



Licenciatura em Física  
Instituto de Física  
UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

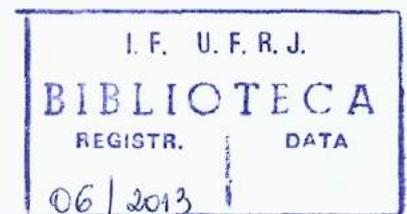
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
LICENCIATURA EM FÍSICA

PLANO DE AULA DE INTRODUÇÃO A FÍSICA TÉRMICA

André Porfírio Lima Vieira

Orientador: João José Fernandes de Sousa

RIO DE JANEIRO  
JUNHO/2013



**ANDRÉ PORFÍRIO LIMA VIEIRA**

**PLANO DE AULA DE INTRODUÇÃO A FÍSICA TÉRMICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

**Orientador: João José Fernandes de Sousa**

**Banca: Deise Miranda Vianna**

**Francisco Artur Braun Chaves**

**Ligia de Farias Moreira**

**RIO DE JANEIRO**

**JUNHO/2013**

**Dedico à minha família, namorada e  
amigos, pelo apoio.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar por tudo o que fez por mim e me ajudou a chegar até aqui, a minha família, a minha namorada e a meus amigos pelo apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João José Fernandes de Souza pelo apoio, motivação, dedicação e contribuição, para a concretização deste trabalho.

A banca examinadora, composta de excelentes professores.

A todos os professores que proporcionaram todo conhecimento e aprendizado necessário para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

A todos os alunos e companheiros de classe pelas trocas de experiências e convivência saudável durante todo o curso.

**“Educação é o que sobra, depois que se esquece tudo que se aprendeu na escola.”**

*Albert Einstein*

## RESUMO

Apresenta-se uma proposta de aula baseada em processos de ensino-aprendizagem, conceitos físicos, observando-se a LDB, PCN e o PCN+. O tema de um conjunto de 3 aulas é a introdução à física térmica. Utiliza-se um questionário diagnóstico extraído de Yeo e Zadnik (2001). Os conteúdos foram organizados a partir das teorias psicodidáticas de Vygotsky e Ausubel. No desenvolvimento do trabalho são apresentados os conceitos de termometria e planos de aula. Acredita-se que neste trabalho a forma como se trata os conceitos irá facilitar a aprendizagem dos alunos do Ensino Médio em Física Térmica.

Palavras-chave: Termometria, Física Térmica, Ensino Médio

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 <i>MOTIVAÇÃO</i>	1
1.2 <i>PROBLEMA</i>	2
1.3 <i>ESTRUTURA DO TRABALHO</i>	3
<b>2. JUSTIFICATIVA METODOLÓGICA.....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>ABORDAGEM DA TEORIA DE VYGOTSKY</i>	4
2.2 <i>ABORDAGEM DA TEORIA DE AUSUBEL</i>	7
2.3 <i>O PROBLEMA DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE FÍSICA TÉRMICA</i>	12
2.4 <i>AS ORIENTAÇÕES EDUCACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO</i>	21
<b>3. FÍSICA ASSOCIADA AO PLANO DE AULA.....</b>	<b>27</b>
3.1 <i>EQUILÍBRIO TÉRMICO</i>	27
3.2 <i>LEI ZERO DA TERMODINÂMICA</i>	27
3.3 <i>PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA</i>	28
3.4 <i>TEMPERATURA</i>	28
3.5 <i>TEORIA CINÉTICA DOS GASES</i>	29
3.6 <i>CALOR</i>	30
3.7 <i>PROPRIEDADES TÉRMICAS DA MATÉRIA</i>	31
3.8 <i>TERMOMETRIA</i>	35
3.9 <i>ZERO ABSOLUTO</i>	46
<b>4. PLANOS DE AULA.....</b>	<b>48</b>
4.1 <i>PRESSUPOSTOS CONCEITUAIS NECESSÁRIOS</i>	48
4.2 <i>OBJETIVOS</i>	48
4.3 <i>CONTEÚDOS</i>	48
4.4 <i>ANTES DA AULA</i>	49
4.5 <i>NA SALA DE AULA</i>	51
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho trata de uma proposta de aula de Termometria; que é o assunto inicial de Física Térmica; que é parte do conteúdo ensinado na segunda série do Ensino Médio. Aliado aos conteúdos de Física também foram utilizados, na proposta de aula, os conhecimentos de Psicologia Educacional, da LDB, do PCN e do PCN +.

Ensinar Física é uma prática que deve estar baseada no conhecimento da Física e no processo de ensino-aprendizagem. Muitas questões sobre como se deve ensinar e como se aprende Física são um grande desafio para o formando em Licenciatura e a discussão por professores e pesquisadores na área da educação deve ser buscada nos periódicos e eventos científicos.

### **1.1 MOTIVAÇÃO**

A escolha do tema foi feita através da leitura do trabalho científico de Yeo e Zadnik (2001). Os conceitos ensinados no ensino médio desta parte da física são importantes para explicar os mais diversos fenômenos ocorridos no dia-a-dia. Os alunos têm dificuldades para discernir temperatura de calor, e trazem consigo conhecimentos ingênuos sobre o assunto. É importante que na Introdução à Física Térmica os alunos desenvolvam visão geral, para que se estruture uma base física para o ensino dos diversos temas associados.

As dificuldades do professor nesta área da Física são muitas: como apresentar um ensino de qualidade, motivar os alunos e apresentar conceitos com clareza.

A sugestão de aulas é englobar muitas atividades. A proposta feita neste trabalho se ateu a conhecimentos do processo de ensino-aprendizagem, aos Parâmetros Curriculares Nacionais e aos conhecimentos físicos. Estes conhecimentos foram expressos num plano de aula para o ensino médio.

## 1.2 PROBLEMA

Como desenvolver um plano de aula para Introdução a Física Térmica? Esta pergunta se responde com ajuda das teorias de ensino-aprendizagem e dos parâmetros curriculares da física do ensino médio.

O desenvolvimento do trabalho foi voltado para trabalhar os conceitos físicos, sem deixar de lado a matemática envolvida.

Outro grande problema é o esclarecimento dos conceitos científicos de física térmica, que são utilizados de forma ingênua e que conflitam com o conhecimento científico.

A pesquisa feita por Yeo e Zadnik demonstra que o problema da aprendizagem de conceitos físicos é uma problemática também em outros países, como é o caso da Austrália, onde foi realizada a pesquisa feita por eles.

Através da análise do trabalho feito por Yeo e Zadnik, possibilitou-se a reflexão acerca das concepções ingênuas que os alunos carregam, mesmo depois de concluírem o ensino médio.

Busca-se consolidar os conceitos com exemplos de instrumentos de medida, tabelas com valores típicos de temperatura e experiência-desafio.

No aspecto da formação do cidadão, a Física deve ser tratada de maneira a colaborar com a construção de instrumentos para compreender, intervir e participar na sociedade.

*“Sendo o Ensino Médio um momento particular do desenvolvimento cognitivo dos jovens, o aprendizado de Física tem características específicas que podem favorecer uma construção rica em abstrações e generalizações, tanto de sentido prático como conceitual.” (BRASIL, 2000)*

### **1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O trabalho está constituído de um capítulo de introdução, onde são apresentadas as motivações e problemas no ensino de física, um capítulo de justificativa teórica que apresenta os referenciais teóricos e outras bibliografias que argumentam a favor da proposta feita, um capítulo de física associada que desenvolve o conteúdo a ser aplicado em sala de aula, um capítulo de plano de aula que mostra como foi feita a organização dele e um capítulo de considerações finais que conclui o trabalho.

Às vezes, quando se explica algo para uma pessoa ela pode não compreender totalmente por falta de conceitos adequados. Isso ocorre porque os conceitos que são ligados às palavras ditas, não estão maduros para a compreensão do que se queria explicar.

É colocado por Vygotsky que:

*“A experiência prática mostra também que é impossível e estéril ensinar os conceitos de uma forma direta. Um professor que tenta conseguir isto habitualmente não consegue da criança mais do que um verbalismo vazio, um psitacismo que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade só encobre um vácuo.” (VYGOTSKY, 1987)*

Para o professor em sala de aula é importante saber o que acontece no cérebro do aluno relativo aos conceitos científicos que lhe ensinam na escola? É importante saber qual é a relação entre a assimilação da informação e o desenvolvimento interno de um conceito científico na consciência dos alunos? Sim, é muito importante, pois a palavra que é uma generalização mais primitiva de um conceito vai evoluindo e as generalizações vão ficando cada vez mais em um nível elevado, fazendo com que o conceito seja mais claro e verdadeiro para o aluno. Por isso que o professor também deve tomar cuidado na hora de explicar algum conceito, para que o aluno não forme conhecimentos errados.

Segundo os resultados de Vygotsky, a formação dos conceitos se dá através da evolução do significado das palavras e da evolução do nível do intelecto.

*“Como sabemos, a partir de investigações do processo de formação dos conceitos, um conceito é algo mais do que a soma de certas ligações associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um complexo e genuíno ato de pensamento, que não pode ser ensinado pelo constante repisar, antes pelo contrário, que só pode ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança tiver atingido o nível necessário. Em qualquer idade, um conceito encarnado numa palavra representa um ato de generalização. [...] O desenvolvimento dos conceitos, dos significados das palavras,*

*pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar. Estes processos psicológicos complexos não podem ser dominados apenas através da aprendizagem inicial.” (VYGOTSKY, 1987)*

A criança não tem consciência dos seus conceitos espontâneos, a habilidade para defini-los através de palavras, para utilizá-los de acordo com sua vontade, surge posteriormente à aquisição dos conceitos. Ela conhece o objeto o qual se refere o conceito, mas não possui o controle do pensamento. No desenvolvimento do conceito científico, a criança começa geralmente pela definição oral que é inicialmente utilizada em operações não espontâneas.

O desenvolvimento dos conceitos espontâneos da criança segue em uma trajetória ascendente (do nível mais concreto para o mais abstrato) enquanto que o desenvolvimento dos conceitos científicos da criança segue em uma trajetória descendente (do nível mais abstrato para o mais concreto). Esse fato pode ser explicado pela diversidade de formas para o surgimento dos dois conceitos.

No estudo da raiz de um conceito espontâneo usualmente percebe-se que este nasce em uma situação de confronto com uma situação concreta, enquanto que no estudo da raiz de um conceito científico usualmente percebe-se que este nasce em uma mediação relativa ao seu objeto.

Os significados passam por um processo de transformação que aparece de forma clara no início da aquisição da linguagem, quando o vocabulário da criança e o seu conhecimento sobre o mundo concreto em que vive se enriquecem de forma rápida a partir da sua experiência pessoal. E continuam a ser transformados durante todo o desenvolvimento da pessoa, ganhando contornos especiais quando começa o processo de aprendizagem escolar. A partir deste ponto inicia-se a intervenção mediadora do educador na formação da estrutura conceitual das crianças e adolescentes. Então as transformações do significado deixam de ocorrer somente através da experiência vivida, para também

ocorrer através de definições, referências e ordenações de diferentes sistemas conceituais, mediados pelo conhecimento já consolidado na cultura. (OLIVEIRA, 1993)

## 2.2 A ABORDAGEM DA TEORIA DE AUSUBEL

David Paul Ausubel nasceu a 25 de outubro de 1918 nos Estados Unidos da América. Filho de imigrantes da Europa Central (a sua família era judia e pobre) indignou-se com a educação que recebeu e ficou inconformado com as humilhações e castigos que sofreu na escola. Assim que teve sua formação acadêmica concluída foi para o Canadá e dedicou-se aos estudos na área de educação pesquisando o processo de aprendizagem. Morre a 9 de julho de 2008, aos 89 anos de idade.

No trabalho feito por Ausubel, Novak e Hanesian fala-se do papel da psicologia educacional na vida de um professor, o tratamento da aquisição dos conceitos e a estruturação cognitiva, que são os itens utilizados para este trabalho.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian, na psicologia educacional os métodos e teorias de ensino são estudados e trabalhados. Também fornece a capacidade de ter o embasamento teórico na hora de fazer as escolhas dos métodos e instrumentos de ensino.

*“O papel da psicologia educacional na formação do professor baseia-se na premissa de que há princípios gerais de aprendizagem significativa realizada em classe, que podem ser derivados de uma teoria sobre tal aprendizagem. Estes princípios tanto podem ser validados empiricamente como comunicados efetivamente aos futuros professores. Fornecem um fundamento lógico aos professores para que eles próprios descubram métodos de ensino mais eficazes ou para que se tornem aptos a realizar escolhas mais inteligentes entre os novos métodos que constantemente lhes são impostos. Teorias e métodos de ensino considerados válidos devem relacionar-se à natureza do processo de aprendizagem em sala de aula e também aos fatores*

*“Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo no qual uma nova informação é relacionada a um aspecto relevante, já existente, da estrutura de conhecimento de um indivíduo.” (NOVAK, 1981)*

Do ponto de vista de Ausubel, o desenvolvimento de conceitos ocorre de melhor modo quando os elementos mais gerais, mais inclusivos, de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, então, o conceito é progressivamente diferenciado em termos de detalhe e especificidade.

O mapa conceitual tem a função de estabelecer uma hierarquia entre conceitos. Nesta hierarquia os conceitos mais gerais, mais inclusivos, mais abstratos, superordenados: ficam em cima; conceitos mais específicos, mais práticos, mais concretos, subordinados: ficam em baixo.

Ausubel recomenda que se proceda dos conceitos mais gerais e inclusivos para os subordinados específicos no processo de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva.

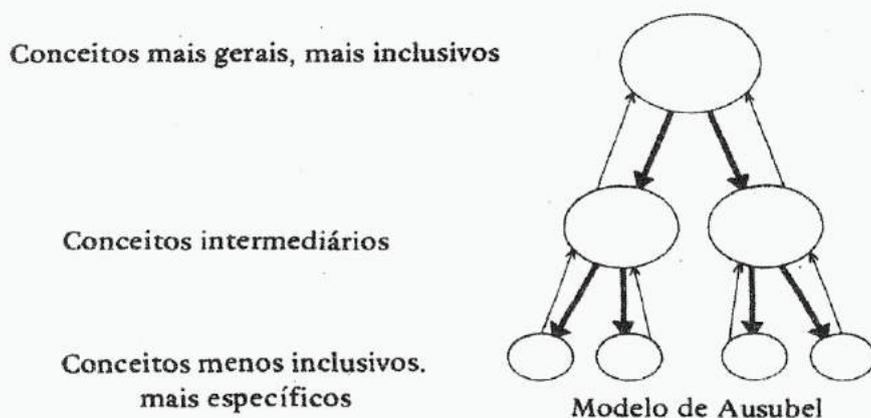


Figura 2. Modelo de Ausubel do desenvolvimento conceitual progressivo. (NOVAK, 1981)

Para que a utilização de um mapa conceitual seja bem aproveitada, deve-se organizar a instrução de modo a fazer um “vaivém” nas hierarquias conceituais, à medida que novas informações são apresentadas. Pode-se iniciar com os conceitos mais inclusivos relacionando-os com os conceitos mais específicos e então voltar a novos significados aos conceitos superordenados.

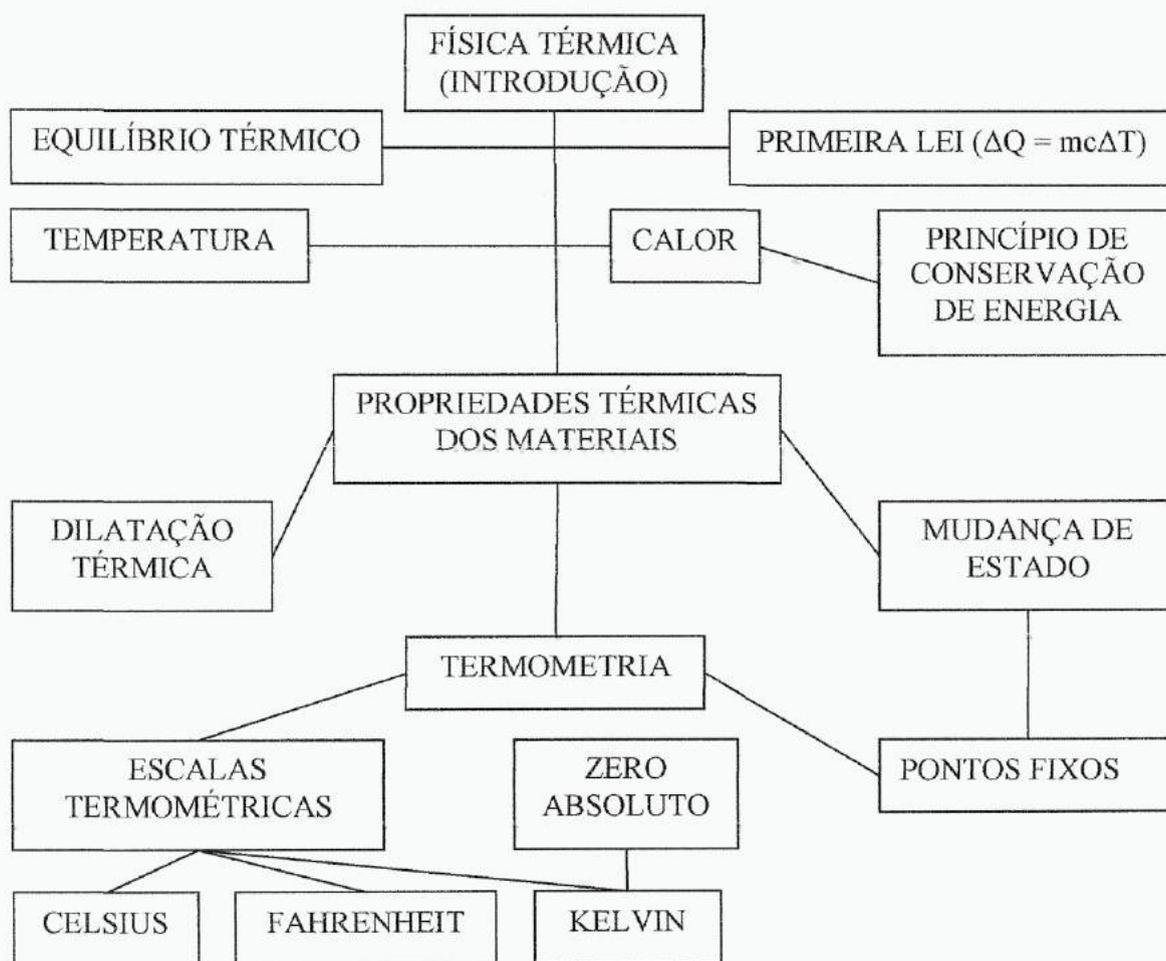


Figura 3. Mapa Conceitual do plano de aula de Introdução a Física Térmica (o mapa conceitual acima foi construído pelo autor deste trabalho).

### 2.3 O PROBLEMA DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE FÍSICA TÉRMICA

Dentre os muitos desafios dos professores em sala de aula, a concepção ingênua sobre o mundo físico é dos mais problemáticos, pois os alunos trazem consigo as concepções de uso popular ou carregam crenças sobre fenômenos físicos, os quais acarretam em má

compreensão dos conceitos e geram confusão entre o que se sabe e o que se deve aprender. Sobre essa dificuldade, Yeo e Zadnik (2001) afirmam que:

*“Muitos estudos têm exposto e explorado a existência e resistência de várias concepções ingênuas sobre o mundo físico. Apesar da diversidade de pontos de vista dos alunos, diferentes pesquisadores têm repetidamente relatado resultados semelhantes em todas as idades e grupos culturais. É geralmente aceito que o ensino tradicional, que não leva em consideração as crenças existentes dos alunos, é muito ineficiente em alterar as suas ingênuas ideias científicas. Muitos estudantes deixam a escola, e muitas vezes a universidade, com o entendimento da física intuitiva intacto ou existindo juntamente com pontos de vista científicos mais aceitos. Uma ação estratégica eficaz do professor é, portanto, descobrir as crenças relevantes para seus/suas alunos(as) antes de planejar um segmento de ensino/aprendizagem de física.”*

Baser (2006) complementa:

*“Os estudantes constroem seus próprios conceitos ingênuos como resultado de sua observação e investigação do mundo físico. Quando eles enfrentam um problema no dia-a-dia, eles tentam resolvê-lo por suas concepções ingênuas. As pesquisas de educação nos últimos 30 anos, mostraram que essas concepções ingênuas, neste trabalho chamado concepções alternativas, são comuns a muitos alunos, independentemente da sua idade e cultura.[...] Desde que as concepções alternativas não são normalmente consistentes ou parcialmente consistentes com o conhecimento científico aceito atualmente, elas podem distorcer a nova aprendizagem. É relatado pela pesquisa de física na educação que o ensino tradicional é na maior parte ineficaz em mudar estas concepções alternativas, pois elas são resistentes a mudanças e persistentes.*

*Desde que muitos conceitos da física são abstratos e não podem ser diretamente observáveis, é natural que os alunos cheguem à aula de física com muitas concepções alternativas.”*

Portanto, é importante descobrir qual é a concepção que o aluno traz consigo, para definir quais medidas devem ser tomadas. Deve se quebrar o paradigma do ensino tradicional, sendo que essa é uma tarefa desafiadora ao professor. O professor deve buscar novos recursos que facilitem a aprendizagem do aluno. O ponto importante é o planejamento das aulas visando utilizar uma variedade de estratégias de ensino.

De acordo com Yeo e Zadnik (2001),

*“A pesquisa de mudança conceitual conduziu ao desenvolvimento de uma variedade de métodos e estratégias de ensino que incentivam os alunos a refletir ativamente e avaliar seus conhecimentos existentes. Tais estratégias envolvem promover um ambiente de aprendizagem que é favorável à aprendizagem de mudança conceitual. Na física, existem vários métodos de ensino de envolvimento interativo bem divulgados, que estimulam os alunos a fazer as suas interpretações explicitadas através da discussão e outras formas de interação social, muitas vezes facilitada por ambientes computacionais. Os alunos são auxiliados na comparação de suas interpretações com aquelas dos colegas e contra as ideias aceitas da comunidade científica.”*

Dentre as estratégias utilizadas no plano de aula foi construído um questionário para analisar concepções alternativas, baseado em Yeo e Zadnik (2001) e um quadro de ligações entre possíveis concepções alternativas e respostas das questões.

## Questionário sobre a compreensão da grandeza temperatura

Para cada questão há apenas uma resposta

1. Qual é a temperatura mais provável de cubos de gelo armazenados em um freezer?
  - a.  $-10^{\circ}\text{C}$
  - b.  $0^{\circ}\text{C}$
  - c.  $5^{\circ}\text{C}$
  - d. Depende do tamanho dos cubos de gelo.
  
2. João tira seis cubos de gelo do freezer e coloca quatro deles em um copo de água. Ele deixa dois sobre a bancada. Ele mexe a mistura até que os cubos de gelo ficam muito menores que no início e param de fundir. Qual é a temperatura mais provável da água neste estado?
  - a.  $-10^{\circ}\text{C}$
  - b.  $0^{\circ}\text{C}$
  - c.  $5^{\circ}\text{C}$
  - d.  $10^{\circ}\text{C}$
  
3. Os cubos de gelo que João deixou sobre a bancada quase derreteram e estão situados em uma poça d'água. Qual é a temperatura mais provável destes pequenos cubos de gelos?
  - a.  $-10^{\circ}\text{C}$
  - b.  $0^{\circ}\text{C}$
  - c.  $5^{\circ}\text{C}$
  - d.  $10^{\circ}\text{C}$

4. Ao mesmo nível do mar, uma chaleira cheia de água está sobre o fogão. A água começou a ferver rapidamente. A temperatura mais provável da água é de cerca de:
- 88°C
  - 98°C
  - 110°C
  - Nenhuma das respostas acima pode estar certa.
5. Cinco minutos mais tarde a água na chaleira ainda está fervendo. A temperatura mais provável da água agora é de cerca de:
- 88°C
  - 98°C
  - 110°C
  - 120°C
6. Em sua opinião, qual é a temperatura do vapor acima da água fervendo na chaleira?
- 88°C
  - 98°C
  - 110°C
  - 120°C
7. Miguel pega dois copos de água a 40°C e mistura-os com um copo de água a 10°C, todos de mesmo volume. Qual é a temperatura mais provável da mistura?
- 20°C
  - 25°C
  - 30°C
  - 50°C

8. Renato pega uma latinha de refrigerante e uma garrafa PET do mesmo refrigerante na geladeira, onde ambos estiveram durante a noite. Ele rapidamente coloca um termômetro no refrigerante dentro da lata. A temperatura é de  $7^{\circ}\text{C}$ . Quais são as temperaturas mais prováveis da garrafa de plástico e do refrigerante que ela contém?

- a. Eles estão ambos a menos de  $7^{\circ}\text{C}$ .
- b. Eles estão ambos iguais a  $7^{\circ}\text{C}$ .
- c. Eles estão ambos maiores que  $7^{\circ}\text{C}$ .
- d. O refrigerante está a  $7^{\circ}\text{C}$ , mas a garrafa está a mais de  $7^{\circ}\text{C}$ .
- e. Depende da quantidade de refrigerante e/ou o tamanho da garrafa.

9. Poucos minutos depois, Mateus pega a lata com refrigerante e depois diz a todos que a bancada debaixo dela parece mais fria do que o resto da bancada.

- a. Jonas diz: “O frio foi transferido do refrigerante para a bancada.”
- b. Roberto diz: “Não há energia deixada na bancada sob a lata.”
- c. Suelen diz: “Algum calor foi transferido da bancada para o refrigerante.”
- d. Elias diz: “A lata faz com que o calor debaixo dela se afaste através da bancada.”

De quem é a melhor explicação?

10. Amanda está fervendo água em uma panela no fogão. O que você acha que está nas bolhas que se formam na água fervente? Na maior parte.

- a. Ar
- b. Oxigênio e gás hidrogênio
- c. Vapor d'água
- d. Não há nada nas bolhas

11. Bruna tira alguns picolés do freezer, onde ela os havia colocado no dia anterior, e diz a todos que os palitos de madeira estão com uma temperatura mais alta do que a parte congelada.

a. Débora diz: “Você está certa porque os palitos de madeira não ficam tão frios como a parte congelada fica.”

b. Iago diz: “Você está certa porque a parte congelada contém mais frio do que a madeira.”

c. Rosana diz: “Você está errada, eles somente parecem diferentes porque os palitos contém mais calor.”

d. Ana diz: “Eu acho que eles estão na mesma temperatura porque eles estão juntos.”

Com quem você mais concorda?

12. Vanda está descrevendo uma demonstração que viu na TV na noite anterior. “Eu vi físicos fazerem ímãs supercondutores que estavam a uma temperatura de  $260^{\circ}\text{C}$  abaixo de zero.”

a. Joel dúvida disto: “Você deve ter cometido um erro. Você não pode ter uma temperatura tão baixa como àquela.”

b. Kátia não concorda: “Sim você pode. Não há limite na temperatura mais baixa.”

c. Leonardo acredita que ela está certa: “Eu acho que o ímã ficou próximo da menor temperatura possível.”

d. Vanda não está certa: “Eu acho que supercondutores são bons condutores de calor então você não pode resfriá-los a uma temperatura tão baixa.”

Quem você acha que está certo?

Tabela 1. Ligações entre possíveis concepções alternativas e o questionário. (YEO E ZADNIK, 2001)

<i>Concepções Alternativas</i>	<i>Número das questões</i>
<b>A. Concepções de calor dos estudantes</b>	
• Calor é uma substância.	9
• Calor e frio são diferentes, ao invés de extremos opostos de uma continuidade.	9, 11
• Calor é proporcional à temperatura.	7
• Calor não é um conceito mensurável e quantificável.	7
<b>B. Concepções de temperatura dos estudantes</b>	
• Percepções de quente e frio estão relacionadas à transferência de energia.	9
• Quando a temperatura de ebulição permanece constante, algo está "errado".	5
• Um corpo frio não contém calor.	7, 9
• A temperatura de um objeto depende de seu tamanho.	1, 8
• Não há limite para a temperatura mais baixa.	12
<b>C. Concepções dos estudantes sobre transferência de calor e mudança de temperatura</b>	
• Calor sempre resulta num aumento de temperatura.	3, 4, 5
• Calor e frio fluem como líquidos.	9
• Temperatura pode ser transferida.	7
• Objetos de temperaturas diferentes que estão em contato uns com os outros, ou em contato com o ar à temperatura diferente, não necessariamente vão para a mesma temperatura. (Equilíbrio térmico não é um conceito).	1, 2, 3, 6, 8, 9
• Objetos quentes naturalmente esfriam, objetos frios naturalmente aquecem.	3
• O calor flui mais lentamente através de condutores fazendo-lhes parecer quente.	12
<b>D. Concepções dos estudantes sobre "propriedades térmicas" dos materiais</b>	
• A temperatura é uma propriedade de um material particular ou do objeto.	8, 11
• Metal tem a capacidade de atrair, manter, intensificar ou absorver calor e frio.	8
• Objetos que facilmente se tornam quentes não se tornam frios facilmente.	12
• O ponto de ebulição da água é 100°C (somente).	4
• O gelo está a 0°C e/ou não pode alterar a temperatura.	1
• A água não pode estar a 0°C.	2
• O vapor está a mais de 100°C.	6
• Bolhas significam ebulição.	10
• As bolhas na água fervente contêm "ar", "oxigênio", ou "nada". (As explicações são recitadas, mas não acreditadas).	10

## 2.4 AS ORIENTAÇÕES EDUCACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO

A Lei 9394/96 estabelece as diretrizes e bases da educação brasileira. Designada como LDB, ela define que a educação engloba os processos de formação que se desenvolvem no âmbito social, familiar e instituição de ensino e fixa os seguintes princípios (BRASIL, 1996):

- I - igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;*
- II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;*
- III - pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas;*
- IV - respeito à liberdade e apreço à tolerância;*
- V - coexistência de instituições públicas e privadas de ensino;*
- VI - gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais;*
- VII - valorização do profissional da educação escolar;*
- VIII - gestão democrática do ensino público, na forma desta Lei e da legislação dos sistemas de ensino;*
- IX - garantia de padrão de qualidade;*
- X - valorização da experiência extraescolar;*
- XI - vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais."*

Os deveres estabelecidos para os professores são: ter participação na elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; preparar e cumprir o plano de trabalho, segundo a proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; cuidar da aprendizagem dos alunos; criar estratégias para a recuperação dos alunos de menor rendimento; administrar os dias letivos e horas-aula estabelecidos, além de participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento

profissional; cooperar com as atividades de articulação da escola com as famílias e a comunidade. (BRASIL, 1996)

Alguns dos objetivos determinados para o Ensino Médio são: a solidificação e aprofundamento dos conhecimentos ensinados no ensino fundamental, tornando possível dar prosseguimento aos estudos; preparar o estudante para exercer a cidadania; a compreensão das disciplinas, relacionando a teoria com a prática.

O professor deverá destacar a educação tecnológica básica, visar a compreensão do significado da ciência, criar acesso ao conhecimento e promover o exercício da cidadania; utilizará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos alunos.

*“Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre: domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna.”* (BRASIL, 1996)

De acordo com os PCN o objetivo do Ensino Médio é explicitar as habilidades básicas, de cada disciplina, que se espera ser desenvolvidas pelos estudantes, devido ao aprendizado das disciplinas. (BRASIL, 2000)

Segundo eles, é importante que se trabalhe a Física no Ensino Médio de forma a: contribuir para a construção da cultura científica e que assim os alunos possam fazer a interpretação dos fenômenos e processos da natureza; explicitar o conhecimento físico como parte de um processo histórico da nossa sociedade; compreender o funcionamento de equipamentos e procedimentos tecnológicos do dia-a-dia, do meio social e profissional.

- *Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.*
- *Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.*

#### **Contextualização sócio-cultural**

- *Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.*
- *Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.*
- *Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.*
- *Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.*
- *Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.” (BRASIL, 2000)*

Os PCN+ de Física trazem as orientações educacionais complementares, ao ensino de física no Ensino Médio, aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Esse está estruturado da seguinte forma:

- ❖ **A Física no Ensino Médio** – Quais os caminhos para concretizar as propostas apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais?
- ❖ **As Competências em Física** – Quais competências em Física devem ser privilegiadas, levando em conta os objetivos formativos desejados para a ação escolar?

- ❖ **Temas Estruturadores para o Ensino de Física** – Como se articulam habilidades e competências, com os conhecimentos a serem trabalhados?
- ❖ **Organização do Trabalho Escolar** – Como organizar o trabalho escolar e que critérios privilegiar para definir prioridades e sequências?
- ❖ **Estratégias para Ação** – Quais estratégias para o Ensino de Física favorecem o desenvolvimento das competências e habilidades, nas unidades temáticas propostas?

Os PCN+ de Física afirmam que a partir das propostas feitas pelos PCN a disciplina de física adquiriu novo sentido, objetivando a formação de cidadãos contemporâneos, atuantes e solidários, com habilidades para compreender, intervir e participar na realidade.

Portanto a Física deve ser apresentada aos alunos, como um conjunto de conhecimentos específicos que dê a liberdade para compreender e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes no cotidiano e na sociedade. Isso torna necessário, também, a introdução à linguagem própria da Física, que utiliza conceitos, terminologias e formas de expressão. Ao mesmo tempo, a Física deve ser mostrada como um processo histórico, cheio de contribuições culturais, econômicas e sociais, que resulta no desenvolvimento de tecnologias e por elas a física é impulsionada. (BRASIL, 2002)

A seleção dos conteúdos de Física a serem lecionados é tradicionalmente feita delimitando os seguintes tópicos: Mecânica, Termologia, Óptica e Eletromagnetismo. Esses tópicos são estruturados de acordo com os objetivos traçados pelos PCN, privilegiando os conhecimentos básicos de cada assunto.

A abordagem feita acerca de cada conteúdo deve articular a teoria com a prática para que os alunos possam compreender as diversas situações do cotidiano, sejam elas fenômenos naturais ou tecnologias.

Os temas estruturadores exemplificam e sinalizam os enfoques com que o conhecimento físico deve ser trabalhado, para promover os conhecimentos desejados, apontando uma forma de organização para o trabalho em sala de aula no ensino médio.

A sequência dos temas, a definição das unidades, o nível de aprofundamento e o ritmo de trabalho requerem escolhas específicas, atendendo às necessidades de cada escola e de cada realidade. As escolhas devem ter por base, critérios que sejam justificados.

Os PCN+ de Física apresentam as principais estratégias para se ensinar física no ensino médio que são: O Mundo Vivencial, A Concepção de Mundo dos Alunos, O Sentido da Experimentação, Formas de Expressão do Saber da Física, Resolução de Problemas, A Física como Cultura e A Responsabilidade Social.

### 3. FÍSICA ASSOCIADA AO PLANO DE AULA

Neste capítulo são apresentados os conceitos que serão tratados nas aulas. Foram utilizados os livros do Fong (1963), Gaspar (2000) e Halliday (1996), e artigos do Bassalo (1991) e Cindra e Teixeira (1994) que serviram como base para a construção deste capítulo.

#### 3.1 EQUILÍBRIO TÉRMICO

Quando se diz que corpos estão em equilíbrio térmico, quer dizer que os corpos atingiram a mesma temperatura. Um exemplo de equilíbrio térmico é supor que se coloque uma pedra de gelo, um sorvete, uma barra de ferro em brasa e uma panela com água fervendo em um ambiente termicamente isolado, havendo ou não contato entre eles, os corpos quentes vão esfriar e os corpos frios vão aquecer até que depois de um tempo todos atinjam o mesmo estado térmico. Esse processo é uma lei da natureza que se denomina Lei Zero da Termodinâmica.

#### 3.2 LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

A Lei Zero da Termodinâmica pode ser enunciada como:

Se um corpo **X** está em equilíbrio térmico com um corpo **Y**. E o corpo **Y** está em equilíbrio térmico com um corpo **Z**, então o corpo **X** está em equilíbrio térmico com o corpo **Z**.

Ou

*“Se dois corpos A e B estão em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, estão em equilíbrio térmico um com o outro.” (HALLIDAY, 1996)*

Fong (1963) sugere que a Lei Zero da Termodinâmica pode ser tratada como uma sequência unidimensional de forma que se  $A > B$ ,  $B > C$ , então  $A > C$  e se  $A = B$  e  $B = C$ , então  $A = C$ .

### 3.3 PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

A respeito da primeira lei, atêm-se a duas perguntas propostas por Fong (1963) que são: Qual é a natureza da quantidade de calor? E como se transfere a quantidade de calor de um objeto para o outro?

A natureza da quantidade de calor se dá pelo princípio da conservação de energia. O conceito de conservação trata das interações térmicas e mecânicas sem serem independentes umas das outras.

O processo de transferência de quantidade de calor de um objeto para o outro se dá de forma que o calor de um objeto de alta temperatura sempre flui para um objeto de baixa temperatura. E a transferência só para quando as temperaturas dos objetos se igualam.

A interação térmica que se realiza entre dois objetos, um com uma capacidade de calor bem pequena, de forma que a quantidade de transferência de calor envolvido é insignificamente pequena, está relacionada com a medição de temperatura, em que o termômetro é o objeto de pequena capacidade de calor.

### 3.4 TEMPERATURA

A Temperatura é definida como a grandeza física que mede o grau de agitação das partículas de um corpo. A temperatura é uma grandeza intensiva, ou seja, não se adiciona.

Quando uma escala de número real representa uma sequência unidimensional contínua, e ela pode ser feita de unidade em unidade relacionando-se com uma sequência de objetos, na ordem ascendente de aquecimento, esse número é chamado de temperatura  $T$  do objeto. Se um objeto **A** está muito quente, ele possui uma temperatura elevada e um objeto **B** está muito frio, ele possui uma temperatura baixa, a relação entre eles pode ser

representada por  $T_A > T_B$ . E a introdução do conceito de temperatura pode ser considerada uma consequência matemática da Lei Zero da Termodinâmica.

### 3.5 TEORIA CINÉTICA DOS GASES

A teoria cinética dos gases permite o estudo das grandezas macroscópicas a partir de grandezas microscópicas.

As leis e propriedades dos gases a partir das leis da mecânica de Newton são explicadas através de hipóteses propostas pela teoria cinética dos gases. As hipóteses constituem um modelo para os gases tal que:

- Todo gás é formado por uma enorme quantidade de moléculas.
- As moléculas possuem dimensões desprezíveis em relação às distâncias médias entre elas.
- As moléculas movem-se constantemente em todas as direções e por isso os gases sempre ocupam todo volume do recipiente em que se encontram.
- As moléculas de um gás só interagem entre si quando elas colidem.
- Todas as colisões feitas entre as moléculas de um gás e as paredes de um recipiente são perfeitamente elásticas. Então a energia cinética total das moléculas se conserva.

A pressão desempenhada por um gás nas paredes de um recipiente de volume  $V$ , que contenha  $N$  moléculas, cada uma com uma massa  $m$  e média das velocidades  $\bar{v}$  das moléculas é:

$$P = \frac{Nm\bar{v}^2}{3V}$$

A temperatura de um gás contido em um recipiente de volume  $V$ , que contenha  $N$  moléculas, cada uma com uma massa  $m$  e média das velocidades  $\bar{v}$  das moléculas é:

$$T = \frac{M\bar{v}^2}{3R}$$

Em que **M** é a massa molecular e **R** é a constante universal dos gases perfeitos.

A energia cinética média de um gás contido em um recipiente de volume **V**, que contenha **N** moléculas, cada uma com uma massa **m** e média das velocidades  $\bar{v}$  das moléculas é:

$$\bar{E}_c = \frac{3}{2} \frac{n}{N} RT$$

Em que **n** é o número de mols.

A temperatura está associada à energia cinética média de qualquer gás e é diretamente proporcional a ela. À medida que a velocidade média das moléculas de um gás aumenta a temperatura também aumenta e quando a velocidade média das moléculas de um gás diminui a temperatura também diminui. Então a temperatura mede o grau de agitação das moléculas.

### 3.6 CALOR

O calor é a energia transferida de um corpo para o outro devido à diferença de temperatura entre eles. Supondo que dois corpos **C** e **D** que possuem temperaturas diferentes  $T_C$  e  $T_D$  e que  $T_C > T_D$ , sejam colocados próximos um do outro, pode ser verificado que a energia térmica é transferida de **C** para **D**. A essa energia térmica em trânsito dá-se o nome de calor. A passagem de calor continua até se atingir o equilíbrio térmico, ou seja, quando as temperaturas se igualam.

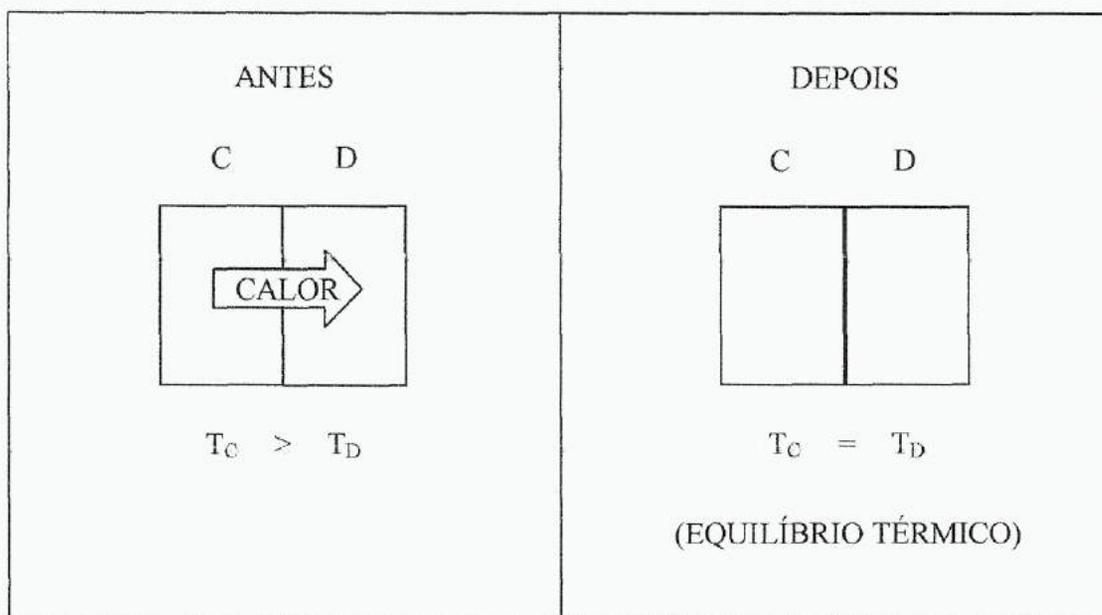


Figura 4. O corpo C cede calor ao corpo D, até as temperaturas se igualarem.

### 3.7 PROPRIEDADES TÉRMICAS DA MATÉRIA

As propriedades térmicas da matéria são utilizadas para a construção de escalas termométricas.

#### 3.7.1 Dilatação Térmica

Quando um corpo é aquecido suas dimensões aumentam (na maioria dos casos), ou seja, o corpo se dilata. Isso ocorre, pois, quando a temperatura aumenta, o grau de agitação das moléculas aumenta e como consequência a distância média entre seus átomos torna-se maior.

##### 3.7.1a Dilatação Linear

A dilatação linear ocorre quando a variação do comprimento está associada à variação da temperatura. Se uma barra de metal de comprimento  $L_0$  sofre uma variação de

temperatura  $\Delta T$ , o seu comprimento sofre uma variação  $\Delta L$ , tal que o seu valor é dado por:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

Onde  $\alpha$  é o coeficiente de dilatação linear, constante que depende do material da barra.

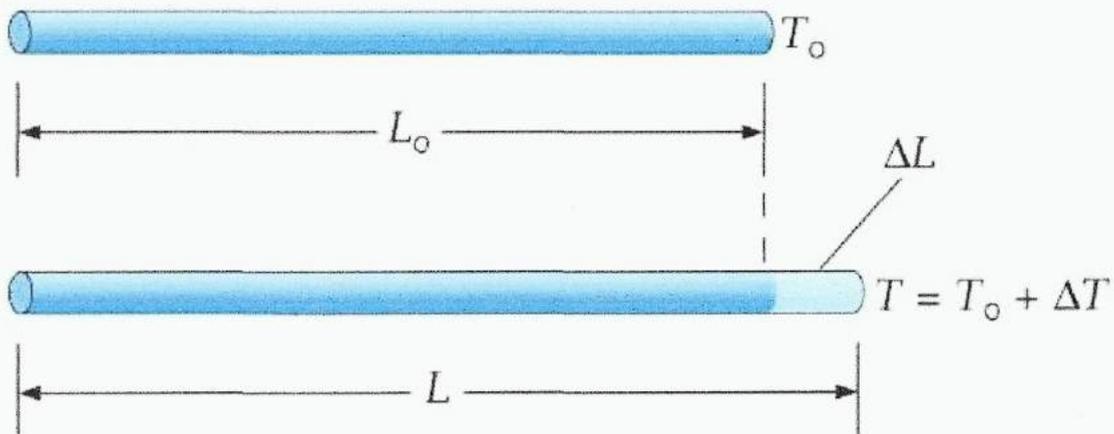


Figura 5. Representação da dilatação térmica de uma barra de comprimento  $L_0$ . Após um aumento de temperatura  $\Delta T$  o comprimento final  $L$  da barra sofre um aumento  $\Delta L$ .

### 3.7.1b Dilatação Superficial

A dilatação superficial ocorre quando a variação da área está associada à variação da temperatura. Se uma placa de metal de área  $S_0$  sofre uma variação de temperatura  $\Delta T$ , a sua área sofre uma variação  $\Delta S$ , tal que o seu valor é dado por:

$$\Delta S = \beta S_0 \Delta T$$

Onde  $\beta$  é o coeficiente de dilatação superficial, constante que depende do material da placa.

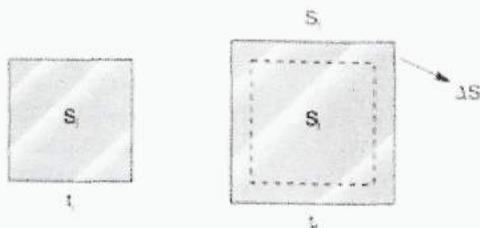


Figura 6. Representação da dilatação térmica de uma superfície de área inicial  $S_i$ . Após um aumento de temperatura  $\Delta T$  a área da superfície final  $S_f$  sofre um aumento  $\Delta S$ .

### 3.7.1c Dilatação Volumétrica

A dilatação volumétrica ocorre quando a variação do volume está associada à variação da temperatura. Se uma esfera de metal de volume  $V_0$  sofre uma variação de temperatura  $\Delta T$ , o seu volume sofre uma variação  $\Delta V$ , tal que o seu valor é dado por:

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$$

Onde  $\gamma$  é o coeficiente de dilatação volumétrica, constante que depende do material da esfera.

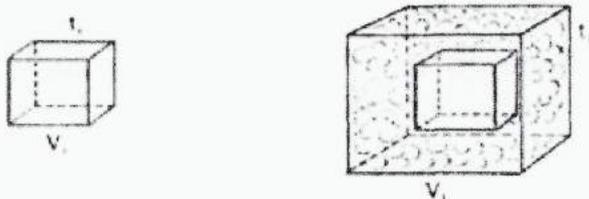


Figura 7. Representação da dilatação térmica de um sólido de volume inicial  $V_i$ . Após um aumento de temperatura  $\Delta T$  o volume final  $V_f$  sofre um aumento  $\Delta V$ .

Para um material de dilatação linear  $\alpha$ , temos as relações:

$$\beta = 2\alpha$$

$$\gamma = 3\alpha$$

### 3.7.2 Condutividade elétrica

Quando uma corrente elétrica passa por um condutor elétrico, o condutor é aquecido e emite calor. Pois quando os elétrons gerados pela corrente elétrica se chocam contra os átomos do condutor, estes vibram com grande intensidade, fazendo com que a temperatura do condutor aumente.

O processo de transformação da energia elétrica em energia térmica é nomeado de efeito Joule.

### 3.7.3 Emissão de radiação

Em uma radiação que incide em um corpo opaco parte é refletida e parte é absorvida. Os corpos claros refletem a maior parte de radiação incidente e os corpos escuros absorvem a maior parte de radiação incidente. Quando um corpo absorve radiação, há um aumento de energia cinética dos átomos, fazendo com que eles vibrem. Essa vibração faz com que haja um aumento na temperatura do corpo. Mas os átomos contêm elétrons que são acelerados pelas vibrações, portanto os átomos emitem radiação, fazendo com que a energia cinética diminua e, portanto a temperatura também diminua. Assim, se a taxa de absorção for igual a taxa de emissão, a temperatura será constante e o corpo estará em equilíbrio térmico com o ambiente.

A relação entre a potência por unidade de área irradiada pelo corpo é dada pela lei de Stefan-Boltzmann:

$$R = \sigma \varepsilon T^4$$

Em que R é a potência irradiada por unidade de área, T a temperatura,  $\varepsilon$  a emissividade que pode ter o valor máximo de uma unidade e  $\sigma$  a constante de Stefan que tem o valor de  $5,6705 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ .

### 3.8 TERMOMETRIA

*“Termometria é a parte da Física que estuda a medição da temperatura por intermédio de um instrumento denominado Termômetro. Apesar de que o homem, desde que apareceu na Terra, haja sentido sensações diferentes ao experimentar o quente e o frio, primeiro com a presença ou com a ausência do Sol, e depois com a descoberta do fogo, foi somente em tempos mais ou menos recentes (século XVIII) que ele começou a medir a temperatura com relativa precisão...” (BASSALO, 1991)*

O engenheiro Filón de Bizâncio (300 ac. – ?) descreveu um aparelho que mostrava a relação entre a expansão do ar e a variação da temperatura, muitos anos depois foi muito disseminado e denominado de termoscópio que foi o antecessor do termômetro. (BASSALO, 1991)

#### 3.8.1 Pontos Fixos

É de muita utilidade saber como se constroem escalas termométricas com dois pontos fixos e como se estabelecem as relações entre elas.

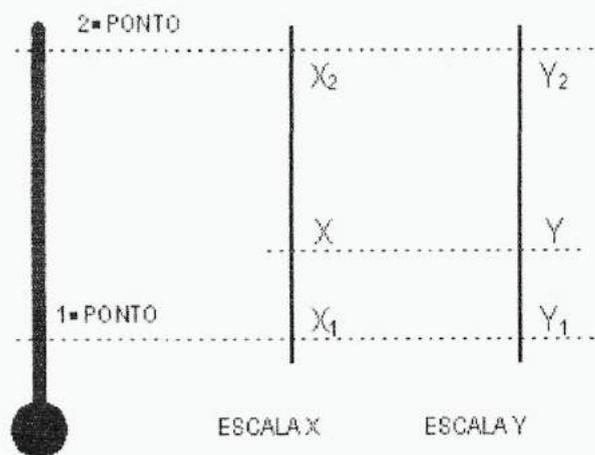


Figura 8. Representação de duas escalas termométricas X e Y com dois pontos fixos.

Suponha-se que a escala **X** adote para esses dois pontos fixos os valores numéricos  $X_2$  e  $X_1$ , enquanto a escala **Y** atribui a esses pontos fixos os valores  $Y_2$  e  $Y_1$ . Se um termômetro graduado na escala **X** assinala a temperatura  $X$ , outro termômetro graduado na escala **Y** assinala o valor  $Y$  para a mesma temperatura. Como os pontos fixos são os mesmos, essas escalas podem ser relacionadas pela expressão:

$$\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1}$$

### 3.8.2 Calor Latente

Joseph Black, um professor de química e medicina em Glasgow, por volta de 1761, nomeou calor latente a quantidade de calor que se fornece à substância para sofrer uma mudança de fase sem que se altere sua temperatura.

### 3.8.3 Escalas Termométricas

Para se medir a temperatura é necessário que haja uma escala ou um padrão. Abaixo segue as três escalas termométricas mais famosas. Elas são baseadas em dois pontos fixos que são a temperatura de fusão do gelo e a temperatura de ebulição da água.

- Escala Celsius – A escala Celsius possui como pontos fixos:  $0^{\circ}\text{C}$  (fusão do gelo) e  $100^{\circ}\text{C}$  (ebulição da água).
- Escala Kelvin – A escala Kelvin possui como pontos fixos:  $273\text{K}$  (fusão do gelo) e  $373\text{K}$  (ebulição da água).
- Escala Fahrenheit – A escala Fahrenheit possui como pontos fixos:  $32^{\circ}\text{F}$  (fusão do gelo) e  $212^{\circ}\text{F}$  (ebulição da água).

A relação entre essas três escalas termométricas é:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_K - 273}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

A calibração de um termômetro é feita quando comparamos o valor que o instrumento mede com o valor definido por padrão.

### 3.8.4 Alguns exemplos de Termômetros

Cindra e Teixeira (1994) dizem que:

*“É importante salientar que o aperfeiçoamento dos termômetros possibilitou uma melhor compreensão de vários aspectos relacionados às propriedades térmicas dos materiais. Estas, por sua vez, permitiram uma melhor compreensão do equilíbrio térmico. O fato de um pedaço de metal se apresentar, sensorialmente, mais frio do que um pedaço de madeira, não significa que a temperatura do metal seja menor.”*

Por isso o termômetro é um instrumento muito importante, pois mede a temperatura e não a sensação térmica.

Os termômetros foram construídos com base a suposição de que os instrumentos de medida entravam em equilíbrio térmico com o sistema o qual queria se medir. Com o avanço nos estudos da termodinâmica veio a confirmação da suposição feita, com a Lei Zero da Termodinâmica.

Existem vários tipos de termômetros e os mais utilizados estão descritos abaixo:

- **Termômetro Clínico** – É o tipo de termômetro mais comum. Ele é utilizado na medição de temperatura do corpo humano. Esse termômetro é caracterizado pela dilatação de líquidos, como o mercúrio. É construído para medir temperaturas entre 34°C e 42°C. A temperatura normal do corpo humano é de aproximadamente 36,5°C. Quando o corpo humano atinge 40°C começa o estágio de hipertermia (excesso de calor) e quando atinge 35°C começa o estágio de hipotermia (falta de calor).



Figura 9. Termômetro Clínico.

Esse termômetro é constituído de um tubo de vidro oco que contém a escala termométrica, um tubo capilar com um estrangulamento na base que contém o líquido e um bulbo que é ligado ao tubo capilar. Quando se coloca o bulbo em contato com o corpo, o líquido dentro do tubo capilar se dilata segundo a sua temperatura. Isso acontece, pois o calor faz o metal (no caso do mercúrio) se expandir, deslocando o líquido dentro do tubo capilar proporcionalmente ao calor recebido.

- **Termômetro de Cristal Líquido** – É mais moderno que o termômetro clínico comum, pode ser utilizado para medir a temperatura do corpo humano, da água do banho, da mamadeira, do ambiente, de bebidas, do freezer, etc. É constituído de faixas plásticas transparentes com pequenos retângulos que contém um cristal líquido, que é sensível a pequenas variações de temperatura tal que o cristal muda de cor conforme a variação da temperatura. Pode ser feito com formatos de variação de temperatura que vão de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $90^{\circ}\text{C}$ , com intervalos de  $1^{\circ}\text{C}$ ,  $2^{\circ}\text{C}$ ,  $3^{\circ}\text{C}$  ou  $5^{\circ}\text{C}$ .

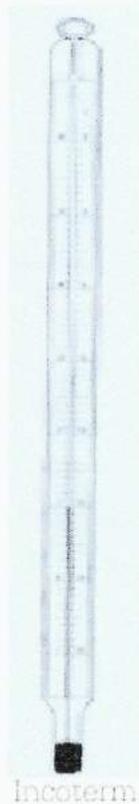


Figura 11. Termômetro a Álcool.

Os termômetros desse tipo utilizam corantes misturados ao álcool. Possuem um custo benefício mais baixo que o de mercúrio e mais ainda, oferecem menos riscos a nossa saúde, pois o mercúrio é um metal tóxico.

- **Termômetro de Máxima e Mínima** – Indica a temperatura mais baixa e mais alta atingida pelo termômetro durante certo período. É normalmente utilizado em meteorologia e mede a temperatura numa faixa de  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $70^{\circ}\text{C}$  (termômetro de máxima e mínima digital) ou numa faixa de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$  (termômetro de máxima e mínima analógico). É constituído de um suporte com a escala termométrica e um tubo capilar em forma de U que contém mercúrio e álcool e dois flutuadores de ferro esmaltado. Na curva inferior fica um pouco de mercúrio que é empurrado para o tubo de máxima, quando a temperatura se eleva, ou para o tubo de mínima, quando a temperatura diminui. No entanto o mercúrio empurra os dois flutuadores que são os índices de temperatura,

colocados cada um em uma parte do tubo. Esses índices se deslocam de acordo com a dilatação do mercúrio, mas ficam presos no tubo quando o mercúrio se contrai, devido ao leve atrito com a parede do tubo. Para retornar os índices a posição original é necessário o auxílio de um pequeno ímã.



Figura 12. Termômetro de Máxima e Mínima.

- **Termômetro a Gás** – Mede a temperatura através da pressão do gás mantido a volume constante. É graduado de forma que a cada valor da pressão corresponda a um valor de temperatura. Sua maior utilidade é na medida de baixas temperaturas. Esse termômetro preenchido com gás Hélio pode medir temperaturas entre  $-260^{\circ}\text{C}$  e  $550^{\circ}\text{C}$ .

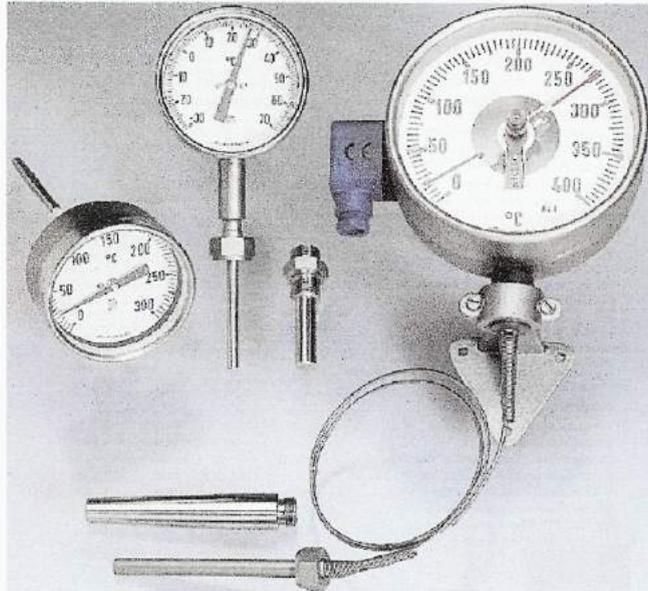


Figura 13. Termômetro a Gás.

- **Termômetro de Radiação** – É usado para medir a temperatura a longa distância sem contato com o objeto. É geralmente utilizado nos satélites meteorológicos para medir a temperatura na atmosfera e na superfície da Terra. Mede a temperatura de qualquer corpo que emita radiação eletromagnética na faixa da luz visível ou radiação infravermelha. Pode medir temperaturas de  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $3000^{\circ}\text{C}$ .



Figura 14. Termômetro de Radiação.

- **Pirômetro Óptico** – É utilizado para medir altas temperaturas. Por exemplo: metais incandescentes, fornalhas ou estrelas, pois pode ser usado a distâncias bem grandes e pode medir as temperaturas acima do ponto de fusão dos materiais que o constituem.



Figura 15. Pirômetro Óptico.

Esse termômetro é constituído de um telescópio que contém um filtro, uma lente ocular e uma lâmpada. Através do telescópio é possível observar o filamento da lâmpada e comparar com a cor emitida pelo corpo que se quer medir a temperatura. Isto só é possível, pois o filamento da lâmpada está ligado a uma bateria, a um amperímetro e a um reostato que permite variar a corrente elétrica através do filamento e, portanto, sua

luminosidade até igualá-la a do corpo e assim se obtém o valor da temperatura que está associada a valores da corrente elétrica.

- **Termômetro de Lâmina Bimetálica** – É constituído por duas lâminas de metais diferentes soldadas uma com a outra e que, quando esquentadas, dilatam-se. Como os metais são diferentes, com a variação de temperatura, um se dilata mais do que o outro o que provoca um encurvamento da lâmina. Existe também, o que tem forma de espiral com uma extremidade fixa e a outra livre, com um indicador que gira com a elevação da temperatura indicando-a na escala termométrica.

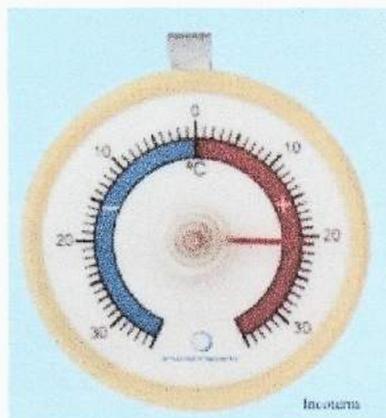


Figura 16. Termômetro de Lâmina Bimetálica.

Mede temperaturas de  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $300^{\circ}\text{C}$  e é utilizado no controle de temperatura de fornos, ferros elétricos e saunas.

- **Termômetro Digital** – É baseado em propriedades elétricas ou eletrônicas. Ele mede a temperatura através da variação de suas características elétricas. Geralmente utiliza um resistor que está em um circuito elétrico e que indica a temperatura de acordo com o valor da resistência. Mede temperaturas numa faixa de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $420^{\circ}\text{C}$ .



Figura 17. Termômetro Digital.

- **Termopar** – É um dispositivo que realiza o controle de temperatura e sua medida, é muito utilizado em indústrias. O sensor do termopar é composto por dois condutores metálicos diferentes, “A” e “B”, soldados nas extremidades, com temperaturas diferentes, “ $T_1$ ” e “ $T_2$ ”. O termopar atua através do efeito Seebeck, quando os fios esquentam produzem uma corrente elétrica em função do gradiente de temperatura. Mede temperaturas na faixa de  $-200^{\circ}\text{C}$  a  $1700^{\circ}\text{C}$ .

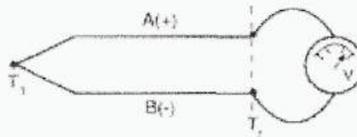


Figura 18. Esquema I do Termopar.

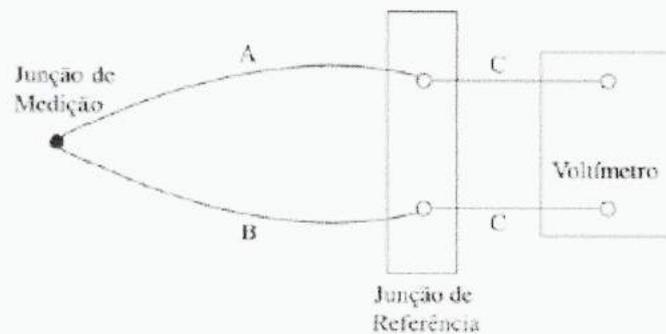


Figura 19. Esquema 2 do Termopar. (MOREIRA, 2002)

### 3.9 ZERO ABSOLUTO

Guillaume Amontons, um físico francês, descobriu em 1699 que a pressão e a temperatura são diretamente proporcionais para um volume constante de ar. Quatro anos depois sugeriu que existe uma temperatura mínima que anula a pressão do ar. (GASPAR, 2000; BASSALO, 1991)

Jacques Alexandre César Charles, professor de Física em Paris, descobriu em 1787 que as substâncias em estado gasoso obedecem a um princípio segundo o qual: quando um gás está sob uma pressão constante, o volume ocupado por esta massa de gás é proporcional à sua temperatura absoluta. (BASSALO, 1991)

O gráfico a seguir representa uma extrapolação, de um gás a pressão constante, da temperatura para a qual o volume ocupado pela massa de gás se anularia. A temperatura encontrada é de aproximadamente  $-273^{\circ}\text{C}$ . Hoje em dia sabe-se que essa temperatura corresponde ao zero absoluto e que equivale a aproximadamente  $-273,15^{\circ}\text{C}$ .

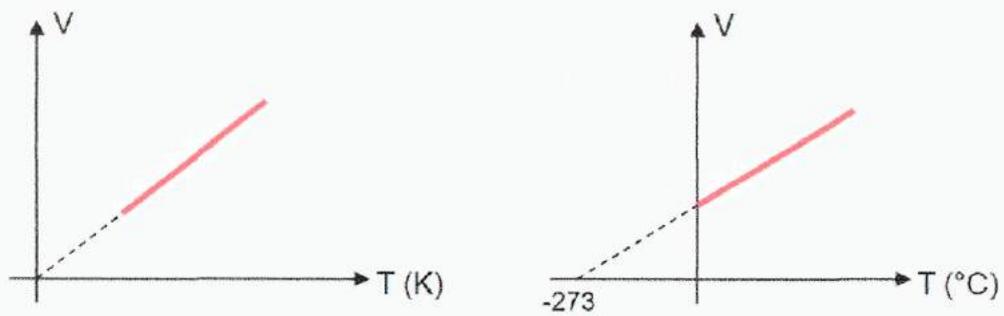


Figura 20. Gráfico da Temperatura x Volume (a temperatura absoluta de aproximadamente  $-273^{\circ}\text{C}$  o volume do gás é nulo)

## **4. PLANOS DE AULA**

Neste capítulo são apresentados planos de aula para três aulas de uma hora e quarenta minutos cada. Os planos de aula foram montados com base na justificativa teórica apresentada anteriormente.

### **4.1 PRESSUPOSTOS CONCEITUAIS NECESSÁRIOS**

Os assuntos que serão tratados nas aulas fazem parte do início de Física Térmica, portanto os alunos não irão precisar de pressupostos físicos para as aulas que serão ministradas.

### **4.2 OBJETIVOS**

Os objetivos que se espera alcançar após as aulas são:

- I. O estímulo à curiosidade sobre a grandeza física temperatura.
- II. O desenvolvimento dos conceitos de temperatura e algumas de suas características e propriedades.
- III. Desenvolver a capacidade de resolver problemas de física térmica.

### **4.3 CONTEÚDOS**

Os temas que serão abordados nas aulas são:

- I. Equilíbrio Térmico
- II. Lei Zero da Termodinâmica

- III. Primeira Lei da Termodinâmica
- IV. Temperatura
- V. Teoria Cinética dos Gases
- VI. Calor
- VII. Propriedades Térmicas da Matéria
- VIII. Termometria
- IX. Zero Absoluto

	<b>Primeiro dia de aula</b>	<b>Segundo dia de aula</b>	<b>Terceiro dia de aula</b>
<b>Conteúdos a serem abordados</b>	I. Equilíbrio Térmico II. Lei Zero da Termodinâmica III. Primeira Lei da Termodinâmica	IV. Temperatura V. Teoria Cinética dos Gases VI. Calor	VII. Propriedades Térmicas da Matéria VIII. Termometria IX. Zero Absoluto

Tabela 2. Distribuição dos conteúdos do plano de aula de introdução a física térmica.

#### 4.4 ANTES DA AULA

São propostas duas atividades para casa, antes da aula regular, visando motivar os alunos. A primeira tarefa antecede a primeira aula. A segunda tarefa antecede a segunda aula e

deverá motivar as discussões acerca dos tipos de termômetros. Os roteiros das atividades com relatos ou perguntas de compreensão encontram-se no anexo.

Tarefas para casa:

1) Tarefa para ser feita antes do primeiro dia de aula – Desafio: Pegue três recipientes e coloque água fria no primeiro, água da torneira no segundo e água quente no terceiro. Depois coloque um dedo da mão direita ou a mão direita na água fria e um dedo da mão esquerda ou a mão esquerda na água quente. A seguir junte os dois no recipiente do meio contendo água da torneira. Descreva o que acontece.



Figura 21. Experiência das sensações. (HEWITT, 2002)

2) Tarefa para ser feita antes do terceiro dia de aula – Pesquisar junto a familiares e vizinhos, quais os tipos de termômetro que eles conhecem. Faça uma lista (com desenhos).

#### **4.5 NA SALA DE AULA**

As aulas propostas são expositivas para execução em sala de aula, divididas no formato que segue:

##### **4.5.1 Primeiro dia de aula**

Tempo disponível: dois tempos de aula, equivalente a uma hora e quarenta minutos.

Primeira parte: Aplicação do questionário apresentado no capítulo 2, com duração máxima de trinta minutos. A aplicação do questionário servirá como uma avaliação diagnóstica para se conhecer as concepções que os alunos já sabem de forma a ajustar o planejamento das aulas.

Segunda parte: Será feita a discussão da experiência realizada em casa. A solução para a questão da experiência realizada é que a água da torneira vai parecer quente para a mão ou o dedo que estava no recipiente com água fria e vai parecer fria para a mão ou o dedo que estava no recipiente com água quente.

A partir da resposta ao desafio de casa, fala-se sobre a necessidade de se ter um instrumento para medir o grau de quentura ou frieza das coisas.

*“O tato é um método de verificação da temperatura muito limitado, pois não podemos tocar em objetos muito quentes ou muito frios.”*  
(SAMPAIO E CALÇADA, 2005)

*“Por isso, procuramos estabelecer um critério mais exato para a avaliação do estado térmico de um sistema: utilizamos uma de suas propriedades macroscópicas (volume, pressão, resistência elétrica,*

*etc.) que se modificam quando o estado térmico do sistema varia, isto é, ele se torna mais quente ou mais frio.” (CALÇADA E SAMPAIO, 1998)*

Define-se termometria como o sistema de relações entre as propriedades térmicas e as variações do estado térmico.

Terceira parte: Será iniciada a discussão sobre os conceitos de equilíbrio térmico, lei zero da termodinâmica e primeira lei da termodinâmica (sem aprofundamento).

- Equilíbrio Térmico

Segundo Cindra e Teixeira (2004), os alunos, em relação ao estado de equilíbrio térmico, compreendem que as colisões internas entre as partículas do corpo, fazem o mesmo se aquecer. Mas se acontecesse dessa maneira, haveria uma produção contínua de calor, o que faria com que não existisse o equilíbrio térmico. Então, a compreensão adequada do equilíbrio térmico é um aspecto relevante ao entendimento dos conceitos de calor e temperatura.

- Lei Zero da Termodinâmica

A lei zero da termodinâmica está associada ao conceito de equilíbrio térmico.

- Primeira Lei da Termodinâmica

Hewitt (2002) define a primeira lei da termodinâmica como:

*“Quando flui calor para um sistema ou para fora dele, o sistema ganha ou perde uma quantidade de energia igual à quantidade de calor transferido”*

Portanto, a energia se conserva.

As discussões são seguidas de exercícios interativos.

Exercícios:

1) Dois corpos C e D, com temperaturas diferentes, sendo a temperatura de D maior que a de C, são postos em contato e isolados das influências externas.

a) O que acontece com os valores das temperaturas de C e D?

Resposta: A temperatura de C aumenta e a temperatura de D diminui.

b) Passado um tempo, qual é o estado em que se encontram os dois corpos? E o que acontece com os valores das temperaturas de C e D quando alcançam esse estado.

Resposta: Estado de equilíbrio térmico e quando os corpos alcançam esse estado as temperaturas se igualam. (MÁXIMO E ALVARENGA, 2008)

2) Para medir a temperatura de uma pessoa, devemos manter o termômetro em contato com ela durante certo tempo. Por quê?

Resposta: Para que o termômetro entre em equilíbrio térmico com a pessoa. (MÁXIMO E ALVARENGA, 2008)

3) Quando um ferro de passar aquecido fornece calor para uma camisa o que acontece com o ferro de passar?

Resposta: O ferro de passar perde uma quantidade de energia igual à quantidade de calor transferido.

#### **4.5.2 Segundo dia de aula**

Tempo disponível: dois tempos de aula, equivalente a uma hora e quarenta minutos.

Primeira parte: É mostrada a tabela a seguir em sala de aula, para que os alunos tenham curiosidades sobre a vastidão de temperaturas diferentes medidas no universo.

Alguns valores de temperaturas (em Kelvin)	
Fusão do núcleo do Hélio	$\approx 10^8$
Interior do Sol	$\approx 10^7$
Superfície do Sol	6000
Fusão do ouro	1340
Ebulição da água a 1atm	373
Temperatura ambiente mais alta registrada na superfície da Terra	331
Corpo Humano	310
Congelamento da água a 1atm	273
Temperatura ambiente na superfície de Marte	220
Temperatura ambiente mais baixa registrada na superfície da Terra	185
Hélio líquido	4,2
Radiação de fundo do universo	3
Menor temperatura obtida em laboratório	$\approx 10^{-6}$

Tabela 3. Algumas temperaturas conhecidas. (GASPAR, 2000)

Segunda parte: Serão discutidos os conceitos de temperatura, teoria cinética dos gases e calor.

- Temperatura

*“A primeira noção de temperatura de um sistema é estabelecida a partir da sensação térmica que o tato proporciona, traduzida pelos termos frio, quente, gelado etc.”* (PIRES, AFONSO E CHAVES, 2006)

Resposta: Sua temperatura se elevará em apenas 1°C, pois existem duas vezes mais moléculas em 2 l de água e cada uma delas recebe apenas a metade daquela energia, em média. (HEWITT, 2002)

2) Quando uma bola de gude veloz colide com um punhado de bolas de gude lentas, espalhando-as, normalmente a bola de gude originalmente veloz torna-se mais rápida ou mais lenta? O que perde energia cinética e o que ganha energia cinética, a bola de gude inicialmente veloz ou as que eram inicialmente lentas? Como essas questões se relacionam com o sentido da transferência de calor?

Resposta: A bola de gude veloz torna-se mais lenta ao colidir com as mais lentas. Ela acaba cedendo parte de sua energia cinética para as mais lentas. O mesmo ocorre com o fluxo de calor. Moléculas com mais energia cinética em contato com outras com menos energia cinética cedem parte de seu excesso de energia para as menos energéticas. O sentido de transferência de energia é do quente para o frio. Entretanto, tanto para as bolas de gude como para moléculas, a energia total antes e depois do contato permanece a mesma. (HEWITT, 2002)

3) Qual é a temperatura de um gás que possui massa molecular  $M = 2,5 \times 10^{-4}$  kg/mol e média das velocidades das moléculas  $\bar{v} = 4,0 \times 10^2$  m/s? Dado:  $R = 8,3$  J/mol.K.  
Resposta:

$$T = \frac{M\bar{v}^2}{3R}$$
$$T = \frac{2,5 \times 10^{-4}(4,0 \times 10^2)^2}{3 \times 8,3}$$
$$T \cong 1,6 \text{ K}$$

#### 4.5.3 Terceiro dia de aula

Tempo disponível: dois tempos de aula, equivalente a uma hora e quarenta minutos.

- **Calor Latente**

*“Um conceito bastante difícil de ser assimilado por nossos alunos é o de calor latente. A história das ciências mostra que essa concepção, que durante muito tempo ainda não existia como tal, foi, às vezes, mal compreendida ou mesmo ignorada, pois se pensava que as mudanças de estado de agregação das substâncias não envolviam quantidades significativas de calor.” (CINDRA E TEIXEIRA, 2004)*

- **Escalas Termométricas**

*“Em 1668 Joachin Dalence (1640-1707) foi o primeiro a afirmar que eram precisos dois pontos fixos para se determinar uma escala. Com base no termômetro de etanol, estabeleceu como pontos fixos o ponto de fusão do gelo e o da manteiga!” (PIRES, AFONSO E CHAVES, 2006)*

#### Três escalas

*“difundiram-se no meio científico, sendo bastante usadas ao longo dos séculos XIX e XX: a) A escala Réaumur, de René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757), baseada na expansão térmica do etanol. Os pontos fixos eram: o ponto de congelamento da água ( $0^{\circ}\text{R}$ ) e o ponto de ebulição desta ( $80^{\circ}\text{R}$ ); b) a escala Fahrenheit, devida a Daniel Gabriel Fahrenheit (1686- 1736), onde os pontos fixos eram: a temperatura de uma mistura de água, gelo e cloreto de amônio ( $0^{\circ}\text{F}$ ) e a temperatura de corpo humano ( $100^{\circ}\text{F}$ ); c) a escala Celsius, proposta por Anders Celsius (1701-1744). Usou o ponto de ebulição da água em uma extremidade ( $0^{\circ}\text{C}$ ) e o de congelamento na outra ( $100^{\circ}\text{C}$ ).” (PIRES, AFONSO E CHAVES, 2006)*

- Termômetros

*“A necessidade de se estabelecer um instrumento padronizado de medida de temperatura que independa do sentido do tato”*

, surgiu pois,

*“além de ser um instrumento ‘diferencial’ (uma vez que só consegue distinguir entre ‘mais frio’ e ‘mais quente’ em relação à sua própria temperatura), o corpo humano induz facilmente o observador em erro, dado que é sensível a outras grandezas, como por exemplo a condutividade térmica.” (PIRES, AFONSO E CHAVES, 2006)*

*“Chama-se termômetro o instrumento para medir a temperatura dos corpos.” (PIRES, AFONSO E CHAVES, 2006)*

*“De um modo geral, um termômetro é construído tomando-se como base qualquer propriedade física que varie com a temperatura. [...] Contudo, outros termômetros foram idealizados tendo em vista existir uma relação entre a variação de uma determinada propriedade física de um corpo e a temperatura responsável pela mesma.” (BASSALO, 1991)*

- Zero Absoluto

Devido às limitações nas escalas dos primeiros termômetros a gás Lord Kelvin propôs definir uma escala que fosse independente da substância termométrica utilizada. Kelvin escolheu como zero de sua escala, o zero absoluto de Amontons, o que correspondia a uma temperatura aproximada de  $-273,7^{\circ}\text{C}$ . (BASSALO, 1991)

*“Para Kelvin, o zero absoluto de Amontons era atingido quando a energia cinética das moléculas e não o seu volume se anulava, conforme concluiu em 1956.” (BASSALO, 1991)*

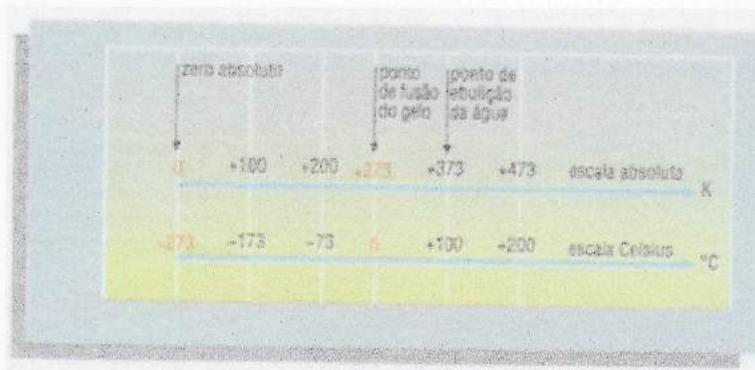


Figura 22. Correspondência entre a temperatura absoluta e a temperatura Celsius. O zero da escala Celsius corresponde a 273K. O zero absoluto é a temperatura-limite que nenhum corpo pode ultrapassar. Não faz sentido, portanto, falar de temperaturas inferiores ao zero absoluto. (AMALDI, 1997)

As discussões são seguidas de exercícios.

1) Qual é maior, um grau da escala Celsius ou um kelvin da escala Kelvin?

Resposta: Nenhum deles, pois são iguais. (HEWITT, 2002)

A temperatura normal do corpo humano é de cerca de 37°C. Expresse esta temperatura na escala Kelvin e na escala Fahrenheit. (MÁXIMO E ALVARENGA, 2008)

Resposta:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_K - 273}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$\frac{37}{5} = \frac{T_K - 273}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$37 = T_K - 273$$

$$T_K = 310 \text{ K}$$

$$\frac{37}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$333 = 5T_F - 160$$

$$T_F = 98,6 \text{ °F}$$

2) Explique por que um copo de vidro pirex não se quebrará se você o encher parcialmente com água fervendo. Dado: coeficiente de dilatação linear do vidro pirex =  $3,2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Resposta: Porque o vidro pirex tem um coeficiente de dilatação relativamente pequeno, isto é, o copo de vidro pirex dilata-se pouco e, por isto, não se quebra quando é aquecido. (MÁXIMO E ALVARENGA, 2008)

Existe uma temperatura na qual um termômetro Celsius e termômetro Fahrenheit marcam o mesmo valor. Qual é essa temperatura? (MÁXIMO E ALVARENGA, 2008)

Resposta:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$T_C = T_F$$

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_C - 32}{9}$$

$$9T_C = 5T_C - 160$$

$$T_C = -40^\circ\text{C} \Rightarrow T_F = -40^\circ\text{F}$$

3) Uma placa de alumínio tem um grande orifício circular no qual foi colocado um pino, também de alumínio, com grande folga. O pino e a placa são aquecidos  $500^\circ\text{C}$ , simultaneamente. Podemos afirmar que a folga irá aumentar, pois o diâmetro do orifício aumenta mais que o diâmetro do pino?

Resposta: Sim, como a placa e o pino são feitos do mesmo material e sofrem a mesma variação de temperatura, sofrerá maior dilatação o corpo de maior diâmetro. Como o diâmetro do orifício é maior que o diâmetro do pino, o diâmetro do orifício aumentará mais que o diâmetro do pino. (GASPAR, 2000)

Segunda parte: São apresentadas as pesquisas dos alunos sobre os tipos de termômetros, para que se faça uma comparação entre os tipos falados na aula e os tipos que eles trarão.

Terceira parte: É feita uma interação da turma com os termômetros levados a sala de aula pelo professor. Fazem-se medições de temperatura de diversos objetos.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste trabalho buscou-se considerar o processo de ensino-aprendizagem de conceitos de física térmica no planejamento das aulas e conclui-se que há a necessidade do professor de organizar os conteúdos que serão ministrados e a forma da abordagem, apoiando-se nas teorias da educação, nas leis e nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Cumpriram-se os objetivos que propostos porque se acredita que o trabalho foi feito de forma clara e que os planos de aula acordam com os pressupostos teóricos.

Este trabalho permitiu compreender melhor os processos de ensino-aprendizagem, os processos de formação e amadurecimento dos conceitos, como o ensino de física é tratado nos parâmetros curriculares e como é construído um trabalho acadêmico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMALDI, U. *Imagens da Física – As Idéias e as Experiências do Pêndulo aos Quarks*. 1. ed., São Paulo: Scipione, 1997.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed., Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BASSER, M. Fostering conceptual change by cognitive conflict based instruction on students' understanding of heat and temperature concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Volume 2, Number 2, July 2006.

BASSALO, J. M. F. A Crônica do Calor: Calorimetria. *Revista de Ensino de Física*, v.13, p. 135-161, dez. 1991.

BRASIL. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 **Lex**: Leis de Diretrizes e Bases da educação Brasileira (LDB), Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais – Ensino Médio. Brasília: SEMTEC/MEC, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais; ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. *Física Clássica – Termologia, Fluidomecânica, Análise Dimensional*. São Paulo: Atual, 1998.

CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B. Discussão conceitual para o equilíbrio térmico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.21, p. 176-193, ago. 2004.

FONG, P. *Foundations of Thermodynamics*. New York: Oxford University Press, 1963.

GASPAR, A. *Física – Volume 2: Ondas, Óptica, Termodinâmica*. 1. ed., São Paulo: Ática, 2000.

- HALLIDAY, D. *Física – Volume 2*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996.
- HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. 9. ed., Porto Alegre: Bookman, 2002.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Física ensino médio – Volume 2*. 1. ed., São Paulo: Scipione, 2008.
- MOREIRA, L. Medição de Temperatura Usando-se Termopar. *Cerâmica Industrial*, v.7(5), Set./Out. 2002.
- MOREIRA, M. A. *Uma abordagem cognitiva ao ensino da física*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.
- NOVAK, J. D. *Uma Teoria de Educação*. São Paulo: Pioneira, 1981. Tradução para o português, de M. A. Moreira, do original *A Theory of Education*, Ithaca, N. Y., Cornell University, 1977. 252p.
- OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky – Aprendizagem e desenvolvimento um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione, 1993.
- PIRES, D. P. L.; 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.
- SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. *Física Volume Único – Coleção Ensino Médio*. 2. ed., São Paulo: Atual, 2005.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo, Martins Fontes, 1987.
- YEO, S.; ZADNIK, M. Introductory Thermal Concept Evaluation: assessing student's understanding. *The Physics Teacher*. v. 39, p. 496-504, 2001.

## ANEXOS

### ANEXO I

<b>Colégio</b> _____ <b>2º ano do Ensino Médio</b>
Data: ___/___/____. Professor: _____ Disciplina: Física.
Aluno: _____ Nº: ___ Turma: _____

## ATIVIDADE DE FÍSICA TÉRMICA

### QUESTIONÁRIO

Para cada questão há apenas uma resposta

- Qual é a temperatura mais provável de cubos de gelo armazenados em um freezer?
  - 10°C
  - 0°C
  - 5°C
  - Depende do tamanho dos cubos de gelo.
  
- João tira seis cubos de gelo do freezer e coloca quatro deles em um copo de água. Ele deixa dois sobre a bancada. Ele mexe a mistura até que os cubos de gelo ficam muito menores que no início e param de fundir. Qual é a temperatura mais provável da água neste estado?
  - 10°C
  - 0°C
  - 5°C
  - 10°C
  
- Os cubos de gelo que João deixou sobre a bancada quase derreteram e estão situados em uma poça d'água. Qual é a temperatura mais provável destes pequenos cubos de gelos?
  - 10°C
  - 0°C
  - 5°C
  - 10°C

4. Ao mesmo nível do mar, uma chaleira cheia de água está sobre o fogão. A água começou a ferver rapidamente. A temperatura mais provável da água é de cerca de:
- 88°C
  - 98°C
  - 110°C
  - Nenhuma das respostas acima pode estar certa.
5. Cinco minutos mais tarde a água na chaleira ainda está fervendo. A temperatura mais provável da água agora é de cerca de:
- 88°C
  - 98°C
  - 110°C
  - 120°C
6. Em sua opinião, qual é a temperatura do vapor acima da água fervendo na chaleira?
- 88°C
  - 98°C
  - 110°C
  - 120°C
7. Miguel pega dois copos de água a 40°C e mistura-os com um copo de água a 10°C, todos de mesmo volume. Qual é a temperatura mais provável da mistura?
- 20°C
  - 25°C
  - 30°C
  - 50°C
8. Renato pega uma latinha de refrigerante e uma garrafa PET do mesmo refrigerante na geladeira, onde ambos estiveram durante a noite. Ele rapidamente coloca um termômetro no refrigerante dentro da lata. A temperatura é de 7°C. Quais são as temperaturas mais prováveis da garrafa de plástico e do refrigerante que ela contém?
- Eles estão ambos a menos de 7°C.
  - Eles estão ambos iguais a 7°C.
  - Eles estão ambos maiores que 7°C.
  - O refrigerante está a 7°C, mas a garrafa está a mais de 7°C.
  - Depende da quantidade de refrigerante e/ou o tamanho da garrafa.

9. Poucos minutos depois, Mateus pega a lata com refrigerante e depois diz a todos que a bancada debaixo dela parece mais fria do que o resto da bancada.
- Jonas diz: "O frio foi transferido do refrigerante para a bancada."
  - Roberto diz: "Não há energia deixada na bancada sob a lata."
  - Suelen diz: "Algum calor foi transferido da bancada para o refrigerante."
  - Elias diz: "A lata faz com que o calor debaixo dela se afaste através da bancada."

De quem é a melhor explicação?

10. Amanda está fervendo água em uma panela no fogão. O que você acha que está nas bolhas que se formam na água fervente? Na maior parte.
- Ar
  - Oxigênio e gás hidrogênio
  - Vapor d'água
  - Não há nada nas bolhas

11. Bruna tira alguns picolés do freezer, onde ela os havia colocado no dia anterior, e diz a todos que os palitos de madeira estão com uma temperatura mais alta do que a parte congelada.
- Débora diz: "Você está certa porque os palitos de madeira não ficam tão frios como a parte congelada fica."
  - Iago diz: "Você está certa porque a parte congelada contém mais frio do que a madeira."
  - Rosana diz: "Você está errada, eles somente parecem diferentes porque os palitos contém mais calor."
  - Ana diz: "Eu acho que eles estão na mesma temperatura porque eles estão juntos."

Com quem você mais concorda?

12. Vanda está descrevendo uma demonstração que viu na TV na noite anterior. "Eu vi físicos fazerem ímãs supercondutores que estavam a uma temperatura de  $260^{\circ}\text{C}$  abaixo de zero."
- Joel dúvida disto: "Você deve ter cometido um erro. Você não pode ter uma temperatura tão baixa como àquela."
  - Kátia não concorda: "Sim você pode. Não há limite na temperatura mais baixa."
  - Leonardo acredita que ela está certa: "Eu acho que o ímã ficou próximo da menor temperatura possível."
  - Vanda não está certa: "Eu acho que supercondutores são bons condutores de calor então você não pode resfriá-los a uma temperatura tão baixa."

Quem você acha que está certo?

## REFERÊNCIAS

YEO, S.; ZADNIK, M. Introductory Thermal Concept Evaluation: assessing student's understanding. *The Physics Teacher*. v. 39, p. 496-504, 2

## ANEXO II

<b>Colégio</b> _____ <b>2º ano do Ensino Médio</b>
Data: ___/___/____. Professor: _____ Disciplina: Física.
Aluno: _____ Nº: ___ Turma: _____

### DESAFIO DE FÍSICA TÉRMICA

#### EXPERIÊNCIA

Pegue três recipientes e coloque água fria no primeiro, água da torneira no segundo e água quente no terceiro. Depois coloque um dedo da mão direita ou a mão direita na água fria e um dedo da mão esquerda ou a mão esquerda na água quente. A seguir junte os dois no recipiente do meio contendo água da torneira.



Descreva o que acontece.

Resposta:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **REFERÊNCIAS**

HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. 9. ed., Porto Alegre: Bookman, 2002.

### ANEXO III

<b>Colégio</b> _____	
<b>2º ano do Ensino Médio</b>	
Data: ___/___/___.	Professor: _____ Disciplina: Física.
Aluno: _____	Nº: ___ Turma: _____

### TAREFA DE FÍSICA TÉRMICA

#### PESQUISA

Pesquisar junto a familiares e vizinhos, quais os tipos de termômetro que eles conhecem.  
Faça uma lista (com desenhos).

Espaço para a realização da tarefa: