A CONCEPÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Neste capítulo são apresentados os principais aspectos relacionados ao contexto de desenvolvimento da proposta de sequência didática. Em particular, são tratados os processos de delineamento do público alvo e das temáticas a serem consideradas, assim como as concepções metodológicas que nortearam o planejamento da sequência.

### **2.1 – O PÚBLICO ALVO E A TEMÁTICA CONSIDERADA**

Buscando constituir um produto educacional inovador e que pudesse ser implementado, à luz das concepções da AC, num contexto de ensino apostilado, considerou-se inicialmente como público alvo alunos de Ensino Médio de escolas com sistema apostilado. Em particular, tomou-se como referência uma escola da rede particular de ensino da cidade de São Bernardo do Campo, que adota sistema apostilado.

Inicialmente, esta escolha se deu devido ao autor desta dissertação atuar neste contexto de ensino e, assim, poder agregar sua experiência pedagógica no processo de concepção, elaboração e avaliação da sequência didática.

Contudo, devido ao contexto de planejamento pedagógico-curricular da escola, foi necessário também considerar algumas condições de contorno práticas ao trabalho de elaboração da proposta.

A escola conta, por exemplo, com dois professores de física que normalmente assumem aulas nas três séries do EM. Ocorre que, na primeira série, o material apostilado adotado pelo colégio não obedece a nenhum tipo de divisão temática. Desta forma, as aulas ocorrem de modo contínuo e, como orientado pela própria escola, “onde um professor parar o outro deve continuar”. Do ponto de vista deste trabalho, isso poderia ser prejudicial para a concepção e elaboração da proposta, uma vez que não se estaria desenvolvendo—a de maneira autônoma.

Já no 3º ano do EM, o problema seria a falta de tempo para se efetuar qualquer atividade que não fosse a utilização da apostila. A escola tem um perfil estritamente focado nos vestibulares, de tal forma que a programação do conteúdo nesta série final deve ser seguida pontualmente aula a aula. Conforme dito anteriormente, não teríamos tempo para elaborar nenhuma outra atividade nestas turmas.

Desta forma, julgou-se apropriado trabalhar com foco no 2º ano do EM. Uma vez definida a série de referência para o trabalho, havia a necessidade de se considerar o conteúdo temático a ser tratado. Tal processo valeu-se da consulta às avaliações de anos anteriores da referida escola e culminou com

a identificação da Termometria e Calorimetria como um dos principais focos de dificuldade. Esta temática ainda encontrou respaldo na própria experiência pedagógica do professor autor desta dissertação e, também, em estudos reportados na literatura em Ensino de Física. Como apontam Laburú e Silva:

Na Física, é possível que um dos conceitos mais difíceis de aprender, como também de ensinar, seja o de calor. Niaz afirma que os adolescentes carregam notáveis dificuldades para diferenciarem calor e temperatura, referenciando dezoito pesquisas nesse sentido. (LABURÚ & SILVA, 2008, p.384).

Ademais, segundo Carvalho *et al*:

Encontramos também desde 1970 (Zemansky, 1970) até 1994 (Roon, Sprang e Verdonk, 1994), passando por quase todos os anos intermediários, trabalhos com preocupações centrais que insistem na necessidade de se diferenciar os conceitos de calor e temperatura, para que se possa conseguir uma boa aprendizagem. Dessa forma, este rol de conteúdos parece-nos importante tanto para a aprendizagem sobre Física Térmica como para a formação do pensamento básico do aluno sobre Física em geral. (SILVA, FERNANDEZ NETO; CARVALHO, 1997, p.24).

Com o intuito de contribuir neste debate, optamos neste trabalho em investigar uma proposta tratando de Termometria e Calorimetria.

Com relação ao material usado no 2º ano, cabe destacar que, ao longo do ano, quatro apostilas são utilizadas, sendo duas no primeiro semestre e mais duas no segundo semestre.

Deve-se ainda salientar que a apostila para o 2º ano é elaborada para três aulas semanais, sendo ainda dividida em “frentes”. As “frentes” neste material apostilado são as divisões do conteúdo pedagógico elaborado para esta série. Segue abaixo um quadro demonstrativo das aulas/conteúdos da primeira apostila e suas respectivas “frentes”, para que o leitor se familiarize com os conteúdos e entenda melhor a montagem da sequência didática.

Conteúdo da 1ª Apostila do 2º Ano do EM:

<b>Frente 1</b>		<b>Frente 2</b>	
Aula 1	Escalas termométricas	Aula 1	Princípios de óptica I
Aula 2	Escalas termométricas	Aula 2	Princípios de óptica II
Aula 3	Calorimetria	Aula 3	Princípios de óptica III
Aula 4	Calorimetria	Aula 4	Objeto e imagem
Aula 5	Potência térmica	Aula 5	Espelhos planos
Aula 6	Potência térmica	Aula 6	Campo visual
Aula 7	Balanço energético	Aula 7	Translação de espelhos

Aula 8	Balanco energético	Aula 8	Associação de espelhos
		Aula 9	Espelhos esféricos
		Aula 10	Construção da imagem
		Aulas 11, 12	Equação de Gauss
		Aulas 13, 14, 15	Leis da refração
		Aula 16	Reflexão total da luz

Tabela 1

A “frente 1” é elaborada para uma aula/semana enquanto a “frente 2”, para duas aulas. Focou-se assim na elaboração de uma sequência voltada para a primeira apostila do ano e, em particular, nas cinco primeiras aulas, acreditando que desta forma seria possível fornecer ao aluno uma boa base conceitual inicial ao seu desenvolvimento.

## 2.2 – A CONCEPÇÃO DA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Na elaboração da sequência didática tratando de termometria e calorimetria para alunos de segundo ano do EM de uma escola com sistema apostilado, optamos por utilizar, segundo a perspectiva da AC, uma abordagem metodológica pluralista de ensino. Tal abordagem tem sido defendida por Laburú, Mello e Nardi, pois se entende que:

[...] quanto mais variado e rico for o meio intelectual, metodológico ou didático fornecido pelo professor, maiores condições ele terá de desenvolver uma aprendizagem significativa da maioria de seus alunos. (LABURÚ; MELLO; NARDI, 2003, p.258).

Ademais, tais preceitos também convergem com as experiências práticas de docência do professor autor desta dissertação.

Trabalhar na perspectiva da AC e com uma abordagem pluralista permite que a concepção das estratégias de ensino a serem utilizadas ao longo da sequência didática possa ser considerada, de forma flexível o suficiente, a fim de superar as limitações impostas pela fragilidade dos materiais pedagógicos de um sistema de ensino apostilado.

Com isso em mente, um conjunto de recursos pedagógicos foi considerado, a saber, textos (historiográfico e jornalístico), demonstração investigativa (com materiais de baixo custo), simulação computacional (Phet) e vídeo (didático). Nas subseções que se seguem, cada um destes recursos é apresentado e justificado separadamente.

### 2.2.1 – OS TEXTOS UTILIZADOS

O primeiro texto a ser utilizado de conteúdo histórico foi escrito após uma pesquisa feita sobre a história da física térmica, enquanto que para o segundo foram usadas pequenas inserções retiradas de portais da internet. Eles são mostrados no ANEXO B, deste trabalho.

Sobre o texto de caráter histórico Carvalho *et al* citam:

O uso deste elemento [História da Ciência] no ensino pode ser ainda uma forma de almejar a Alfabetização Científica dos estudantes. Sasseron *et al.* (2009) apresentam que a História da Ciência é uma forma de aproxima-los dessa alfabetização, já que um dos objetivos neste cenário é criar o conhecimento sobre a Ciência. Para um cidadão esteja alfabetizado cientificamente, é necessário compreender aspectos sobre este conhecimento e não apenas como se dá o desenvolvimento do mesmo, o que para Sasseron e Carvalho (2011) compõe um dos eixos fundamentais para a Alfabetização Científica: a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. (CARVALHO, 2013. Pag. 19).

Em nossas pesquisas encontramos outros trabalhos relatando que uma abordagem histórica da Ciência poderia despertar um interesse maior por parte do aluno, conforme citado por Michélena:

A história, a filosofia e a sociologia, podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aulas de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam. (MATTHEWS, 1995 *apud* MICHELENA, 2008, p 11).

A leitura dos PCN nos motivou a utilizar um segundo texto, retirado de portais da internet. Este tinha o propósito de atuar como um instrumento de contextualização permitindo a interpretação acerca do mundo vivencial do aluno. Segundo Ricardo:

As pesquisas a respeito do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) têm objetivos formadores e ênfases curriculares que se aproximam da dimensão sócio-histórica da contextualização. Em certo sentido,

todas as inovações metodológicas almejam ampliar os objetivos do ensino das Ciências para além do mero acúmulo de informações ou transposições mecânicas de técnicas de resolução de exercícios. (RICARDO, 2010, p. 37).

### **2.2.2 – DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA**

Nossa perspectiva em relação à demonstração investigativa foi proporcionar aos alunos um ambiente de aprendizagem onde fosse possível desenvolver a capacidade de construir hipóteses a partir dos dados fornecidos e assim chegar à elaboração do conceito envolvido. Este elemento se constitui em um dos aspectos da AC, pois segundo Carvalho:

Uma atividade experimental não se constitui como uma atividade propriamente de construção da Ciência, mas pode aproximar o aluno do que chamamos de uma cultura científica, levando-o a alguns elementos importantes para a aproximação de um processo de Alfabetização Científica. Para Sasseron e Carvalho (2008), alguns indicadores podem nos levar a compreender se os alunos estão sendo alfabetizados cientificamente. Esses indicadores dizem respeito a algumas características da construção deste conhecimento. Segundo as autoras, esses indicadores podem estar relacionados aos dados obtidos, à estruturação do pensamento, como o desenvolvimento do raciocínio lógico e proporcional, ou ainda relacionados à busca do entendimento de uma situação que congrega indicadores desde o levantamento de hipóteses até a construção de explicações (CARVALHO, 2013. Pag. 48 e 49).

Para esta demonstração montamos um kit instrucional que é descrito no ANEXO C desta dissertação.

### **2.2.3 – A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

Optamos também utilizar uma simulação, pois algumas salas da escola dispõem de lousa digital conectada a um computador com internet, o que facilitou sua utilização, além disso, são elementos que acreditamos facilitaríamos o entendimento dos conceitos de temperatura e calor. Segundo Carvalho:

Ao utilizarmos as simulações, por exemplo, deve ficar claro para o aluno, que, por mais realística que possa parecer, ele está interagindo com um modelo físico criado, carregado de simplificações, que pode em maior ou menor grau, aproximar-se da realidade. (CARVALHO, 2013. Pag. 114).

Para a simulação recorreremos ao portal PhET<sup>6</sup>, da Universidade do Colorado. A simulação usada “Formas de energias e suas transformações” possui uma versão em português. A opção de usar esta simulação deve-se ao fato de pudermos utilizá-la em algumas aulas de caráter expositivo servindo de apoio para o aluno trabalhar os conceitos de temperatura e calor, pois como Studart *et al* citam:

O uso dessa ferramenta por professores pode ser bastante variado como o próprio grupo aponta: aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa ou no laboratório. (MIRANDA, ARANTES E STUART, 2010, p. 29).

## 2.2.4 – O VIDEO EDUCATIVO

Resolvemos utilizar o vídeo em dois momentos. Para o fechamento do conteúdo de termometria e depois quando se iniciou o tema de calorimetria. Sobre o uso de vídeos Carvalho escreve:

Por vezes, uma sequência de diversos conteúdos e conceitos eram “transmitidos” em poucos minutos. Apesar dessa condensação, é possível, escolhendo-se adequadamente trechos desses recursos, o desenvolvimento de bons episódios de ensino. (CARVALHO, 2013. Pag. 115).

O vídeo escolhido (Os Curiosos - Temperatura) foi retirado do portal “Acessa Física”<sup>7</sup>, por ter curta duração, cerca de 12 minutos. Além disso, trata-se de um vídeo com uma proposta de ensino bem elaborada e que permitirá promover discussões entre os alunos sobre os fenômenos tratados. Através destes debates é possível analisar erros, reforçar ou introduzir conteúdos.

A SP foi elaborada, com a previsão de ser aplicada em 5 aulas, de 50 minutos cada, sendo um aula por semana. No próximo capítulo descreveremos a aplicação das sequências em cada uma das salas.

---

<sup>6</sup> PhET – Interactive Simulations. Fundado em 2002 pelo ganhador do Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder produz simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. Fonte: Portal Phet.

<sup>7</sup> O projeto “Acessa Física” foi criado em 2007, pelo Ministério da Educação (MEC) e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), com o objetivo de selecionar e financiar programas de produção de conteúdos educacionais digitais multimídia para as disciplinas de Matemática, Língua Portuguesa, Física, Química e Biologia do Ensino Médio. Fonte: Portal “Acessa Física”.

## **CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA**

Neste capítulo é apresentada a proposta da sequência didática elaborada à luz dos referenciais e as metodologias expostos nos capítulos anteriores. Em seguida, uma descrição do contexto pedagógico de aplicação da proposta é apresentada, seguida de comentários gerais

### **3.1 – A PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Segundo Zabala, uma sequência didática pode ser entendida como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais (ZABALA, 1998). Partindo-se desta perspectiva, elaborou-se nesta dissertação uma sequência didática que, seguindo os preceitos da AC, teve como objetivo contribuir com o(a) professor(a) que atua em contexto de sistema apostilado permitindo-o(a) estimular seus estudantes a construir os conhecimentos sobre Termometria e Calorimetria num contexto pedagógico-metodológico mais plural, onde dimensões sociais, históricas e teórico-experimentais dos conteúdos são consideradas.

Como já tratado no capítulo anterior, os seguintes instrumentos pedagógicos foram considerados para a elaboração da Sequência Proposta (SP), a saber, um texto jornalístico, um texto historiográfico, um experimento demonstrativo, um simulador computacional e um vídeo educacional. Cabe salientar que a SP foi concebida para ser utilizada conjuntamente com a apostila utilizada na escola.

Para não se repetir o texto geral de apresentação da SP duas vezes ao longo do corpo da dissertação, optou-se por, neste momento, remeter o(a) leitor(a) ao APÊNDICE F, onde o texto completo da SP é apresentado em detalhes, uma vez que o mesmo constitui o Produto Educacional fruto desta dissertação para uso pelo(a) professor(a), em princípio, independente da mesma.

### **3.2 – DESCRIÇÃO DO CONTEXTO DE APLICAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS**

Conforme mencionado no capítulo introdutório, para se estabelecer um referencial avaliativo ao impacto da SP no contexto de sala de aula, optou-se por aplicar a SP de forma concomitantemente à sequência que o mesmo professor (autor desta dissertação) tradicionalmente aplica em se tratando do referido conteúdo de física. A esta sequência será dado o título de sequência tradicional (ST) e sua principal estratégia pedagógica é baseada em aulas expositivas e resolução de problemas centradas apenas na apostila.

As duas sequências (ST e SP) foram aplicadas em 2015, em um colégio da rede particular na cidade de São Bernardo do Campo, e que adota um sistema apostilado e trabalha com alunos do EM e turmas de cursos pré-vestibulares. Em 2015, o colégio possuía 2 salas do 2º ano do EM. A escola faz uso de números para se referir às turmas e não a letras como na maioria dos colégios. Assim, uma das turmas em que as sequências foram aplicadas chama-se de 2º ano 22, ou simplesmente 2.22. Nesta, foi aplicada a SP e, por praticidade, a chamaremos de sala A. A outra turma, chamada de 2º ano 24, ou 2.24, foi a ST (centrada aulas expositivas, focadas apenas na apostila) foi aplicada e foi denominada de sala B.

Nestas turmas, a sala A (SP), contava com 47 alunos, enquanto na sala B (ST), havia 34 alunos. Optamos por aplicar a SP na maior turma.

O ano letivo da escola é formado por três trimestres, sendo que as sequências foram aplicadas no 1º trimestre. Seguindo o planejamento escolar, neste período, foram aplicadas duas provas e nestas havia questões de termometria, calorimetria e óptica. Nesta dissertação, por coerência temática, apenas as questões referentes à termometria e calorimetria foram consideradas.

Embora a escola tenha um cunho extremamente tradicional e, portanto, adote um método quantitativo na correção das avaliações, verificando apenas o número de acertos obtido pelo aluno, neste trabalho optou-se por analisar também o desenvolvimento dos conteúdos procedimentais (habilidades) adquiridos pelos estudantes. Para isto, analisou-se o tipo de erro cometido pelos alunos nas provas, pois segundo Abib:

[...] a identificação dos “erros” que podem expressar as formas de pensamentos dos alunos, entendidas como elaborações provisórias, é fundamental para a compreensão dos processos de aprendizagem. (DARSIE, 1996 *apud* ABIB, 2010, p. 149).

Para a análise da SP, também foi elaborado um questionário final, para verificarmos a opinião dos alunos sobre a SP, além de uma atividade de “desenho”, elaborada nos minutos finais de uma das aulas. As provas foram elaboradas e corrigidas por uma colega, também professora de física deste colégio, e as questões aplicadas foram selecionadas de vestibulares anteriores, uma vez que esta é a proposta da escola. Nestas provas as questões foram todas dissertativas (algumas tiveram que ser adaptadas a este formato). Estas questões são mostradas no ANEXO D.

A escola não possui laboratórios didáticos ou sala de informática, porém em algumas salas existem lousas digitais acopladas a um computador com acesso a internet. As aulas da SP foram aplicadas nestas salas com recursos digitais, enquanto a ST foi aplicada na sala de aula tradicional (apenas com lousa).

Na próxima seção, quadros comparativos das sequências e comentários sobre sua confecção e contexto de aplicação são apresentados.

### 3.3 – QUADRO RESUMO COM A DESCRIÇÃO E COMENTÁRIOS DAS AULAS.

Partindo-se da SP (ver APÊNDICE F) e considerando os planejamentos utilizados tradicionalmente pelo professor em anos anteriores, expõe-se, nas tabelas que se seguem, os planejamentos de cada aula das sequências aplicadas na escola e, em seguida, uma contextualização (quando pertinente) de cada planejamento é feito juntamente com comentários sobre os contextos de aplicação em cada uma das turmas. Temos, assim:

#### Aula 1:

Sequência Tradicional (ST) Sala B	Sequência Proposta (SP) Sala A
<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Escalas termométricas (Módulo 1 da apostila).</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Conceituar temperatura e demonstrar as equações termométricas.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Explicações teóricas sobre os conceitos de temperatura e suas respectivas equações. (20 min.)</p> <p>Resolução de exercícios (30 min.)</p>	<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Escalas termométricas (Módulo 1 da apostila)</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Verificar que o nosso tato pode nos proporcionar sensações térmicas enganosas e a assim compreender o conceito de temperatura e as suas equações.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Demonstração investigativa e texto histórico.</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Demonstração e discussão sobre sensações térmicas (15 min.)</p> <p>Leitura do texto: Física térmica (15 min.)</p> <p>Explicações teóricas sobre os conceitos de temperatura e suas respectivas equações.</p> <p>Resolução de exercícios (20 min.)</p>

Tabela 2

Optamos em iniciar a SP com uma demonstração investigativa e um texto historiográfico, pois a associação destas duas estratégias pedagógicas proporciona ao aluno a possibilidade de construir seu conhecimento, sendo este um dos pontos mais importantes da AC, pois como Carvalho *et al* citam:

Apesar de atividades que versem sobre tópicos de História e Filosofia das Ciências serem essenciais ao se pretender enculturar cientificamente os estudantes, é necessário que estas estejam inseridas em sequências de ensino que permitam o trabalho em sala de aula levando em conta os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Defendemos, pois, o uso de outras atividades de orientação construtivista, tais como demonstrações, laboratórios investigativos e resoluções de problemas abertos. (CARVALHO; SASSERON, 2010, Pág. 113).

### **Comentários:**

#### **Sala A (SP):**

Para demonstrar que a temperatura mede a agitação dos átomos/moléculas, caracterizando seu estado térmico, independente da substância, realizamos, inicialmente, uma demonstração investigativa, com o kit instrucional, com a intenção de demonstrar para os alunos como as sensações térmicas podem induzir a conclusões erradas. Os alunos deveriam tocar os cilindros, feitos de diferentes materiais e dizer se a temperatura seria a mesma ou não em ambos. Estes corpos haviam sido colocados, no dia anterior em uma caixa de isopor, com gelo. Todos os alunos, sem exceção, afirmaram que ambos estavam a temperaturas diferentes.

Não podemos deixar de comentar o interesse que a demonstração investigativa produziu nos alunos. Todos quiseram tocar os cilindros para constatar se realmente a sensação térmica seria de temperaturas diferentes. A discussão produzida por este experimento foi muito interessante, pois os alunos tentaram formular “teorias” sobre o experimento.

#### **Sala B (ST):**

Já na sala onde seguimos com a ST, através da aula expositiva, utilizando apenas o material apostilado definimos temperatura e relacionamos as equações termométricas. Em seguida começamos a resolver exercícios.

**Aula 2:**

<b>Sequência Tradicional (ST) Sala B</b>	<b>Sequência Proposta (SP) Sala A</b>
<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Escalas termométricas (Módulo 2 da apostila).</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Partindo dos conteúdos dados na aula anterior resolver os exercícios da apostila.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Resolução de exercícios (escalas termométricas). (50 min.)</p>	<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Escalas termométricas (Módulo 1 da apostila).</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Partindo dos conteúdos dados na aula anterior resolver os exercícios da apostila.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Resolução dos exercícios (escalas termométricas). (50 min.)</p>

**Tabela 3****Comentários:**

Nas duas salas os conteúdos foram abordados de modo expositivo utilizando apenas o material apostilado, giz e lousa.

**Aula 3:**

<b>Sequência Tradicional (ST) Sala B</b>	<b>Sequência Proposta (SP) Sala A</b>
<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Calorimetria (Módulo 3 da apostila).</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Conceituar energia térmica, calor, equilíbrio térmico, capacidade térmica, calor sensível e a equação fundamental da calorimetria.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Explicações teóricas (25 min.).</p> <p>Resolução de exercícios (25 min.)</p>	<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Escalas termométricas (Módulo 2 da apostila).</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Revisão conceitual sobre termometria.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Vídeo e aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Apresentação do vídeo (15 min.)</p> <p>Resolução de exercícios. (35 min.)</p>

**Tabela 4****Comentários:**

Sala A (SP):

Segundo Carvalho:

Não obstante, ao longo de nossa experiência em sala de aula, filmes e vídeos já foram utilizados também para fechar conteúdos, servindo como revisão de certos tópicos, mas sempre após o aluno ter passado por alguma experiência investigativa de ensino. (CARVALHO, 2013. Pag. 130).

Partindo deste pressuposto resolvemos então usar, como forma de revisão o vídeo intitulado Temperatura da série “Os Curiosos” (portal ACESSA Física), onde se mostra a construção de uma escala aleatória de temperatura. O vídeo inteiro tem duração de 12 minutos e foi utilizado aproximadamente a 8 min. A partir deste ponto o conteúdo do vídeo passa a ser sobre calorimetria.

Sala B (ST):

Nesta turma iniciamos o estudo da calorimetria novamente de forma expositiva.

#### Aula 4:

<b>Sequência Tradicional (ST) Sala B</b>	<b>Sequência Proposta (SP) Sala A</b>
<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Calorimetria (Módulo 4 da apostila).</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Partindo dos conteúdos dados na aula anterior resolver os exercícios da apostila.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Resolução de exercícios (50 min.)</p>	<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Calorimetria (Módulo 3 da apostila).</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Conceituar energia térmica, calor, equilíbrio térmico, capacidade térmica, calor sensível e a equação fundamental da calorimetria.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Uso de textos e vídeo. Aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Apresentação e discussão dos textos retirados de portais da internet com erros conceituais. (10 min.)</p> <p>Definição do conceito de calor. Vídeo (Os curiosos). (10 min.)</p> <p>Explicação sobre energia térmica, calor, equilíbrio térmico, capacidade térmica, calor sensível e a equação fundamental da (20 min.).</p> <p>Resolução de exercícios (10 min.)</p>

**Tabela 5**

#### **Comentários:**

Sala A (SP):

Segundo Carvalho:

[..] a indicação da leitura de textos de apoio, que são textos adaptados e/ou sugeridos de livros escolares, para que os alunos vejam o mesmo conteúdo com linguagem formal. Os conceitos, já entendidos, são então apresentados sob a forma de uma definição. Essa passagem da linguagem mais informal durante as discussões em classe para a linguagem formal dos livros textos pode gerar dúvidas que serão esclarecidas numa discussão sobre os textos. (CARVALHO, 2013, p.87).

Foi sob esta ótica que iniciamos o estudo da calorimetria utilizando textos retirados da internet. Nossa intenção foi produzir uma discussão sobre como a palavra calor é usualmente utilizada de forma errônea e assim, introduzirmos o conceito correto.

Utilizamos também neste momento da sequência a continuação do vídeo Temperatura do portal ACESSA Física, da série “Os curiosos”. Optamos por utilizar o vídeo no início do tópico, pois:

[..] a utilização dos vídeos e filmes, sob perspectiva da investigação, deve promover a geração de discussões entre os alunos acerca do fenômeno observado e não uma atividade passiva do aluno frente a esses recursos. (CARVALHO, 2013. Pag. 130).

Sala B (ST):

Encerramos o conteúdo nesta sala adotando mais uma vez uma aula expositiva.

**Aula 5:**

<b>Sequência Tradicional (ST) Sala B</b>	<b>Sequência Proposta (SP) Sala A</b>
<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Calorimetria (Módulo 4 da apostila).</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Revisar o conteúdo sobre calorimetria. Aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Partindo dos conteúdos dados na aula anterior resolver os exercícios. (apostila complementar)</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Resolução de exercícios da apostila complementar. Trata-se de um material complementar apenas com exercícios. (50 min.).</p>	<p><u>Conteúdo:</u></p> <p>Calorimetria (Módulo 4 da apostila).</p> <p><u>Objetivos:</u></p> <p>Revisar o conteúdo sobre calorimetria. Aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Metodologia:</u></p> <p>Uso do simulador PhET Aula expositiva utilizando lousa, giz e apostila.</p> <p><u>Desenvolvimento da aula:</u></p> <p>Uso da simulação formas de energias e suas transformações (PhET).(15 min.)</p> <p>Atividade de desenho (questão aberta). (10 min.)</p> <p>Resolução de exercícios (25 min.)</p>

**Tabela 6****Sala A (SP):**

Desta vez usamos o simulador Phet, como forma de revisar o conceito de calor. Optamos pelo uso do simulador por ser mais prático, pois tínhamos a necessidade de resolvermos exercícios e não podíamos atrasar o cronograma da escola, além de ser uma estratégia que pode ser bem adaptada para aulas expositivas.

Quanto às formas e estratégias de utilização das simulações de ensino, assim como proposto pelo grupo PhET, utilizamos as simulações em: aulas expositivas, levantando hipóteses e concepções alternativas dos alunos, confrontando-as com resultados obtidos nas simulações. (CARVALHO, 2013. Pag. 115)

**Comentários:**

Para todos os alunos esta foi a primeira vez que uma simulação foi mostrada e sendo assim percebemos a surpresa produzida por este recurso. Lembremos que a escola dispõe de uma sala com lousa digital e computador, portanto o manuseio da simulação ficaria sob responsabilidade do professor. No entanto vários alunos quiseram manipula-la. Como não houve tempo para isso foi indicado o endereço eletrônico do portal para que os estudantes tivessem contato com o simulador. Gostaríamos de destacar que mesmo após a aplicação da SP alguns alunos ainda nos procuravam para orientação sobre o uso do Phet, além de frequentemente sermos questionados pela sala se não iríamos utiliza-lo novamente.

Pedimos, também, para os alunos elaborarem um desenho esquemático diferenciado os conceitos de temperatura e calor. Esta atividade foi feita em duplas e foi planejada com o intuito de ser uma forma de “questão aberta”. Sabe-se que para este tipo de atividade necessita-se de mais tempo, porém temos de lembrar que a intenção deste trabalho é verificar se com pequenas inserções de elementos de AC, em um sistema apostilado poderíamos promover uma aprendizagem mais significativa para o aluno. Assim, algumas vezes adaptações tiveram de ocorrer nas atividades. Além disso, também não podemos esquecer que tínhamos um cronograma a ser seguido e, portanto não seria possível se estender muito. Utiliza-se este tipo de relacionando fatos ou atividades do cotidiano de forma que ao respondê-la o aluno possa associar os conceitos discutidos nas aulas anteriores. Carvalho, por exemplo, cita:

Questões e problemas abertos são atividades diferentes dos exercícios de finais de capítulos dados aos alunos para que eles treinem o uso de fórmulas trabalhadas nas aulas precedentes, quando seguem um problema padrão ensinado pelo professor. Apesar dos problemas abertos serem dados nos finais das sequências de ensino, quando a teoria já foi discutida, eles são situações gerais, quase sempre contextualizadas no dia a dia dos alunos, em que estes vão buscar uma solução.

As questões abertas se assemelham aos problemas, com a diferença de que não pretendem que o aluno chegue às relações matemáticas entre as grandezas envolvidas. Ao discutir e buscar a resposta de uma questão aberta, os alunos utilizam os conceitos em uma situação ainda não discutida, nem usada como exemplo em sala de aula, justificando teoricamente sua resposta. (CARVALHO, 2013. Pag. 11).

**Sala B (ST):**

Já havíamos terminado o conteúdo proposto na sala B (ST).

## **CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO AVALIATIVO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Neste capítulo é apresentado o processos de avaliação da SP. Inicialmente, o contexto em que as avaliações foram executadas é descrito. Em seguida, passa-se à análise dos diferentes tipos de avaliação consideradas e às discussão de caráter metodológico e pedagógico.

as avaliações tradicionais da uma abordagem tradicional considerando apenas a quantidade de acertos que cada aluno obteve. Posteriormente também efetuamos a análise dos tipos de erros cometidos pelos estudantes. O leitor encontrara também uma apreciação sobre a questão aberta proposta nesta dissertação e por fim o questionário motivacional aplicado nas sequências.

### **4.1 – OS CONTEXTOS DE AVALIAÇÃO**

Seguindo o planejamento do colégio foram aplicadas duas provas ao longo do trimestre. A primeira prova do trimestre abordou conteúdos referentes à Termometria e foram elaboradas 5 tipos de avaliação. A Calorimetria constituiu o tema da segunda avaliação, e ela 4 propostas de avaliação foram elaboradas. Vale salientar que este tipo de procedimento é uma solicitação tradicional da própria escola aos professores. Outro aspecto a ser mencionado refere-se ao fato de que em tais avaliações também haviam questões referentes ao conteúdo de ótica, porém os mesmos fogem ao escopo desta dissertação.

Por coincidência, as provas puderam ser aplicadas no mesmo dia para as 2 turmas consideradas. As questões elaboradas também eram as mesmas.

### **4.2 – CRITÉRIOS PARA A CORREÇÃO DAS AVALIAÇÕES**

Na correção destas provas levamos em consideração dois critérios; o primeiro adotando uma concepção tradicional de correção onde foi considerado apenas o número de acertos obtido pelo aluno.

Montamos, a seguir, um histograma onde é possível comparar o desempenho de cada uma das salas nestas avaliações. Nele é indicado o percentual de acertos em função do tipo da avaliação.

O primeiro histograma mostra os resultados da prova de termometria. Havia 5 tipos diferentes de avaliações a quais foram chamadas de  $\Phi$ ,  $\lambda$ ,  $\Delta$ ,  $\beta$  e  $\varphi$ .

Nas legendas Q.1 e Q.2, são as duas questões de termometria das avaliações. Também relembremos que a denominação sala A refere-se à turma onde se aplicou a SP, enquanto a denominação sala B refere-se à sala onde seguiu o planejamento tradicional focado apenas na apostila (ST).

Histograma de desempenho – Prova de termometria.

Q1 – Questão 1 da prova.

Q2 – Questão 2 da prova.

SP – Sequência proposta.

ST – sequência tradicional.

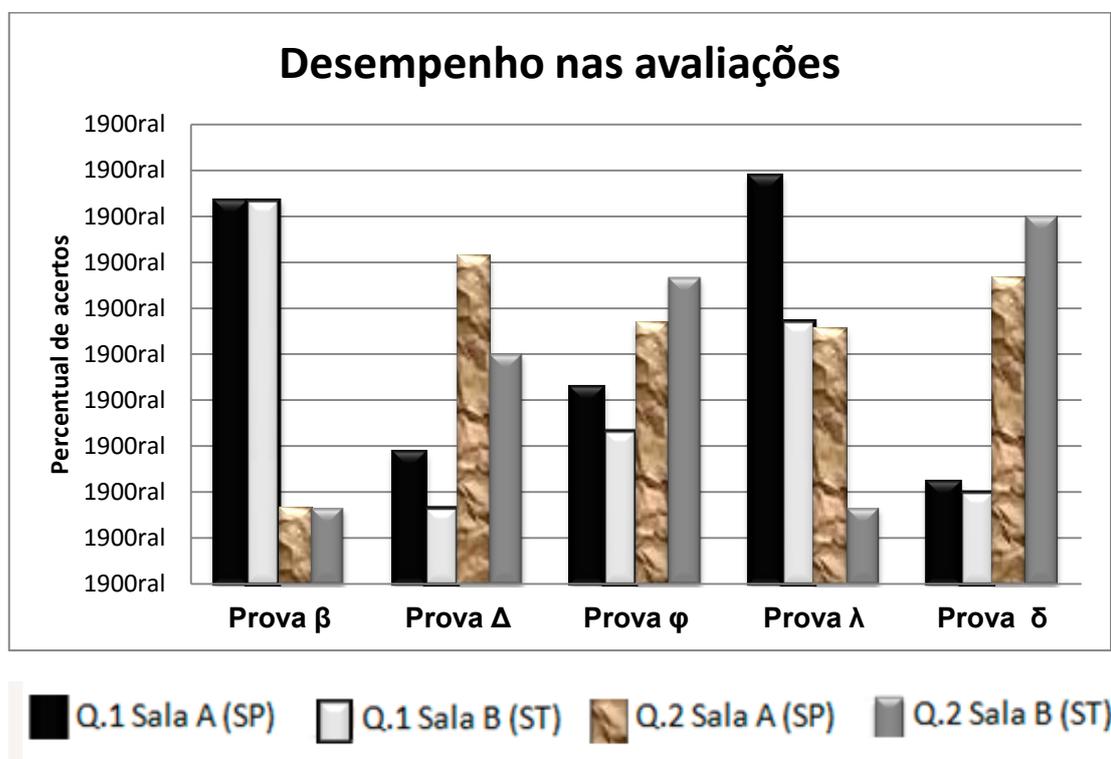


Gráfico 1

### Comentários:

Conforme percebe-se pelos dados tabulados na avaliação sobre termometria, apenas em uma questão, (Q.2), a sala B (ST) conseguiu atingir um percentual de acertos maior e, mesmo assim, em apenas dois (2) modelos de avaliação ( $\Phi$  e  $\delta$ ).

O histograma a seguir indica o desempenho dos alunos na segunda prova aplicada, onde abordou-se o conteúdo de calorimetria. Como já citado anteriormente havia 4 modelos diferentes de prova, que foram denominados A, B, C e D. Foram elaboradas duas questões sobre calorimetria (Q1 e Q2).

Histograma de desempenho – Prova de calorimetria.

Q1 – Questão 1 da prova.

Q2 – Questão 2 da prova.

SP – Sequência proposta.

ST – sequência tradicional.

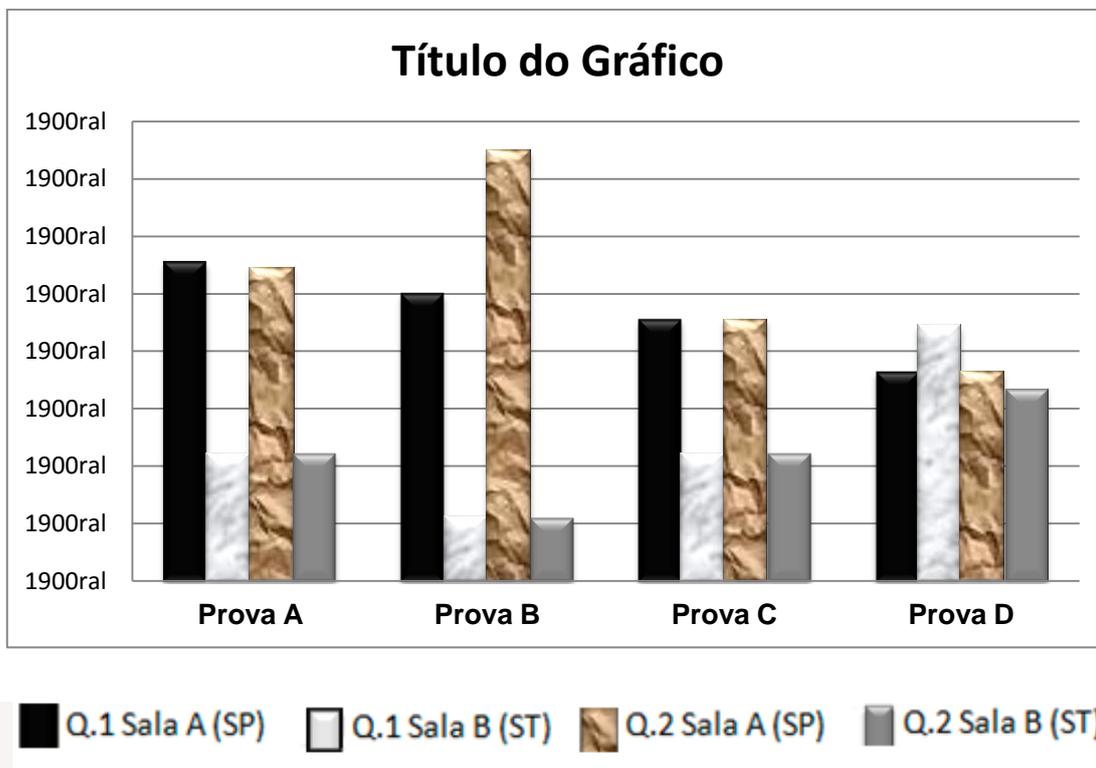


Gráfico 2

### Comentários:

Na avaliação sobre calorimetria percebeu-se que apenas em uma questão (Q.1) e somente em um modelo de prova (D) os alunos da sala B (ST) conseguiram um percentual maior de acertos.

Em nossa opinião, quando se adota a prática avaliativa tradicional, ou seja, focada apenas no critério de número de questões corretas, a SP obteve um percentual de acertos maior que a ST. Percebe-se ainda que nas provas aplicadas na sala A (SP) este percentual, muitas vezes, chegou a ser mais que o dobro do apresentado na sala onde se aplicou a ST.

### 4.3 – ANÁLISE DOS ERROS

Os “erros” cometidos pelos alunos tanto na SP como na ST também foram considerados, pois esta análise pode nos proporcionar informações úteis com relação ao entendimento dos conteúdos por parte do aluno. Abib, por exemplo, cita que:

Deste modo, os “acertos” e “erros” cometidos não são utilizados para balizar “premiações” ou “punições”, via atribuições de notas, como nos sistemas predominantes de avaliação, mas como dados importantes que podem contribuir para as análises necessárias à compreensão das diferentes trajetórias de aprendizagem [...](ABIB, 2010, Pag.146/147).

Percebemos que na sala A (SP) ocorreram muitos enganos na parte matemática e não nos conceitos de física. Já na sala B (ST) muitas avaliações possuíam erros conceituais e alguns casos foram entregues com questões em branco. Não encontramos nenhum erro matemático nesta turma. Segue abaixo alguns exemplos de erros encontrados na turma onde se aplicou a SP.

#### Prova de termometria - Turma $\Phi$

Um cientista americano encontra para a temperatura de uma amostra o valor de 323 K e quando chega aos Estados Unidos converte esse valor para Fahrenheit. Calcule esse valor

$$\frac{\theta F - 32}{9} = \frac{T - 273}{5} \rightarrow \frac{\theta F - 32}{9} = \frac{323 - 273}{5}$$

$$\frac{\theta F - 32}{9} = \frac{50}{5}$$

$$\theta F - 32 = 90$$

$$\theta F = 122$$
~~$$\theta F - 32 = 50$$

$$\theta F = 82$$~~

$$\theta F = 67^{\circ}F$$

Figura 1

#### Prova de calorimetria - Turma B

Um frasco contém 20g de água a 0°C. Em seu interior é colocado um objeto de alumínio de 50 g a 80°C. Supondo não haver trocas de calor com o frasco e com o meio ambiente, calcule a temperatura de equilíbrio térmico

dessa mistura. Dado: calor específico do alumínio 0,10 cal/g.°C.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Al}} + Q_{\text{H}_2\text{O}} &= 0 \\
 m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i) &= -m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i) \\
 20 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 0) &= 50 \cdot 0,10 \cdot (\theta_f - 80) \\
 20\theta_f &= 50\theta_f + 400 \\
 15\theta_f &= -400 \Rightarrow \theta_f = -\frac{400}{15} \Rightarrow \theta_f = -26,6^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Handwritten calculations also include a vertical multiplication:  $100 \cdot 26,66 = 2666$  and  $100 \cdot 13 = 1300$ , and a vertical division:  $80 \cdot 15 = 1200$ ,  $1200 \cdot 5 = 6000$ ,  $6000 \cdot 3 = 18000$ ,  $18000 \cdot 15 = 270000$ .

Figura 2

### Prova de calorimetria - Turma C:

Fornecendo-se 500 calorias a 200 g de uma substância, sua temperatura passou de 40°C para 50°C. Determine:

- o calor específico da substância, em cal/g.°C.
- a capacidade térmica em cal/°C.

$$\begin{aligned}
 Q &= 500 \text{ cal} & Q &= m \cdot c \cdot \Delta\theta \\
 m &= 200 \text{ g} & 500 &= 200 \cdot c \cdot 10 \\
 \Delta\theta &= 50 - 40 & &= \frac{500}{2000} = c \\
 &= 10 & & \\
 c &=? & & \\
 & & & c = 0,25 \text{ cal/g}^\circ
 \end{aligned}$$

Handwritten calculations also include:  $C = m \cdot c$ ,  $C = 200 \cdot 0,25$ , and  $C = 50,00 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ .

Figura 3

### 4.4 – QUESTÃO ABERTA

Outra dimensão avaliativa da sequência consistiu em utilizar a representação “visual” dos alunos para quanto ao entendimento de cada um dos conceitos abordados. Do nosso ponto de vista, esta atividade pode ser encarada como uma forma de questão aberta. A intenção desta atividade foi verificar o entendimento dos conceitos discutidos em aulas anteriores, não havendo interesse em levar à “matematização” dos conteúdos estudados. Segundo Carvalho *et al*:

Essa situação problemática aberta, os alunos vão enfrentar primeiro de uma forma qualitativa, buscando elaborar hipóteses. Como não têm números definidos, os alunos são, de certo modo, obrigados a passar por essa fase, desenvolvendo sua criatividade e a ordem de seu pensamento. (CARVALHO, 2013. Pag. 105).

Assim, na última aula das sequências, usamos os 15 minutos finais para realizar esta intervenção. Pedimos que os alunos elaborassem um desenho

simples, esquematizando qual seria a diferença entre temperatura e calor. Abaixo mostramos alguns exemplos de cada uma das turmas:

### Exemplos da sala A (SP):

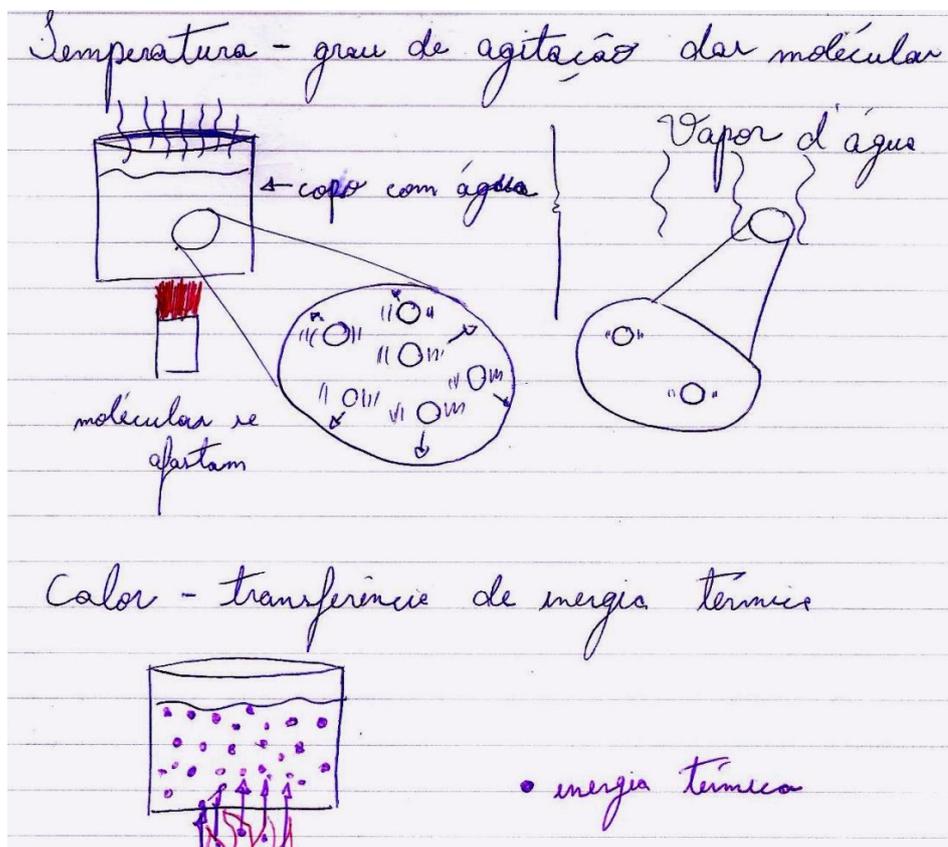


Figura 4

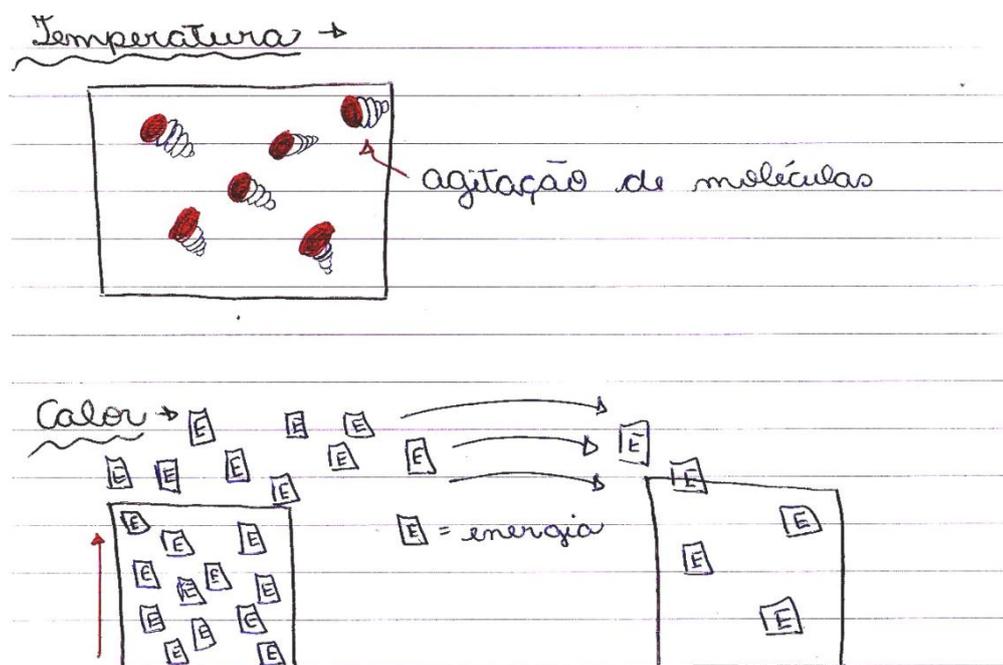


Figura 5

### Exemplos da sala B (ST):

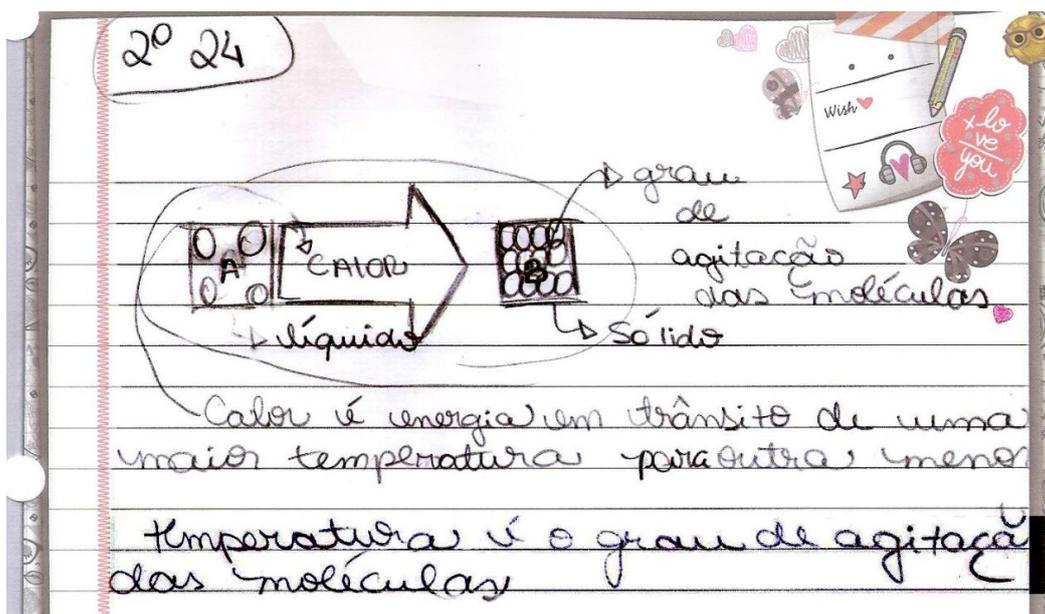


Figura 6

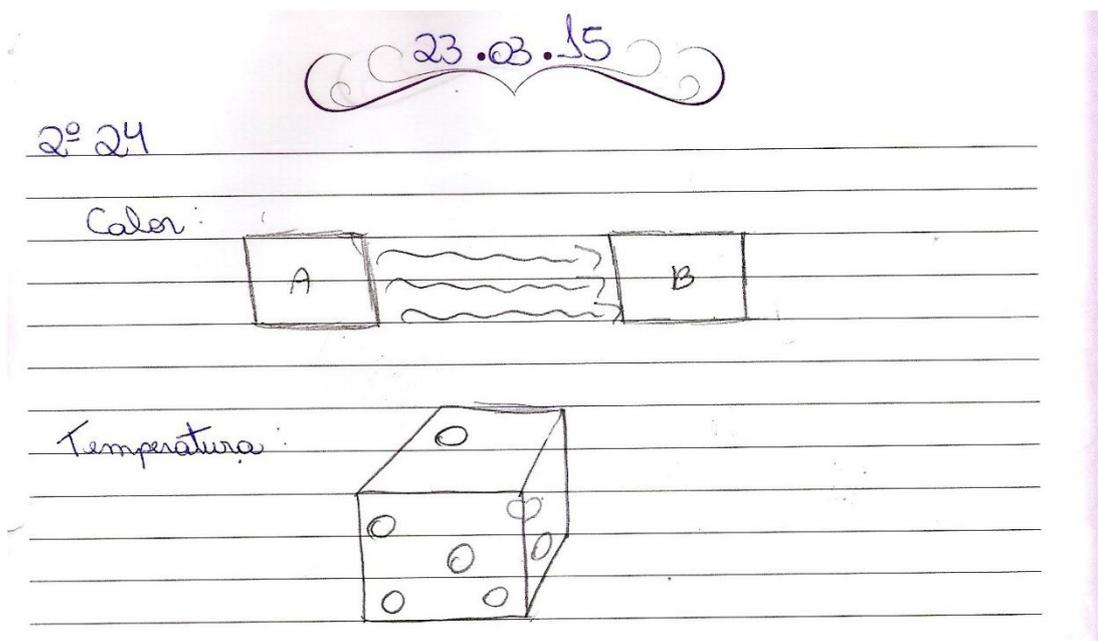


Figura 7

### Comentários:

Este tipo de atividade permite ao professor analisar como os alunos selecionam e organizam os conceitos estudados para utilizá-los em situações problema.

Desta forma, em nossa opinião os desenhos feitos pelos alunos da sala A (SP) estavam mais ricos em detalhes conceituais, enquanto na sala B (ST)

tendem mais para uma definição burocrática, seguindo a representação da apostila.

#### 4.5 – QUESTIONÁRIO MOTIVACIONAL

Por fim, foram também aplicados dois questionários motivacionais onde buscamos verificar a percepção dos alunos em relação ao trabalho aplicado em cada uma das salas. Estes questionários constam no ANEXO E. O primeiro questionário foi aplicado quando encerramos o conteúdo de termometria, já o segundo, quando finalizamos o conteúdo sobre calorimetria. Elaboramos a seguir alguns gráficos onde estão relacionadas às respostas obtidas com estes questionários.

##### Pergunta 1 (Você gostou das aulas?)

Com relação a esta pergunta obtivemos um índice de quase 80% de aceitação na sala A (SP). Mesmo levando em consideração que uma parcela pequena (menos de 10%) não tenha se adaptado a proposta das aulas, ainda assim obtivemos um percentual maior do que o obtido na sala B (ST). Na sala B (ST) cerca de 60% dos alunos disseram ter gostado das aulas expositivas. O gráfico 3 mostra os percentuais obtidos no período onde foram lecionadas as aulas referentes a termometria.

O gráfico 4 mostra as repostas obtidas, para a mesma pergunta, após finalizar o conteúdo sobre calorimetria. Obtivemos também um alto índice de aceitação, mais de 80% na sala A (SP), índice superior ao obtido na sala B (ST).

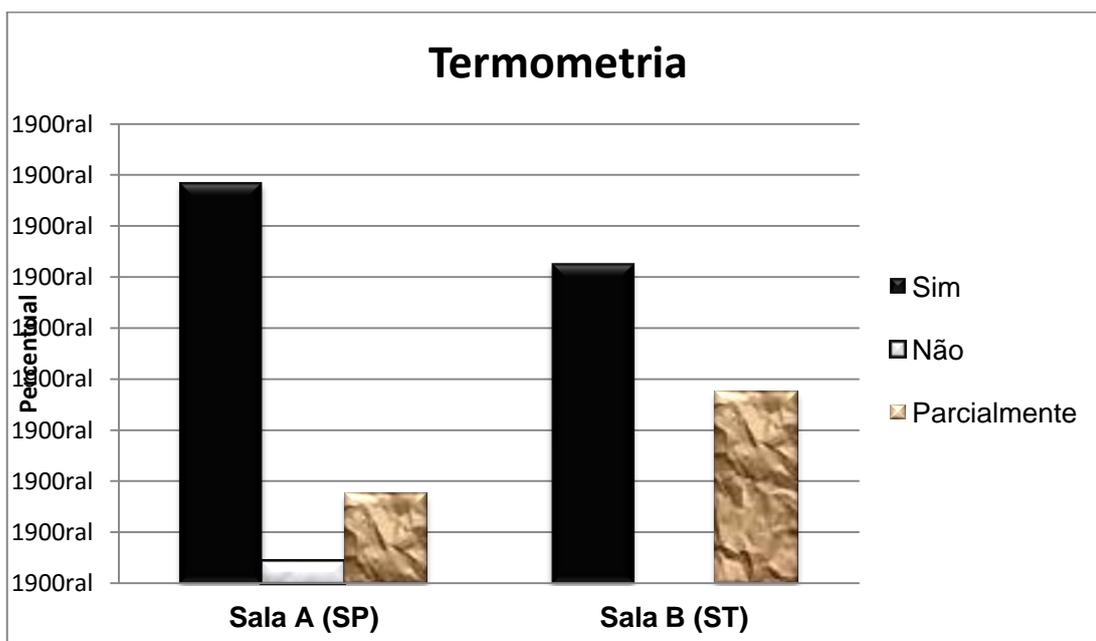


Gráfico 3

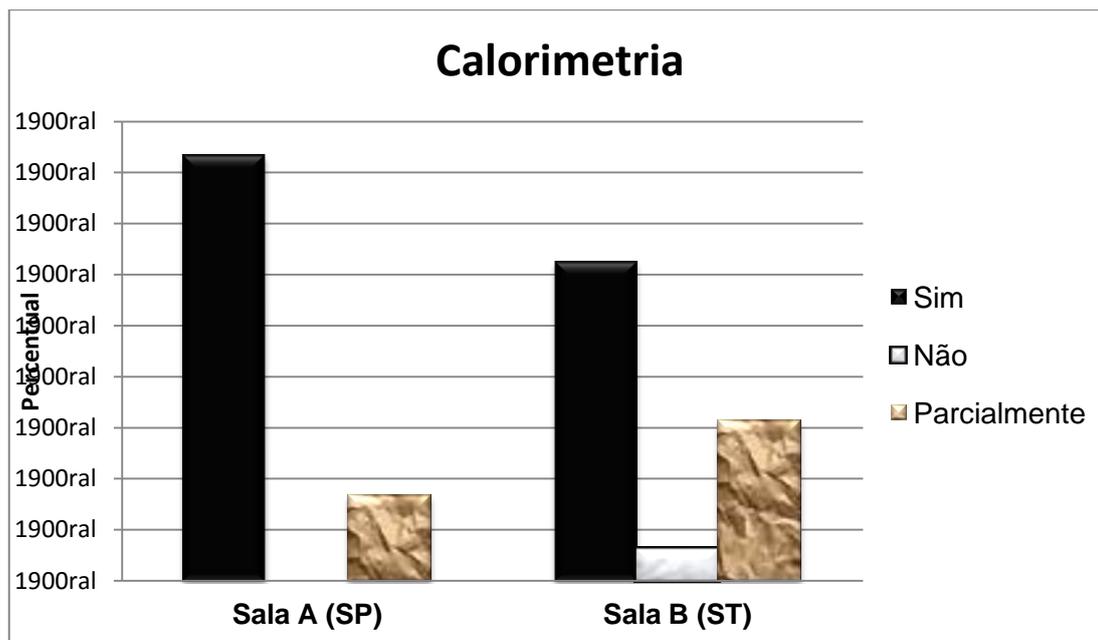


Gráfico 4

**Pergunta 2 (Você acha que esse formato de aulas permitiu uma melhor compreensão:)**

Inicialmente gostaríamos de reiterar que segundo Sasseron *et al*:

[...] uma possível maneira de se observar de que modo os conceitos e os elementos do trabalho científico são trabalhados em sala de aula, seja por meio da busca por indicadores da alfabetização científica. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 102).

Como já citado no capítulo 1, para estas autoras estes indicadores são classificados em eixos estruturantes. Citam, por exemplo, que:

Nesta perspectiva, durante a revisão de trabalhos sobre a AC, temos percebido a existência de três eixos estruturantes da AC (SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2008): a compreensão básica de conceitos científicos, a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, e o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 102).

Desta forma, ao analisarmos os dados obtidos nesta pergunta, identificamos que as duas salas conseguiram compreender os conceitos de temperatura e calor, porém deve-se salientar que no item “Tema presente no cotidiano” verifica-se que nos dois conteúdos abordados neste trabalho (termometria e calorimetria) obtivemos percentuais maiores na sala A (SP).

Portanto, se levarmos em consideração os eixos estruturantes mencionados por Sasseron e Carvalho, a SP produziu, do nosso ponto de vista, um resultado melhor, pois proporcionou mais condições do aluno perceber as inter-relações da física com a sociedade.

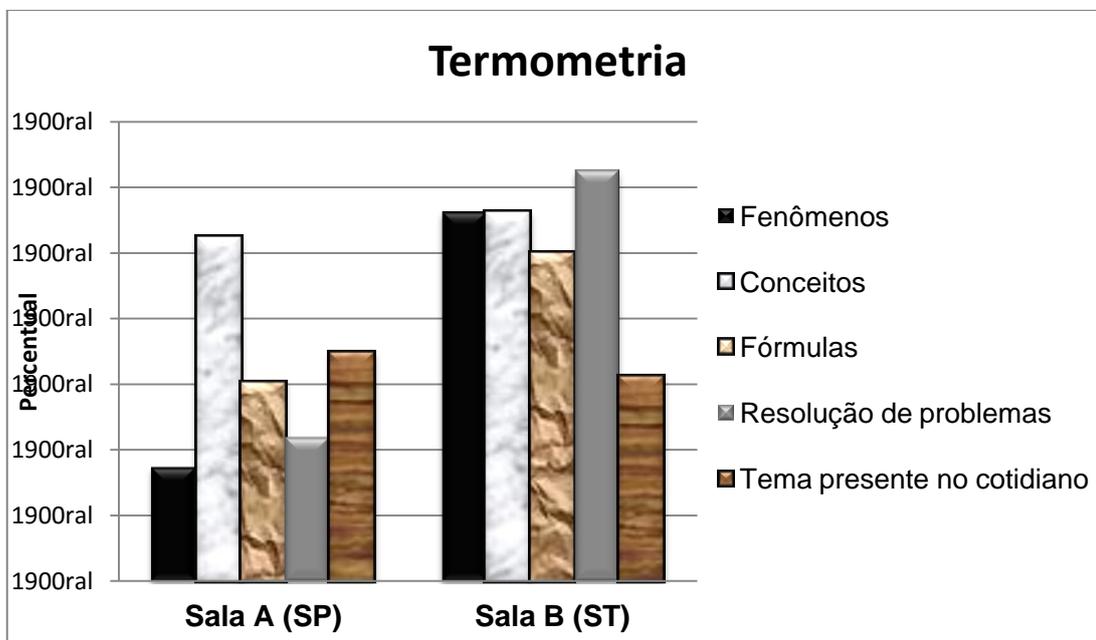


Gráfico 5

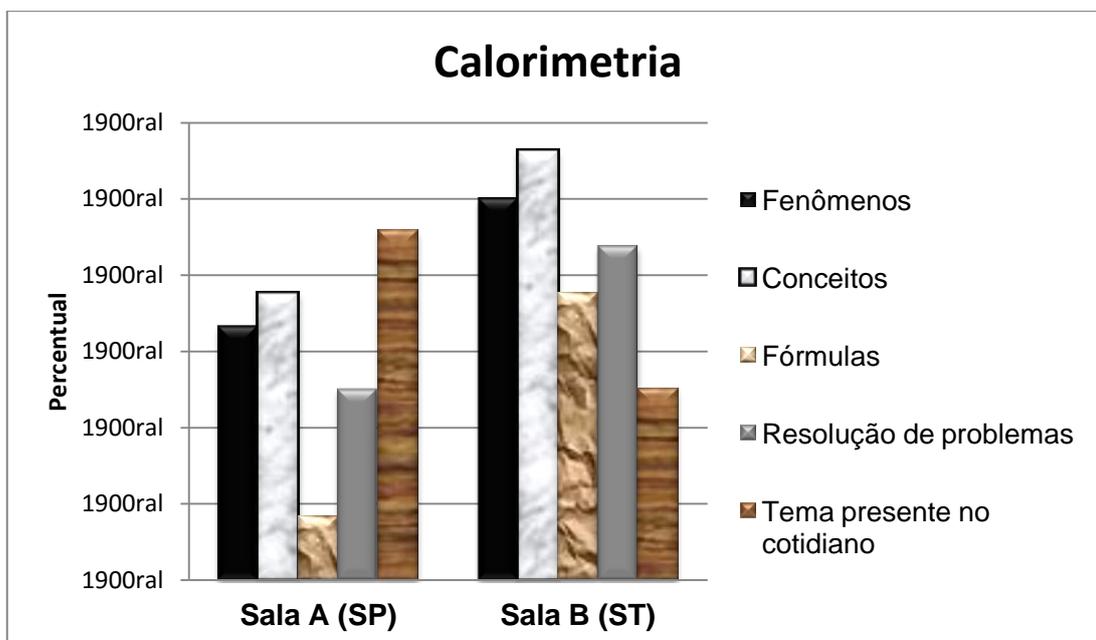


Gráfico 6

### Pergunta 3 (Esse formato de aulas contribuiu positivamente para seu rendimento na prova?)

Nesta última pergunta percebemos um resultado melhor no conteúdo sobre calorimetria, embora, do nosso ponto de vista o resultado obtido na parte sobre termometria não tenha deixado a desejar, obtendo-se índices muito próximos.

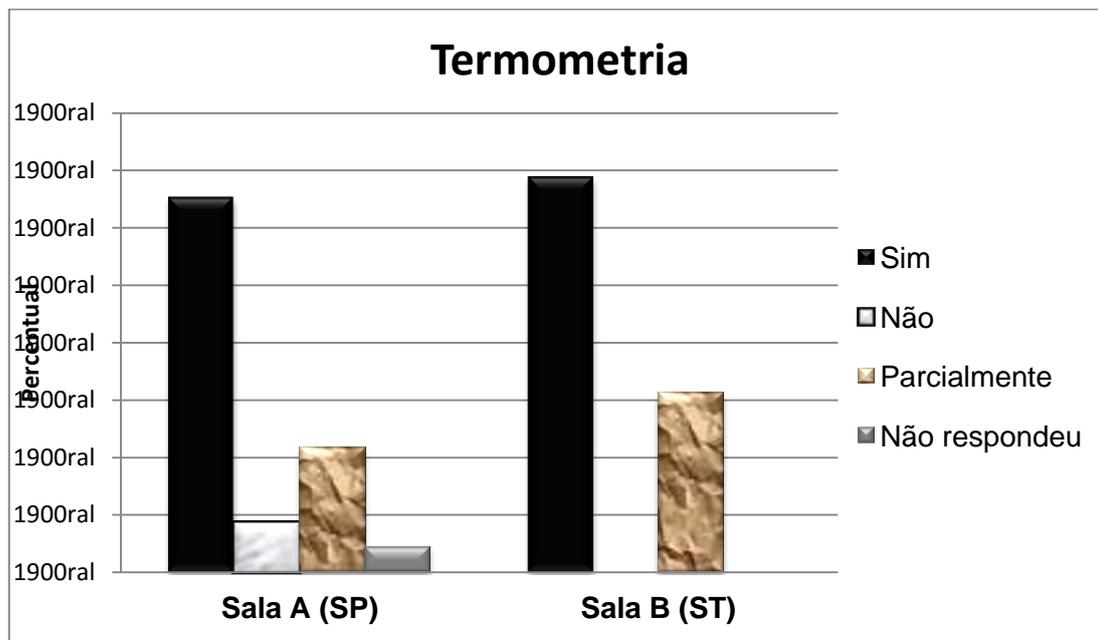


Gráfico 7

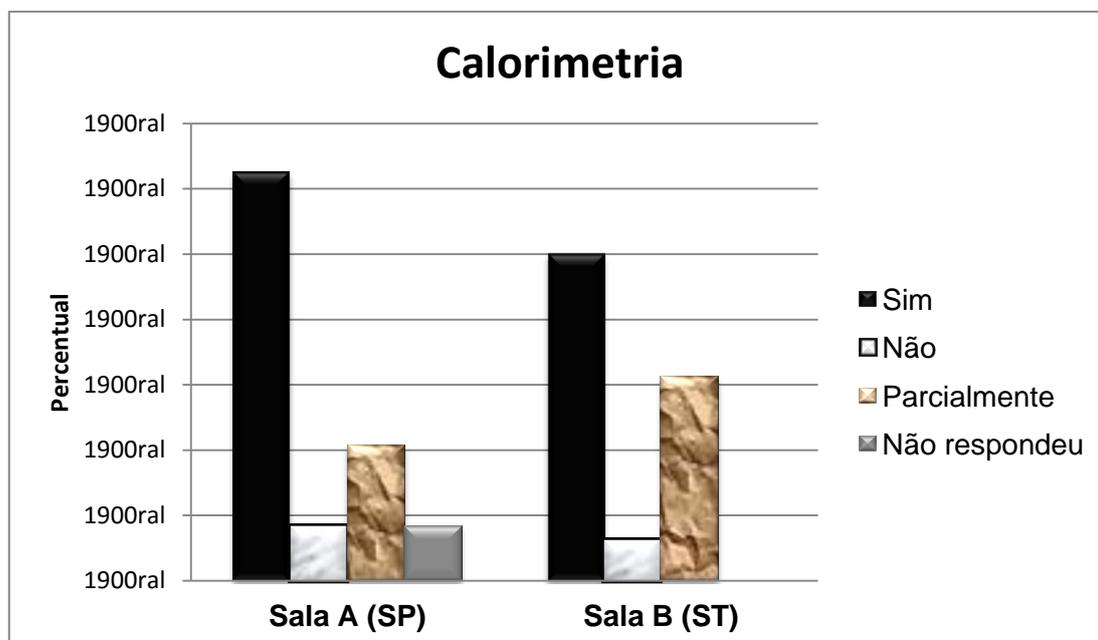


Gráfico 8

Segundo Carvalho:

[...] é preciso que estudante consiga ver algum sentido no conjunto de teorizações feitas pelo professor e principalmente que compreenda as ciências como uma forma diferente de pensar e falar sobre o mundo e que ele passe a entender essa outra língua, a língua das ciências. (CARVALHO, 2008 *apud* SASSERON; AFONSO, 2011, p. 2)

Partindo-se desta ideia e levando em consideração todas as análises demonstradas neste capítulo é lícito afirmar que conseguimos atingir os objetivos propostos neste trabalho.

Comentários encontrados no questionário motivacional tais como “demonstrou a matéria de forma mais clara”, “aulas foram menos cansativas”, “compreendi melhor o fenômeno”, também, corroboram com a nossa ideia de sucesso neste trabalho.

## **CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Na rede privada de ensino, principalmente em escolas que adotam sistemas apostilados, há, em geral, pouca preocupação em proporcionar aos alunos uma compreensão mais contextualizada e crítica do mundo. Os alunos passam, na maioria das vezes, os três anos do EM “aprendendo”, por exemplo, os conteúdos de física, com foco única e exclusivamente no vestibular. Tal constatação é reportada também na literatura da área de Ensino. Para Auler:

[...] isso é uma perspectiva propedêutica, traduzida em objetivos educacionais que tem resultado em desdobramentos curriculares como: Preparar o aluno para exames externos, por exemplo, vestibular. (AULER, 2003, p. 9)

Assim, para muitos professores essa postura pedagógica torna-se uma situação frustrante, uma vez que gera a sensação de impotência, muitas vezes fazendo com que os professores se sintam apenas como reprodutores de fórmulas e corretores de exercícios em sala de aula.

Esta dissertação foi concebida pensando em buscar alternativas para se superar tal situação tão incomoda. Para isso, parte-se da premissa de que mesmo trabalhando em um colégio que adota um sistema apostilado, é possível superar dificuldades e promover alterações nos papéis tanto do professor como do aluno, ainda que apenas em breves momentos.

Nossa inspiração para trabalhar numa proposta de mudança em sala de aula surgiu após a leitura de documentos educacionais oficiais, como a LDB os PCN, cujas propostas apontam um ideal de ensino diferente daquele vivenciado em diversas escolas do país. Em particular, conforme consta nos PCN, o ensino de ciências e suas tecnologias deve buscar, em cada uma de suas disciplinas,

(...) promover competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos. Isto significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional.

Com esta compreensão, o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e

produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana. (PCN, ENSINO MÉDIO, p. 6/7).

Inspirado por tal perspectiva, o Produto Educacional concebido neste mestrado profissional foi uma sequência didática, que pode ser aplicada em salas do 2º ano do ensino médio, sobretudo em escolas privadas que façam uso de sistemas apostilados. A sequência foi pensada para ser usada em cinco aulas de 50 minutos, pois em contextos apostilados de ensino a cobrança para cumprir prazos e cronogramas é muito forte sobre o professor.

Espera-se que não seja difícil aos demais professores utilizarem a sequência aqui proposta, mesmo que a escola não tenha salas com lousas digitais ou laboratórios de informática, pois é possível, se as condições permitirem, solicitar aos alunos que tragam notebooks ou tablets de casa. Assim, as atividades com simuladores e filmes podem ser aplicadas, por exemplo, em grupos. A proposta completa está disponível no APÊNDICE F (Produto Educacional). Por fim, cabe salientar que possíveis adaptações deveram ser feitas, pois, embora o contexto em muitos colégios possa ser parecido, sabemos que existem diversas particularidades que eventualmente surgem em sala de aula.

Ao longo da implementação e avaliação da SP foi possível perceber que as expectativas almejadas com a mesma havia sido, pelo menos em parte, alcançadas. O resultado mais significativo constatado se deu com a identificação da melhoria da participação dos alunos. Em todos os momentos diferenciados, onde não estávamos preocupados com a apostila, a classe se mostrou extremamente interessada e participativa. Até mesmo os alunos considerados problemáticos, pela maioria dos professores, mudaram sua postura.

Por fim, ainda que consciente que outros aspectos poderiam ter sido explorados, espera-se ter contribuído para a melhoria das condições de ensino-aprendizagem em contextos pedagógicos mais focados na preparação para vestibulares e, também, ter incentivado outros professores a realizarem suas próprias experiências pedagógicas, pois como disse Paulo Freire:

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. (FREIRE, PRIMEIRAS PALAVRAS, 2003, p. 47).

## REFERÊNCIAS

ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Avaliação e melhoria da aprendizagem em Física; \_\_\_\_: **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Cap. 6, p.141-158.

AMORIM, Ivair Fernandes de. **Reflexões críticas sobre os sistemas apostilados de ensino**. 2008. 191 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, 2008.

AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? **Ensaio pesquisa em educação em ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.

DE AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella; PIETROCOLA, Maurício. Estudando a transposição interna à partir da teoria das situações de Brousseau. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino**.

BRASIL, **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, v.134, n.248, p.27833-41, 23 de dezembro de 1996. Seção 1, Lei Darcy Ribeiro.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BUTY, Christian; TIBERGHIE, Andrée; LE MARÉCHAL, Jean-François. Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching-learning sequences. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 579-604, 2004.

COLOMBO JÚNIOR, Pedro Donizete. **Inovações curriculares em ensino de física moderna: investigando uma parceria entre professores e centro de ciências**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DA SILVA, Osmar Henrique Moura; LABURÚ, Carlos Eduardo; NARDI, Roberto. Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 383-396, 2009.

DE BRITTO, Tatiana Feitosa. O Livro Didático, o Mercado Editorial e os Sistemas de Ensino Apostilados. **Centro de Estudos da Consultoria do Senado**. 2011.

DeBOER , George E. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of research in science teaching** (2000). p. 582-601.

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa (Organizadora). **Calor e Temperatura: Um ensino por investigação. 1ª edição.** São Paulo: Editora Livraria da Física. 2013.146 p.

DO AMARAL, Edenia Maria Ribeiro; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor.** 2001.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara AF; MASSI, Luciana. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. **VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. CAMPINAS**, 2011.

GONÇALVES, Leila de Jesus. **Uso de animações visando à aprendizagem significativa de física térmica no ensino médio.** 2005. 97 p. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.

HURD, Paul DeHART. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

LABURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, p. 247-260, 2003.

LAUGKSCH, Rüdiger C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

MICHELENA, Juleane Boeira. **Física térmica: uma abordagem histórica e experimental.** 2008. 125 p. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.

MEDEIROS, Alexandre. O desenvolvimento histórico da escala Fahrenheit e o imaginário de professores e de estudantes de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 155-173, 2007.

MILLER, Jon D. **Scientific Literacy.** 1989.

MILLER, Jon D. The measurement of civic scientific literacy. **Public understanding of science**, v. 7, n. 3, p. 203-223, 1998.

MÉHEUT, Martine; PSILLOS, Dimitris. Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.

MIRANDA, Márcio Santos; ARANTES, A. Riposati; STUDART, Nelson. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, v. 19, p. 1-10, 2011.

Moreno, Márcio Q., Talim, Sérgio. **Avaliação da Aprendizagem em Física**. Disponível em: <http://www.fisica.ufmg.br/~menfis/compl/talim.doc>. Acesso em 11/2015.

PIERONI, Rodrigo Figueiredo. A expansão do ensino franqueado: um estudo de caso. **Campinas. Unicamp**, 1998.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física; in:\_\_\_\_; **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Cap. .2, p.29-52.

SASSERON, L. H.; AFONSO, A. M.; Alfabetização científica dos alunos e a importância do professor nesse processo. In: **VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, CAMPINAS**, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do Ensino da Física; \_\_\_\_: **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Cap. 1, p.1-27

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em ensino de ciências, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SILVA, D. de; NETO, V. F.; CARVALHO, AMP de. **Ensino da distinção entre calor e temperatura: uma visão construtivista**. Questões atuais no ensino de ciências. São Paulo: Escrituras, p. 61-75, 1998.

WATERMAN, A. T., National Science Foundation: tem-year resumé. **Science**, 131, 3410, p. 1341, 1960

**ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, declaro saber da participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa desenvolvida na Universidade Federal do ABC pelo pesquisador José Alberto Fazano, mestrando do Centro de Ciências Naturais e Humanas da UFABC, que pode ser contatado pelo e-mail [fazanobru@yahoo.com.br](mailto:fazanobru@yahoo.com.br).

O presente trabalho tem por objetivo compreender as potencialidades educacionais de estratégias inovadoras no ensino de Física.

Compreendo que tenho a liberdade de retirar o meu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

A qualquer momento posso buscar maiores esclarecimentos, inclusive relativos à metodologia do trabalho.

Os responsáveis pela pesquisa garantem o sigilo que assegure a privacidade dos sujeitos quanto aos dados envolvidos na pesquisa.

Declaro compreender que as informações obtidas só podem ser usadas para fins científicos, de acordo com a ética na pesquisa e que esta participação não comporta qualquer remuneração.

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data, Local: \_\_\_\_\_

## ANEXO B – TEXTOS UTILIZADOS NA SP.

### TEXTO 1: Física térmica: um pouco de história.

A palavra *temperare*, de origem latina, significa misturar. Na antiguidade, ela era utilizada para se referir a fluídos (líquidos) que eram misturados. Hipócrates (460–370 a.C.), considerado o "pai da medicina", considerava a mistura de fluídos corporais como princípio para classificar os estados de saúde ou de enfermidade de uma pessoa.

Cláudio Galeno (133 – 200 d.C.), seguindo na tradição de Hipócrates, afirmava que no corpo humano havia uma *mescla* (mistura) de calor e frio. Quando uma pessoa estava saudável isto ocorria devido ao estado de igualdade destas duas propriedades, enquanto os estados de doença corresponderiam ao desequilíbrio entre ambas. Galeno propunha uma escala em graus numéricos para se medir os estados de calor e frio. Na sua escala eram misturadas quantidades iguais de gelo e água fervente até atingirem o equilíbrio térmico. Essa mistura era chamada de neutro. Adotavam-se, então, quatro graus abaixo do ponto neutro (frio) e quatro graus acima dela (quente). Quando seus trabalhos foram traduzidos, entre os séculos XI e XII, a palavra *mescla* foi descrita pelo seu termo equivalente que é temperatura.

Embora, na antiguidade, houvesse tentativas de representar numericamente as sensações de quente e frio, é na Idade Moderna (1453 – 1789) que, de fato, começam a ocorrer avanços significativos na física térmica e começam a surgir os primeiros instrumentos de medição da temperatura. O primeiro instrumento a ser construído foi o termoscópio de Galileu Galilei, em 1592, mostrado na figura abaixo.

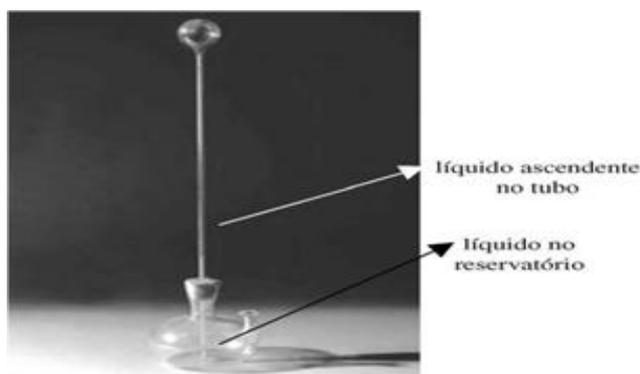


Imagem retirada do artigo: A termometria nos séculos XIX e XX(Pires, Afonso e Chaves)

Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 101 - 114, (2006).

Diversas escalas de temperatura foram desenvolvidas neste período, sendo uma das mais importantes, e utilizada até hoje, a de Gabriel Daniel

Fahrenheit (1686–1736). De acordo com seu artigo publicado em 1724, ele construiu sua escala adotando três pontos de referência. O ponto zero era determinado pela colocação do termômetro em uma mistura de gelo, água, cloreto de amônia e sal. Ao se estabilizar esta mistura, atribuía-se a ela o 0°F. Ao se estabilizar seu ponto de fusão, identificava-se em sua escala a temperatura de 32°F, embora Fahrenheit não utilizasse esse ponto para definir sua escala. O terceiro ponto de referência da escala ocorria a 96°F, onde a mistura se estabilizava termicamente ao ser colocada em contato com a axila de uma pessoa saudável. Leia a seguir um trecho do artigo original de Fahrenheit publicado em 1724.

Artigo original escrito por Fahrenheit:

“No entanto, antes de proceder a uma revisão dessas experiências será necessário dizer algumas palavras sobre os termômetros que construí, e a divisão da escala que eles adotam e, além disso, o método de produzir o vácuo que tenho usado. Eu faço dois tipos particulares de termômetro, um deles preenchido com álcool e outro com mercúrio. O seu comprimento varia de acordo com o seu uso. No entanto, todos usam a mesma escala, e suas diferenças referem-se apenas aos seus *limites fixos*. A escala dos termômetros que são usados apenas para observações climáticas começa com zero e termina no grau 96. A divisão da escala depende de três *pontos de fixação*, que podem ser determinados da seguinte maneira. O primeiro encontra-se no início da escala, e é determinado por uma mistura de gelo, água, cloreto de amônia e sal do mar. Se o termômetro é colocado nesta mistura, o seu líquido desce até ao ponto em que é marcado com um zero. Esta experiência funciona melhor no inverno do que no verão. O segundo ponto é obtido se água e gelo são misturados sem os sais acima mencionados. Quando o termômetro é colocado nesta mistura, seu líquido atinge o 32º grau. Eu chamo isso de "*ponto de congelamento*". O terceiro ponto está situado no grau 96. O álcool se expande até este ponto quando é colocado na boca ou sob a axila de um homem vivo em boa saúde, pois adquiriu totalmente o *calor* do corpo”.

(Liquorum Nonnullorum Ebullientium Experimenta Circa Gradum Caloris D. G. Fahrenheit, Phil. Trans. 1724-1725 33, 1-3, published, 1 January 1724).

([http://sizes.com/units/temperature\\_Fahrenheit.htm](http://sizes.com/units/temperature_Fahrenheit.htm))

## TEXTO 2:

# uol notícias Meio Ambiente

ÚLTIMAS ▾ SEU ESTADO ▾ CIÊNCIA COTIDIANO ECONOMIA ▾ INTER JORNAIS ▾ OPINIÃO ▾

O último fim de semana também foi de calor intenso. No sábado a máxima foi de 35,7°C e no dia seguinte fez um calor de 36,2°C, marcando três dias consecutivos de alta de temperatura. Segundo o Somar Meteorologia, a temperatura desta segunda-feira foi a quarta mais alta registrada em um mês de janeiro.

## TEXTO 3:

**Regional** Diário do Nordeste  
regional@diarionordeste.com.br



notícias jogada entretenimento blogs tv dn serviços classificados [f](#) [t](#) [g+](#) [v](#) [r](#)

última hora

3Fev INTERNACIONAL

21h00 Esboço de mandado de prisão contra Cristina Kirchner é encontrado em casa de promotor morto

TEMPERATURA NO CEARÁ

## Onda de calor chega a 40°C no Interior

25.09.2014

## ANEXO C – KIT INSTRUCIONAL

O kit instrucional foi montado a partir de materiais de fácil acesso e manuseio e é composto por:

- i) Uma caixa de isopor.
- ii) Um termômetro tipo “espeto” digital que mede temperaturas de  $-45^{\circ}\text{C}$  até  $230^{\circ}\text{C}$ .
- iii) 2 cilindros de alumínio e 2 de nylon com 6 cm de comprimento; 2,5 cm de diâmetro com um furo de 5 mm de diâmetro e 4,5 cm de profundidade.



**Kit completo**

Trata-se de um kit relativamente simples de ser montado. A caixa de isopor é um item facilmente encontrado em supermercados, por exemplo. O termômetro tipo espeto pode ser encontrado em lojas que vendam utensílios para confeitaria. Lembremos que é importante que ele seja do tipo espeto

para ser colocado dentro dos cilindros. Também é importante destacar que ele deve medir uma boa variação de temperatura.

Os cilindros de nylon podem ser comprados pela internet em lojas especializadas em plásticos.

Sugerimos para os cilindros de nylon a compra via internet em uma loja chamada DWGA soluções em plástico. Na época da montagem deste kit uma peça de 6 mm por 1000 mm custava algo em torno de R\$ 2,00.

Os cilindros de metal podem ser adquiridos em serralherias gratuitamente. Consegue-se encontrar sobras de material que não serão mais utilizados pelos serralheiros.

Os cilindros devem ser cortados com um comprimento que caiba dentro da caixa de isopor e devem também ser furados em seu centro. Sugerimos que este furo central atinja no máximo metade do comprimento dos cilindros.

## **ANEXO D – QUESTÕES APLICADAS NAS PROVAS**

### **1º PROVA – TERMOMETRIA – 5 TIPOS DE PROVA**

#### **TURMA $\beta$**

1) Um estudante brasileiro ao chegar ao Estados Unidos é informado que a temperatura local é de 95 graus, naturalmente 95°F. Transforme esse valor para a escala usada no Brasil (°C).

2) Uma escala arbitrária W atribui  $-20^\circ W$  para a temperatura de fusão do gelo ( $0^\circ C$ ) e  $180^\circ W$  para a temperatura de ebulição da água ( $100^\circ C$ ). Qual a indicação de temperatura na escala W quando a escala Celsius indicar  $30^\circ C$ ?

#### **TURMA $\Delta$**

1) Uma escala arbitrária X adota o valor  $0^\circ X$  para o ponto de fusão do gelo ( $32^\circ F$ ) e  $360^\circ X$  para o ponto de ebulição da água ( $212^\circ F$ ). Quando a escala Fahrenheit indicar  $52^\circ F$ , qual a indicação dessa temperatura na escala X?

2) O gelo seco quando submetido à pressão atmosférica normal, sublima a ( $-78^\circ C$ ). Na escala Kelvin, esta temperatura equivale a que valor?

#### **TURMA $\Phi$**

1) Uma escala arbitrária X foi construída de modo que o ponto de fusão do gelo corresponde a  $30^\circ X$  ( $32^\circ F$ ) e o ponto da ebulição da água corresponde a  $330^\circ X$  ( $212^\circ F$ ). Quando o termômetro Fahrenheit indicar  $122^\circ F$ , qual temperatura indicará a escala X?

2) Um cientista americano encontra para a temperatura de uma amostra o valor de 323 K e quando chega aos Estados Unidos converte esse valor para Fahrenheit. Calcule esse valor.

#### **TURMA $\lambda$**

1) A temperatura de um corpo na escala Fahrenheit é de  $113^\circ F$ , qual é esse valor na escala Celsius ?

2) Uma escala arbitrária M indica o valor de  $10^{\circ}\text{M}$  para o ponto do gelo em fusão ( $0^{\circ}\text{C}$ ) e  $210^{\circ}\text{M}$  para a ebulição da água ( $100^{\circ}\text{C}$ ). Quando o termômetro M indicar  $20^{\circ}\text{M}$ , qual a indicação para essa temperatura na escala Celsius?

### TURMA $\delta$

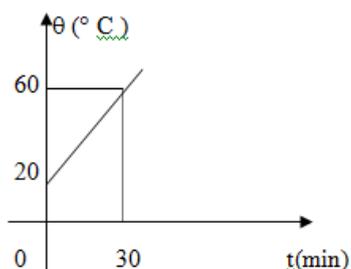
1) Uma escala arbitrária Z foi construída de modo que o ponto de fusão do gelo corresponde a  $50^{\circ}\text{Z}$  ( $273\text{ K}$ ) e o ponto da ebulição da água corresponde a  $250^{\circ}\text{Z}$  ( $373\text{K}$ ). Quando o termômetro Kelvin marcar  $303\text{ K}$ , qual temperatura indicará a escala Z?

2) A fim de diminuir o risco de explosão durante um incêndio, os botijões de gás possuem um pequeno pino conhecido como plugue fusível. Uma vez que a temperatura do botijão chegue a  $167^{\circ}\text{F}$ , a liga metálica desse dispositivo se funde, permitindo que o gás escape. Em termos de nossa escala habitual, o derretimento do plugue ocorre aproximadamente em que temperatura?

## 2º PROVA – CALORIMETRIA – 4 TIPOS DE PROVA

### TURMA A

1) Um corpo de  $400\text{ g}$  de massa é aquecido por uma fonte de potência constante igual a  $400\text{ cal/min}$ . O gráfico mostra como varia, no tempo, a temperatura do corpo. Calcule o calor específico sensível da substância que constitui o corpo.

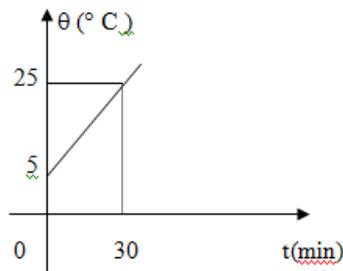


2) Misturam-se  $100\text{ g}$  de água a  $0^{\circ}\text{C}$  com  $500\text{ g}$  de determinado líquido a  $20^{\circ}\text{C}$ , obtendo-se o equilíbrio térmico a  $10^{\circ}\text{C}$ . Calcular o calor específico sensível do líquido, em  $\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ .

### TURMA B

1) Um frasco contém  $20\text{g}$  de água a  $0^{\circ}\text{C}$ . Em seu interior é colocado um objeto de alumínio de  $50\text{ g}$  a  $80^{\circ}\text{C}$ . Supondo não haver trocas de calor com o frasco e com o meio ambiente, calcule a temperatura de equilíbrio térmico dessa mistura. Dado: calor específico do alumínio  $0,10\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$

2) Um corpo de 150 g de massa é aquecido por uma fonte de potência constante igual a 50 cal/min. O gráfico mostra como varia, no tempo, a temperatura do corpo. Calcule o calor específico sensível da substância que constitui o corpo.



### TURMA C

1) Fornecendo-se 500 calorias a 200 g de uma substância, sua temperatura passou de 40  $^{\circ}\text{C}$  para 50  $^{\circ}\text{C}$ . Determine:

- o calor específico da substância, em cal/g. $^{\circ}\text{C}$ .
- a capacidade térmica em cal/ $^{\circ}\text{C}$ .

2) Para se determinar o calor específico do ferro, um aluno misturou em um calorímetro ideal 200g de água a 20  $^{\circ}\text{C}$  com 50g de ferro a 102  $^{\circ}\text{C}$  e obteve a temperatura final da mistura  $\theta = 22^{\circ}\text{C}$ . Qual é o calor específico do ferro?

### TURMA D

1) Um calorímetro contém 200g de água à temperatura de 20  $^{\circ}\text{C}$ . São adicionados ao calorímetro, 100g de água à temperatura inicial de 80  $^{\circ}\text{C}$ . Desprezando-se as perdas, determine a temperatura final de equilíbrio térmico da mistura.

2) Um corpo de massa 200 g recebe 400 calorias e sua temperatura sobe de 50  $^{\circ}\text{C}$  para 60  $^{\circ}\text{C}$ . Determine:

- a capacidade térmica do corpo (em cal/ $^{\circ}\text{C}$ ).
- o calor específico da substância que o constitui (em cal/g. $^{\circ}\text{C}$ )

## ANEXO E – QUESTIONÁRIOS MOTIVACIONAIS

### PESQUISA SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA – A (SP)

Sobre as aulas envolvendo o tema “**Escalas Termométricas**”, onde foram utilizados texto histórico, experiência demonstrativa e vídeo, responda:

1) Você gostou das aulas? ( ) SIM ( ) NÃO ( ) PARCIALMENTE

Por quê? \_\_\_\_\_

2) Você acha que esse formato de aulas permitiu uma melhor compreensão:

a) dos fenômenos envolvidos,

b) dos conceitos envolvidos para explicar os fenômenos,

c) das fórmulas apresentadas para expressar matematicamente os conceitos,

d) de como resolver problemas envolvendo este tema,

e) de como esse tema está presente em nosso dia a dia,

f) outros, cite- os \_\_\_\_\_

3) Esse formato de aulas contribuiu positivamente para seu rendimento na prova?

( ) SIM ( ) NÃO ( ) PARCIALMENTE

Por que? \_\_\_\_\_

4) O que você acredita que tornaria essa aulas melhores?

\_\_\_\_\_

**PESQUISA SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA – A (SP)**

Sobre as aulas envolvendo o tema “**Calorimetria**”, onde foram utilizados texto histórico, experiência demonstrativa e vídeo, responda:

1) Você gostou das aulas? ( ) SIM ( ) NÃO ( ) PARCIALMENTE

Por quê? \_\_\_\_\_

2) Você acha que esse formato de aulas permitiu uma melhor compreensão:

a) dos fenômenos envolvidos,

b) dos conceitos envolvidos para explicar os fenômenos,

c) das fórmulas apresentadas para expressar matematicamente os conceitos,

d) de como resolver problemas envolvendo este tema,

e) de como esse tema está presente em nosso dia a dia,

f) outros, cite-os \_\_\_\_\_

3) Esse formato de aulas contribuiu positivamente para seu rendimento na prova?

( ) SIM ( ) NÃO ( ) PARCIALMENTE

Por que? \_\_\_\_\_

4) O que você acredita que tornaria essa aulas melhores?

\_\_\_\_\_

**PESQUISA SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA – B (ST)**

Sobre as aulas envolvendo o tema “**Escalas Termométricas**”, onde foram utilizadas apostila e resolução de exercícios, responda:

1) Você gostou das aulas? ( ) SIM ( ) NÃO ( ) PARCIALMENTE

Por quê? \_\_\_\_\_

2) Você acha que esse formato de aulas permitiu uma melhor compreensão:

a) dos fenômenos envolvidos,

b) dos conceitos envolvidos para explicar os fenômenos,

c) das fórmulas apresentadas para expressar matematicamente os conceitos,

d) de como resolver problemas envolvendo este tema,

e) de como esse tema está presente em nosso dia a dia,

f) outros, cite-os \_\_\_\_\_

3) Esse formato de aulas contribuiu positivamente para seu rendimento na prova?

( ) SIM ( ) NÃO ( ) PARCIALMENTE

Por quê? \_\_\_\_\_

4) O que você acredita que tornaria essa aulas melhores?

**PESQUISA SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA – B (ST)**

Sobre as aulas envolvendo o tema “**Calorimetria**”, onde foram utilizadas apostila e resolução de exercícios, responda:

1) Você gostou das aulas? ( ) SIM ( ) NÃO ( ) PARCIALMENTE

Por que? \_\_\_\_\_

2) Você acha que esse formato de aulas permitiu uma melhor compreensão:

a) dos fenômenos envolvidos,

b) dos conceitos envolvidos para explicar os fenômenos,

c) das fórmulas apresentadas para expressar matematicamente os conceitos,

d) de como resolver problemas envolvendo este tema,

e) de como esse tema está presente em nosso dia a dia,

f) outros, cite-os

\_\_\_\_\_

3) Esse formato de aulas contribuiu positivamente para seu rendimento na prova?

( ) SIM ( ) NÃO ( ) PARCIALMENTE

Por quê? \_\_\_\_\_

4) O que você acredita que tornaria essa aulas melhores?

\_\_\_\_\_

**ANEXO F – PRODUTO EDUCACIONAL**

**Uma proposta de sequência didática para o ensino de termometria e calorimetria na perspectiva da Alfabetização Científica**

**José Alberto Fazano**

**Produto educacional referente à dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da UFABC no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.**

**Orientador:**

**Prof. Dr. Lúcio Campos Costa**

**Santo André, Junho de 2016.**

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

Prezado professor, apresento a seguir a sequência didática proposta nesta dissertação. Ela foi concebida para uso em sistemas de ensino apostilados e foi programada para 5 aulas, cada uma com duração de 50 minutos. Seu principal objetivo é proporcionar ao aluno uma situação de aprendizagem que não esteja focada apenas na formalização matemática dos conceitos físicos, mas que permita também um entendimento de como estes conceitos estão muito próximos de seu cotidiano. Acredito que, desta forma, a aula tornar-se-á mais dinâmica e menos tediosa, tanto para o aluno como para você professor.

Contudo, cabe salientar que antes de se aplicar esta sequência, recomendamos que os pressupostos teóricos utilizados na elaboração da mesma, a saber, a perspectiva da Alfabetização Científica, sejam considerados. Desta forma, será possível ao professor implementá-la de maneira mais efetiva e, até mesmo, realizar eventuais adaptações e ajustes a fim de torná-la adequada às particularidades das diferentes situações de ensino que possa vir a encontrar.

De uma maneira geral, as atividades propostas podem ser rearranjadas da forma que melhor convier. Espero que elas contribuam positivamente em seu trabalho e, assim, me coloco à disposição para eventuais críticas e sugestões.

Bom trabalho!

José Alberto Fazano

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

<b>Aula 1 – TERMOMETRIA</b>	
<b>Conteúdo:</b>	Escalas termométricas.
<b>Objetivo:</b>	Compreender o conceito de temperatura e como ocorreu o seu desenvolvimento ao longo da história a partir de um texto historiográfico e um experimento demonstrativo.
<b>Metodologia:</b>	Leitura do texto historiográfico e atividade experimental demonstrativa.
<p><b>Estratégias didáticas:</b> A aula deverá ser dividida em 3 partes.</p> <p>➤ <b>Parte 1 – Atividade experimental demonstrativa (15 minutos):</b> O procedimento que deverá ser adotado neste experimento consiste em manter os cilindros dentro da caixa de isopor com gelo (seria interessante coloca-los no dia anterior a aula).</p> <p>Explique aos alunos o que há dentro da caixa de isopor, inclusive comentando que os cilindros são feitos de materiais diferentes. Ao retirar os cilindros da caixa pedir aos alunos que os toquem e digam se estão a temperaturas iguais ou diferentes.</p> <p>Após este procedimento pode-se efetuar a medição da temperatura dos cilindros inserido o termômetro dentro dos cilindros. Seria interessante pedir para os próprios alunos efetuarem as medições.</p> <p>➤ <b>Parte 2 – Texto Historiográfico (10 minutos):</b> Distribuir o texto para os alunos. A leitura poderá ser individual ou se o professor preferir pedir para um aluno ler para a sala.</p>	

## Aula 1 – TERMOMETRIA

### ➤ **Parte 3 – Discussão e explicações teóricas (25 minutos):**

O restante da aula deve ser utilizado para uma discussão com os alunos tanto sobre a experiência como sobre o texto. Deve ser apresentado para o aluno o conceito de temperatura. Utilizando a experiência deve-se também definir o conceito de equilíbrio térmico, chamando a atenção dos estudantes para a situação em que o termômetro indicou a temperatura dos cilindros.

O professor deverá iniciar o material apostilado de sua escola aproveitando esta discussão.

### **Recursos didáticos usados:**

Material didático adotado pela escola, kit instrucional, texto historiográfico (material impresso), lousa e giz.

### **Aspectos importantes a serem considerados:**

A temperatura, equilíbrio térmico e medição de temperatura.

### **Tempo:**

50 minutos.

<b>Aula 2 – TERMOMETRIA</b>	
<b>Conteúdo:</b>	Escalas termométricas.
<b>Objetivo:</b>	Explicar as equações termométricas e suas conversões.
<b>Metodologia:</b>	Aula expositiva.
<b>Estratégias didáticas:</b> Utilizando a apostila da escola o professor deverá iniciar definindo os pontos fixos e a partir deste ponto apresentar as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin e mostrando como deve ser efetuada a conversão entre elas. Seria interessante conceituar o zero absoluto para os alunos.	
<b>Recursos didáticos usados:</b> Material didático adotado pela escola, lousa e giz.	
<b>Aspectos importantes a serem considerados:</b> Pontos fixos fundamentais, as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin e suas conversões, zero absoluto.	
<b>Tempo:</b> 50 minutos.	

<b>Aula 3 – TERMOMETRIA</b>	
<b>Conteúdo:</b>	Escalas termométricas.
<b>Objetivo:</b>	Revisão das escalas de temperatura e suas transformações.
<b>Metodologia:</b>	Exibição via kit multimídia, data-show, computador ou lousa digital do vídeo educacional. Aula expositiva com o uso de material apostilado.
<p><b>Estratégias didáticas:</b>            Poderemos dividir a aula em 2 partes:</p> <p>➤ <b>Parte 1 – Revisão conceitual (15 minutos):</b>            Iniciaremos a aula com uma revisão conceitual sobre temperatura e suas escalas.            Para essa revisão deverá ser usado o vídeo “Os curiosos – Temperatura”. Este vídeo esta disponível para download no portal:</p> <p>Acessa Física (<a href="http://177.71.183.29/acessa_fisica/index.php/acessafisica">http://177.71.183.29/acessa_fisica/index.php/acessafisica</a>).</p> <p>Este vídeo tem uma curta duração (12 minutos) e sugerimos passa-lo até o 8º minuto aproximadamente. É até este ponto onde discutido o conceito de temperatura.</p> <p>Havendo tempo suficiente na aula pode-se novamente promover uma discussão com os alunos sobre os pontos fixos de uma escala e sua construção.</p>	

### Aula 3 – TERMOMETRIA

➤ **Parte 2 – Resolução de exercícios (35 minutos):**

O restante da aula será utilizado para a finalização dos exercícios sobre as escalas de temperatura.

**Recursos didáticos usados:**

Kit multimídia, data-show, computador ou lousa digital (qualquer recurso que permita a exibição do vídeo). Apostila da escola.

**Aspectos importantes a serem considerados:**

Pontos fixos fundamentais são estados térmicos diferentes e normalmente são denominados ponto do gelo e ponto de vapor, conversões entre as 3 escalas.

**Tempo:** 50 minutos.

<b>Aula 4 – CALORIMETRIA</b>	
<b>Conteúdo:</b>	Calor sensível (equação fundamental da calorimetria), calor sensível, capacidade térmica.
<b>Objetivo:</b>	Conceituar calor como forma de energia.
<b>Metodologia:</b>	Uso de textos retirados de portais da internet, vídeo educacional. Aula expositiva com o uso do material apostilado.
<p><b>Estratégias didáticas:</b>            Poderemos dividir a aula em 2 partes:</p> <p>➤ <b>Parte 1 – Discussão e explicações teóricas (15 minutos):</b>            Foram utilizados nesta aula dois textos retirados da internet, onde a palavra calor é utilizada de forma equivocada. Estes foram exibidos para os alunos na lousa digital, para desse modo, começar uma discussão conceitual sobre calor.</p> <p>Usaremos também a continuação do vídeo “Os curiosos – Temperatura”. O vídeo deverá ser passado a partir de onde havíamos parado na aula sobre termometria.</p> <p>➤ <b>Parte 2 – Resolução de exercícios (35 minutos):</b>            No restante da aula deve-se introduzir a equação fundamental da calorimetria e resolver alguns exercícios.</p>	
<p><b>Recursos didáticos usados:</b>            Kit multimídia, data-show, computador ou lousa digital (qualquer recurso que permita a exibição do vídeo).            Apostila da escola.</p>	
<p><b>Aspectos importantes a serem destacados:</b>            Capacidade térmica (C), calor específico (c), calor sensível e o seu cálculo.</p>	
<p><b>Tempo:</b> 50 minutos.</p>	

<b>Aula 5 – CALORIMETRIA</b>	
<b>Conteúdo:</b>	Equação fundamental da calorimetria.
<b>Objetivo:</b>	Revisão conceitual de calor e resolução de exercícios.
<b>Metodologia:</b>	Simulador. Aula expositiva usando material apostilado da escola.
<p><b>Estratégias didáticas:</b> Podemos dividir a aula em 2 partes:</p> <p>➤ <b>Parte 1 – Revisão conceitual (15 minutos):</b> Nesta aula, como forma de revisão, usamos uma simulação do Phet disponível em: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/new">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/new</a> Chamada “energy forms and changes (formas de energia e transformações de energia). Esta simulação possui uma versão em português. Sugerimos ao professor utilizar os três materiais disponíveis na simulação para demonstrar para aluno como o calor se propaga da menor para a maior temperatura. Será também um ótimo momento para diferenciar calor e temperatura para a classe.</p> <p>➤ <b>Parte 2 – Resolução de exercícios (35 minutos):</b> O restante da aula será utilizado para a finalização dos exercícios sobre calorimetria.</p>	
<p><b>Recursos didáticos usados:</b> Kit multimídia, data-show, computador ou lousa digital (qualquer recurso que permita a exibição do vídeo). Apostila da escola.</p>	
<b>Tempo:</b> 50 minutos.	

## TEXTOS UTILIZADOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

### TEXTO 1: Física térmica: um pouco de história.

A palavra *temperare*, de origem latina, significa misturar. Na antiguidade, ela era utilizada para se referir a fluídos (líquidos) que eram misturados. Hipócrates (460–370 a.C.), considerado o "pai da medicina", considerava a mistura de fluídos corporais como princípio para classificar os estados de saúde ou de enfermidade de uma pessoa.

Cláudio Galeno (133 – 200 d.C.), seguindo na tradição de Hipócrates, afirmava que no corpo humano havia uma *mescla* (mistura) de calor e frio. Quando uma pessoa estava saudável isto ocorria devido ao estado de igualdade destas duas propriedades, enquanto os estados de doença corresponderiam ao desequilíbrio entre ambas. Galeno propunha uma escala em graus numéricos para se medir os estados de calor e frio. Na sua escala eram misturadas quantidades iguais de gelo e água fervente até atingirem o equilíbrio térmico. Essa mistura era chamada de neutro. Adotavam-se, então, quatro graus abaixo do ponto neutro (frio) e quatro graus acima dela (quente). Quando seus trabalhos foram traduzidos, entre os séculos XI e XII, a palavra *mescla* foi descrita pelo seu termo equivalente que é temperatura.

Embora, na antiguidade, houvesse tentativas de representar numericamente as sensações de quente e frio, é na Idade Moderna (1453 – 1789) que, de fato, começam a ocorrer avanços significativos na física térmica e começam a surgir os primeiros instrumentos de medição da temperatura. O primeiro instrumento a ser construído foi o termoscópio de Galileu Galilei, em 1592, mostrado na figura abaixo.

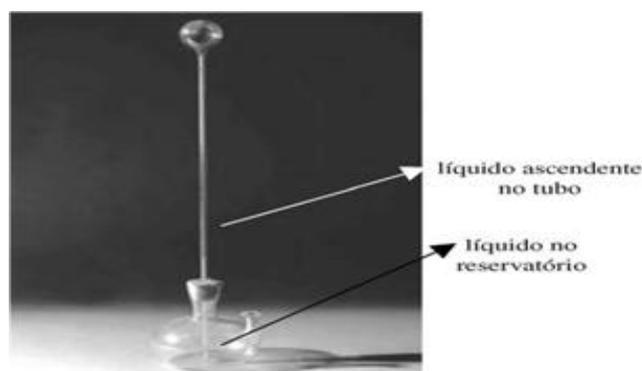


Imagem retirada do artigo: A termometria nos séculos XIX e XX(Pires, Afonso e Chaves)

Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 101 - 114, (2006).

Diversas escalas de temperatura foram desenvolvidas neste período, sendo uma das mais importantes, e utilizada até hoje, a de Gabriel Daniel Fahrenheit (1686–1736). De acordo com seu artigo publicado em 1724, ele construiu sua escala adotando três pontos de referência. O ponto zero era determinado pela colocação do termômetro em uma mistura de gelo, água, cloreto de amônia e sal. Ao se estabilizar esta mistura, atribuía-se a ela o 0°F. Ao se estabilizar seu ponto de fusão, identificava-se em sua escala a temperatura de 32°F, embora Fahrenheit não utilizasse esse ponto para definir sua escala. O terceiro ponto de referência da escala ocorria a 96°F, onde a mistura se estabilizava termicamente ao ser colocada em contato com a axila de uma pessoa saudável. Leia a seguir um trecho do artigo original de Fahrenheit publicado em 1724.

Artigo original escrito por Fahrenheit:

“No entanto, antes de proceder a uma revisão dessas experiências será necessário dizer algumas palavras sobre os termômetros que construí, e a divisão da escala que eles adotam e, além disso, o método de produzir o vácuo que tenho usado. Eu faço dois tipos particulares de termômetro, um deles preenchido com álcool e outro com mercúrio. O seu comprimento varia de acordo com o seu uso. No entanto, todos usam a mesma escala, e suas diferenças referem-se apenas aos seus *limites fixos*. A escala dos termômetros que são usados apenas para observações climáticas começa com zero e termina no grau 96. A divisão da escala depende de três *pontos de fixação*, que podem ser determinados da seguinte maneira. O primeiro encontra-se no início da escala, e é determinado por uma mistura de gelo, água, cloreto de amônia e sal do mar. Se o termômetro é colocado nesta mistura, o seu líquido desce até ao ponto em que é marcado com um zero. Esta experiência funciona melhor no inverno do que no verão. O segundo ponto é obtido se água e gelo são misturados sem os sais acima mencionados. Quando o termômetro é colocado nesta mistura, seu líquido atinge o 32º grau. Eu chamo isso de "*ponto de congelamento*". O terceiro ponto está situado no grau 96. O álcool se expande até este ponto quando é colocado na boca ou sob a axila de um homem vivo em boa saúde, pois adquiriu totalmente o *calor* do corpo”.

(Liquorum Nonnullorum Ebullientium Experimenta Circa Gradum Caloris D. G. Fahrenheit, Phil. Trans. 1724-1725 33, 1-3, published, 1 January 1724).  
([http://sizes.com/units/temperature\\_Fahrenheit.htm](http://sizes.com/units/temperature_Fahrenheit.htm))

## TEXTO 2:

# uol notícias Meio Ambiente

ÚLTIMAS ▾ SEU ESTADO ▾ CIÊNCIA COTIDIANO ECONOMIA ▾ INTER JORNAIS ▾ OPINIÃO ▾

O último fim de semana também foi de calor intenso. No sábado a máxima foi de 35,7°C e no dia seguinte fez um calor de 36,2°C, marcando três dias consecutivos de alta de temperatura. Segundo o Somar Meteorologia, a temperatura desta segunda-feira foi a quarta mais alta registrada em um mês de janeiro.

## TEXTO 3:

**Regional** | Diário do Nordeste  
 regional@diariodonordeste.com.br



notícias jogada entretenimento blogs tv dn serviços classificados [f](#) [t](#) [g+](#) [i](#) [r](#)

última hora

3Fev INTERNACIONAL

21h00 Esboço de mandado de prisão contra Cristina Kirchner é encontrado em casa de promotor morto

TEMPERATURA NO CEARÁ

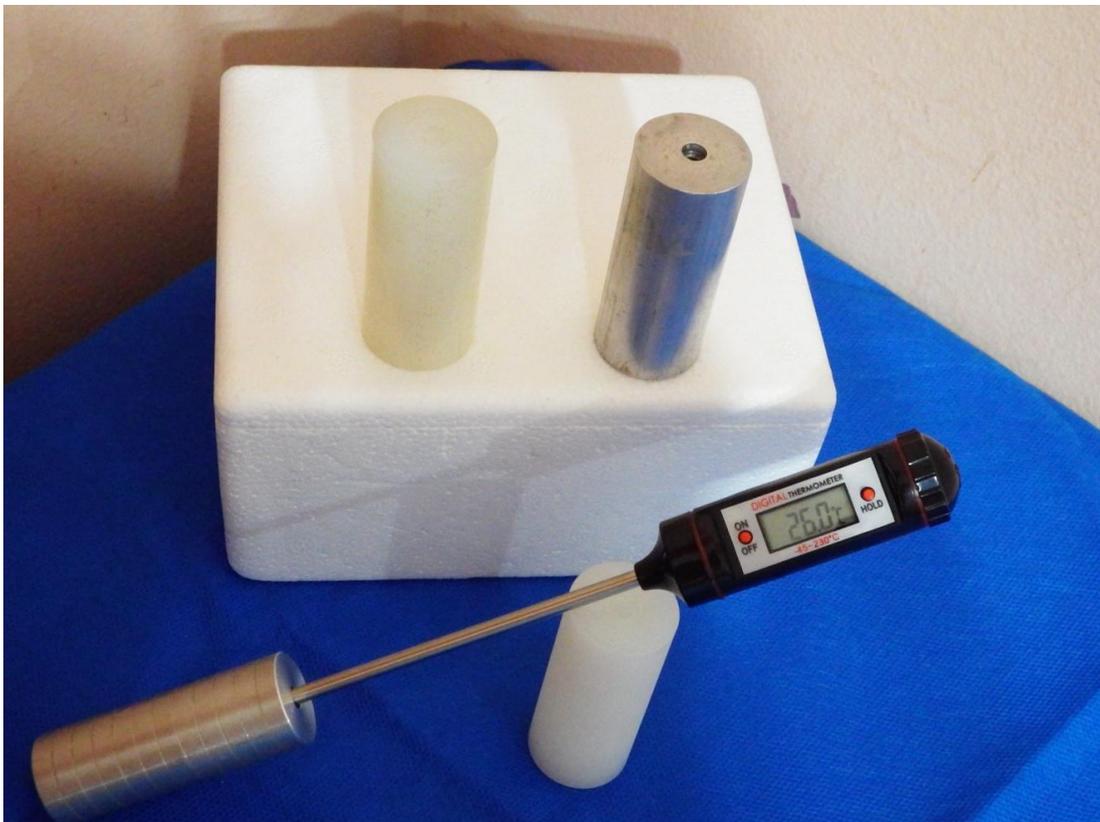
## Onda de calor chega a 40°C no Interior

25.09.2014

## KIT INSTRUCIONAL

O kit instrucional foi montado a partir de materiais de fácil acesso e manuseio e é composto por:

- i) Uma caixa de isopor.
- ii) Um termômetro tipo “espeto” digital que mede temperaturas de  $-45^{\circ}\text{C}$  até  $230^{\circ}\text{C}$ .
- iii) 2 cilindros de alumínio e 2 de nylon com 6 cm de comprimento; 2,5 cm de diâmetro com um furo de 5 mm de diâmetro e 4,5 cm de profundidade.



**Kit completo**

Trata-se de um kit relativamente simples de ser montado. A caixa de isopor é um item facilmente encontrado em supermercados, por exemplo. O termômetro tipo espeto pode ser encontrado em lojas que vendam utensílios para confeitaria. Lembremos que é importante que ele seja do tipo espeto

para ser colocado dentro dos cilindros. Também é importante destacar que ele deve medir uma boa variação de temperatura.

Os cilindros de nylon podem ser comprados pela internet em lojas especializadas em plásticos.

Sugerimos para os cilindros de nylon a compra via internet em uma loja chamada DWGA soluções em plástico. Na época da montagem deste kit uma peça de 6 mm por 1000 mm custava algo em torno de R\$ 2,00.

Os cilindros de metal podem ser adquiridos em serralherias gratuitamente. Consegue-se encontrar sobras de material que não serão mais utilizados pelos serralheiros.

Os cilindros devem ser cortados com um comprimento que caiba dentro da caixa de isopor e devem também ser furados em seu centro. Sugerimos que este furo central atinja no máximo metade do comprimento dos cilindros.

## SISTEMA DE AVALIAÇÃO UTILIZADO

O sistema de avaliação utilizado seguiu o formato tradicional praticado na escola e consistiu em provas de resolução de problemas. Abaixo apresentamos as duas provas que compreenderam os conteúdos trabalhados na sequência didática e suas variações.

### 1º PROVA – TERMOMETRIA – 5 TIPOS DE PROVA

#### Tipo 1

1) Um estudante brasileiro ao chegar ao Estados Unidos é informado que a temperatura local é de 95 graus, naturalmente 95°F. Transforme esse valor para a escala usada no Brasil (°C).

2) Uma escala arbitrária W atribui  $-20^{\circ} W$  para a temperatura de fusão do gelo ( $0^{\circ}C$ ) e  $180^{\circ}W$  para a temperatura de ebulição da água ( $100^{\circ}C$ ). Qual a indicação de temperatura na escala W quando a escala Celsius indicar  $30^{\circ}C$ ?

#### Tipo 2

1) Uma escala arbitrária X adota o valor  $0^{\circ}X$  para o ponto de fusão do gelo ( $32^{\circ}F$ ) e  $360^{\circ}X$  para o ponto de ebulição da água ( $212^{\circ}F$ ). Quando a escala Fahrenheit indicar  $52^{\circ}F$ , qual a indicação dessa temperatura na escala X ?

2) O gelo seco quando submetido à pressão atmosférica normal, sublima a ( $-78^{\circ}C$ ) . Na escala Kelvin, esta temperatura equivale a que valor?

#### Tipo 3

1) Uma escala arbitrária X foi construída de modo que o ponto de fusão do gelo corresponde a  $30^{\circ}X$  ( $32^{\circ}F$ ) e o ponto da ebulição da água corresponde a  $330^{\circ}X$  ( $212^{\circ}F$ ). Quando o termômetro Fahrenheit indicar  $122^{\circ}F$ , qual temperatura indicará a escala X?

2) Um cientista americano encontra para a temperatura de uma amostra o valor de 323 K e quando chega aos Estados Unidos converte esse valor para Fahrenheit. Calcule esse valor.

#### Tipo 4

1) A temperatura de um corpo na escala Fahrenheit é de  $113^{\circ}F$ , qual é esse valor na escala Celsius ?

2) Uma escala arbitrária M indica o valor de  $10^{\circ}\text{M}$  para o ponto do gelo em fusão ( $0^{\circ}\text{C}$ ) e  $210^{\circ}\text{M}$  para a ebulição da água ( $100^{\circ}\text{C}$ ). Quando o termômetro M indicar  $20^{\circ}\text{M}$ , qual a indicação para essa temperatura na escala Celsius?

### Tipo 5

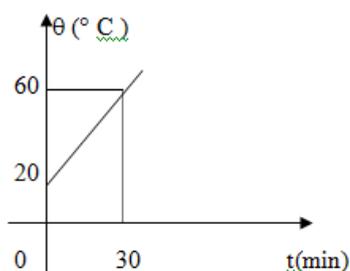
1) Uma escala arbitrária Z foi construída de modo que o ponto de fusão do gelo corresponde a  $50^{\circ}\text{Z}$  ( $273\text{ K}$ ) e o ponto da ebulição da água corresponde a  $250^{\circ}\text{Z}$  ( $373\text{K}$ ). Quando o termômetro Kelvin marcar  $303\text{ K}$ , qual temperatura indicará a escala Z?

2) A fim de diminuir o risco de explosão durante um incêndio, os botijões de gás possuem um pequeno pino conhecido como plugue fusível. Uma vez que a temperatura do botijão chegue a  $167^{\circ}\text{F}$ , a liga metálica desse dispositivo se funde, permitindo que o gás escape. Em termos de nossa escala habitual, o derretimento do plugue ocorre aproximadamente em que temperatura?

## 2º PROVA – CALORIMETRIA – 4 TIPOS DE PROVA

### Tipo 1

1) Um corpo de  $400\text{ g}$  de massa é aquecido por uma fonte de potência constante igual a  $400\text{ cal/min}$ . O gráfico mostra como varia, no tempo, a temperatura do corpo. Calcule o calor específico sensível da substância que constitui o corpo.

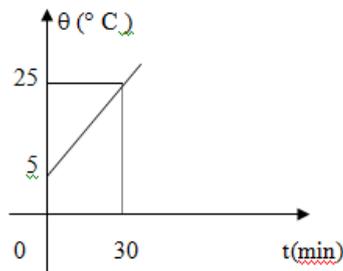


2) Misturam-se  $100\text{ g}$  de água a  $0^{\circ}\text{C}$  com  $500\text{ g}$  de determinado líquido a  $20^{\circ}\text{C}$ , obtendo-se o equilíbrio térmico a  $10^{\circ}\text{C}$ . Calcular o calor específico sensível do líquido, em  $\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ .

### Tipo 2

1) Um frasco contém  $20\text{g}$  de água a  $0^{\circ}\text{C}$ . Em seu interior é colocado um objeto de alumínio de  $50\text{ g}$  a  $80^{\circ}\text{C}$ . Supondo não haver trocas de calor com o frasco e com o meio ambiente, calcule a temperatura de equilíbrio térmico dessa mistura. Dado: calor específico do alumínio  $0,10\text{ cal/g}^{\circ}$ .

2) Um corpo de 150 g de massa é aquecido por uma fonte de potência constante igual a 50 cal/min. O gráfico mostra como varia, no tempo, a temperatura do corpo. Calcule o calor específico sensível da substância que constitui o corpo.



### Tipo 3

1) Fornecendo-se 500 calorias a 200 g de uma substância, sua temperatura passou de  $40^{\circ}\text{C}$  para  $50^{\circ}\text{C}$ . Determine:

a) o calor específico da substância, em cal/g. $^{\circ}\text{C}$ .

b) a capacidade térmica em cal/ $^{\circ}\text{C}$ .

2) Para se determinar o calor específico do ferro, um aluno misturou em um calorímetro ideal 200g de água a  $20^{\circ}\text{C}$  com 50g de ferro a  $102^{\circ}\text{C}$  e obteve a temperatura final da mistura  $\theta = 22^{\circ}\text{C}$ . Qual é o calor específico do ferro?

### Tipo 4

1) Um calorímetro contém 200g de água à temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ . São adicionados ao calorímetro, 100g de água à temperatura inicial de  $80^{\circ}\text{C}$ . Desprezando-se as perdas, determine a temperatura final de equilíbrio térmico da mistura.

2) Um corpo de massa 200 g recebe 400 calorias e sua temperatura sobe de  $50^{\circ}\text{C}$  para  $60^{\circ}\text{C}$ . Determine:

a) a capacidade térmica do corpo (em cal/ $^{\circ}\text{C}$ ).

b) o calor específico da substância que o constitui (em cal/g. $^{\circ}\text{C}$ )

## REFERÊNCIAS

BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. **Tópicos de Física**, v. 2; 18a edição. São Paulo: Saraiva 2007.

BASSALO, J. M. F.; **A crônica do calor: Termometria**; Revista brasileira do Ensino de Física, vol. 13, 1991, p.135-161.

BASSALO, J. M. F.; **A Crônica do Calor: Calorimetria**. Revista brasileira do Ensino de Física V.14. Número 1.1992.

FIGUEIREDO, E.; BÔAS,N.V.; FOGO,R.; CALÇADA,C.S; **Coleção Objetivo, Ciências da natureza e suas tecnologias**, Física, vol.1, p.119-139.

MEDEIROS, A; **O desenvolvimento histórico da escala Fahrenheit e o imaginário de professores e de estudantes de física**; Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 2, ago. 2007, p. 155-173.

PIETROCOLA, M.; UETA, N.; da SILVA, J. F.; ALVES L. A.; HENRIQUES, V. B.; **Apostila do Programa Pró-Universitário**, Módulo II, Transformações de energia, São Paulo, USP, 2004.

PIRES, D. P. L.; J. C. AFONSO, J. C.; Chaves, F. A. B. **A termometria nos séculos XIX e XX**, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 101 - 114, (2006).

QUADROS, SÉRGIO. **A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas**. São Paulo. Editora Scipione. 1996. 84 p.