



INSTITUTO FEDERAL
Paraná



FOCO

FORMAÇÃO CONTINUADA EM FÍSICA
IFPR | CAMPUS TELÊMACO BORBA

CALOR

Prof.º Ademar de Oliveira Ferreira

Telêmaco Borba
10/09/2018

SUMÁRIO

- I. Relevância da História da Ciência no Ensino de Física;
- II. Evolução do conceito de calor (*contextualização histórica*);
- III. Breve histórico da termometria;
- IV. Conclusões.

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

1. Será que a história da ciência é importante no ensino de Física?
2. Que lacunas de ensino ela pode preencher?
3. Atende aos Parâmetros Curriculares Nacionais?
4. É viável? Fomos treinados para atender a esse fim?

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

O CINZA, O BRANCO E O PRETO – DA
RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO
ENSINO DA FÍSICA

M. R. Robilotta
Instituto de Física – USP
São Paulo – SP

Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 5 (Número Especial): p. 7-22, jun. 1988.

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

Formação acadêmica/titulação

1976 - 1979 Doutorado em Física.
University of London, UL, Inglaterra.
Título: Elastic pion-deuteron scattering at low energies, Ano de obtenção: 1979.
Orientador: Colin Wilkin.
Palavras-chave: espalhamento píon-déuteron; interação forte.
Grande área: Ciências Exatas e da Terra / Área: Física / Subárea: Física Nuclear.

1970 - 1974 Mestrado em Física (Conceito CAPES 7).
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Quebra da simetria quiral e cálculo de C_k / C_{pi} , Ano de Obtenção: 1974.
Orientador: Isidoro Kimel.
Palavras-chave: simetria quiral.
Grande área: Ciências Exatas e da Terra / Área: Física / Subárea: Física Nuclear.

1968 - 1969 Graduação em Física.
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

1999 - Atual Pesquisa e desenvolvimento, Instituto de Física, Departamento de Física Nuclear.

Linhas de pesquisa
Física de Hádrons
Forças Nucleares
Simetria Quiral

1971 - Atual Ensino, Física, Nível: Graduação

Disciplinas ministradas
Física 1,2,3,4
Eletromagnetismo
Introdução à Física Nuclear

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

História da Ciência no Ensino de Física;

Evolução temporal dos conceitos da ciência (Cronologia)

Tecnológico

Contexto

Social

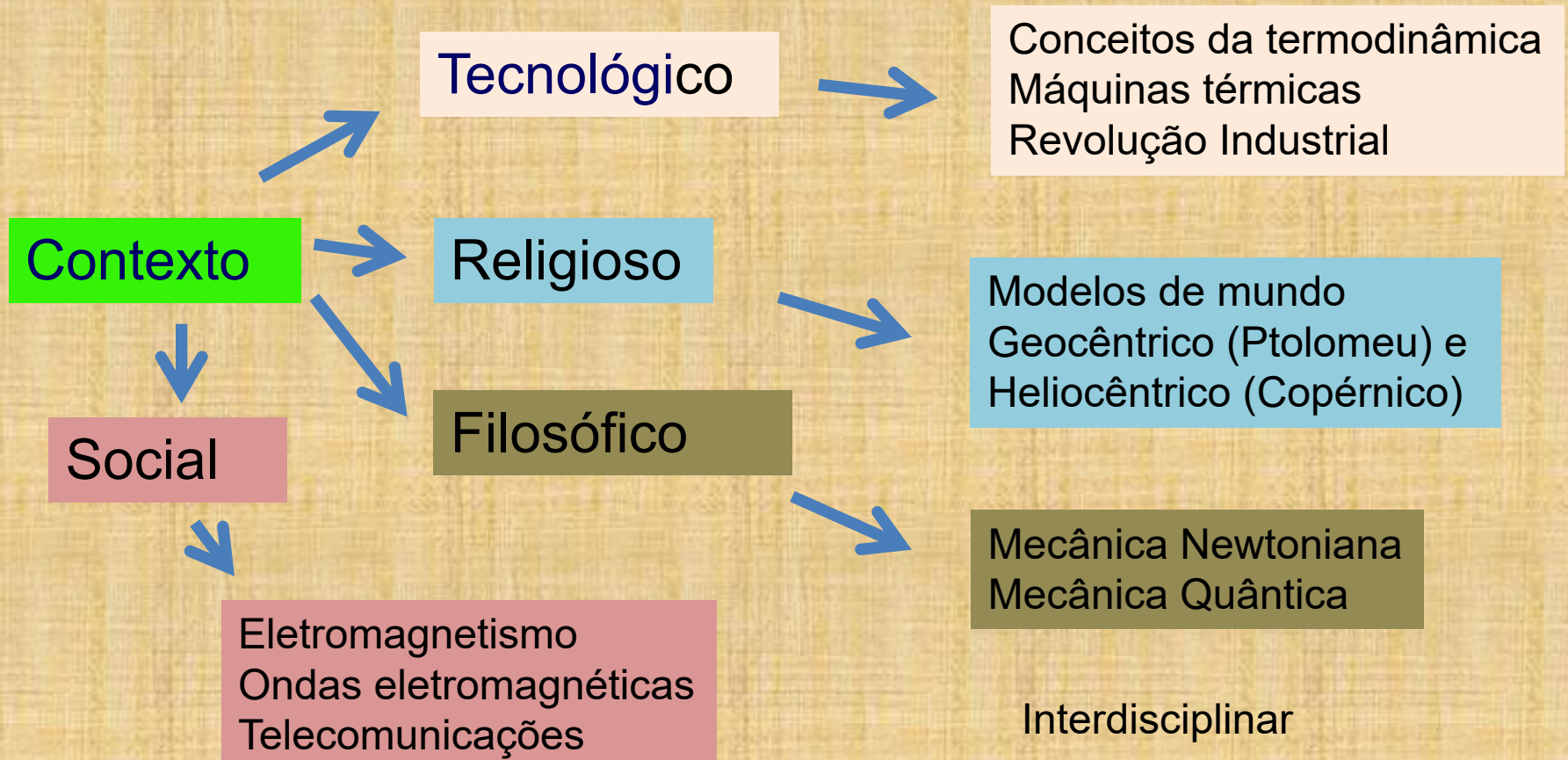
Religioso

Filosófico

Método científico

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

História da Ciência no Ensino de Física;



RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

História da Ciência no Ensino de Física;

REVOLUÇÃO NO MODO DE FAZER CIÊNCIA

Método científico



Elabora-se uma hipótese



Faz previsões

Realiza-se experimentos



Verifica sua validade

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

História da Ciência no Ensino de Física;



E o que aconteceu?



O ensino de ciências passou/passa por dificuldades.

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

As dificuldades no Ensino de Física atual

PRINCIPAIS

Fórmulas e cálculos sem sentido;

Conteúdo fragmentado (sem aplicação);

Física da sala de aula, não é a física da vida real;

Vendemos a ideia de que a física é perfeita pronta e que não falha;

Desinteresse – Desmotivação – Impossibilidade

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

“O ensino, tanto da Física como de outras áreas, acontece no cenário cinzento da passividade, da **falta de interesse** e da apatia.”

“O método educacional “mata” a curiosidade e a criatividade dos alunos”.

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

“O conhecimentos discutidos no quadro negro não se ajustam ao mundo em que o estudante vive, ele não se enquadra na vida real.”

“O ensino privilegia mais os exemplos, as fórmulas e as situações artificiais do que as situações concretas e práticas.”

(M. R. Robilotta, 1988)

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

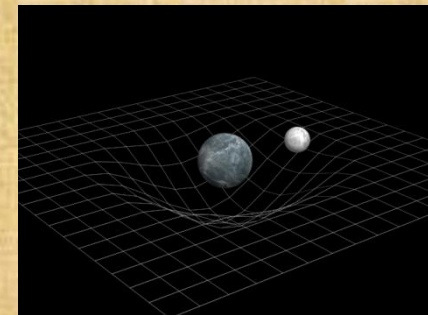
UM EXEMPLO NA MECÂNICA CLÁSSICA

“Começamos a ensinar mecânica com se fosse óbvio que o espaço é contínuo, homogêneo e isotrópico;”

“O tempo é contínuo, uniforme e absoluto”

“As massas não interferem nas propriedades do espaço.”

(M. R. Robilotta, 1988)



RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

UM EXEMPLO NA MECÂNICA CLÁSSICA

“Essa física excessivamente lógica, cristalina e límpida é precisamente falsa”

(M. R. Robilotta, 1988)

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

TRATA-SE DE UMA CRISE INTERNACIONAL

A rápida evolução da ciência



Afastamento entre o ensino de ciências e a história da ciência;

Na reaproximação há muitos elementos envolvidos:

(M. R. Matthews, 1995)

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

TRATA-SE DE UMA CRISE INTERNACIONAL

Essa crise que levou os Estados Unidos e vários outros países da Europa a reformularem suas diretrizes educacionais na década de 80.

(M. R. Matthews, 1995)

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

NO BRASIL (REFORMA EDUCACIONAL)



Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs)

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)

Mostram os interesses da lei e fornecem orientações para implantação da reforma.

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

NO BRASIL (REFORMA EDUCACIONAL) PCNs

Na “reformulação” da educação brasileira, também existiu a preocupação de **aproximar a história da ciência e o ensino de ciências;**

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

NO BRASIL (REFORMA EDUCACIONAL) PCNs

De acordo com os PCNs, a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias deve contribuir, entre outras coisas, para criar no aluno **COMPETÊNCIAS E HABILIDADES:**

INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO

Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

NO BRASIL (REFORMA EDUCACIONAL) PCNs

CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOCULTURAL

Reconhecer a física enquanto construção humana, entendendo como ela se desenvolve por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA (CONCLUSÃO)

O PAPEL DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Não têm todas as respostas para essa dificuldade, porém possuem algumas delas:

“Podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos”

“Podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico.”

(M. R. Matthews, 1995)

RELEVÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA (CONCLUSÃO)

O PAPEL DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

“Entendimento mais integral de matéria científica;”

“Podem melhorar a formação do professor proporcionando uma maior compreensão da estrutura das ciências.”

(M. R. Matthews, 1995)

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR

TEORIAS DO CALOR

1. Flogístico;
2. Calórico;
3. Energia.



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR

FOGO

A sobrevivência da espécie humana deve muito a combustão de materiais orgânicos.



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR

FOGO



Achado mostra uso do fogo por homínídeos há 1 milhão de anos

Restos de plantas incineradas e de ossos no mesmo lugar revelam fogueira usada na África do Sul para fazer comida.

Habilidade de controlar o fogo foi crucial para evolução, pois trouxe energia extra e permitiu o crescimento do cérebro

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR

FOGO

O fogo encerra dois elementos que foram objeto de intenso estudo a partir do século XVIII.



→ LUZ

→ CALOR

Pessoas assistem ao fogo queimando o Museu Nacional no Rio de Janeiro.- Foto: REUTERS/Ricardo Moraes

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Criado pela alquimia e apropriado pelos QUÍMICOS;

É geralmente atribuído ao médico e químico alemão George Ernst STAHL (1660-1734);

A palavra “**flogístico**” derivou do termo “arder” em grego;

Flogístico é um princípio material responsável pela combustibilidade das substâncias.



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Na realidade essa teoria foi proposta em 1669 pelo alquimista, também alemão, Johann Joachim BECHER (1635-1682), num livro intitulado “*Physica Subterrânea*”. Esse princípio seria talvez uma mistura dos conceitos de *fogo aristotélico* e de *enxofre alquímico*.



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Stahl, em 1703 na obra “**Specimen Beccherianum**” promove o flogístico considerando-o um princípio inflamável.

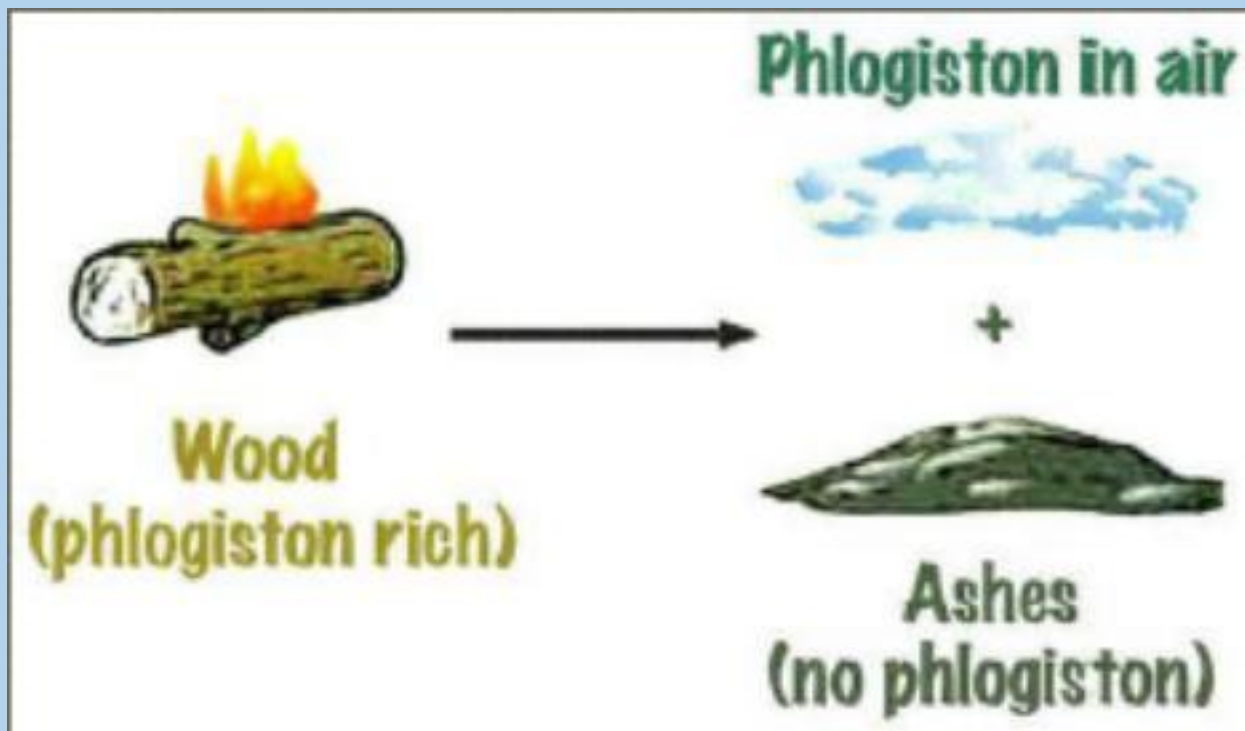
Afirma que qualquer metal é formado pela combinação:

- de uma **matéria terrosa (que se designou por “cal”)**, *variável* consoante o metal;
- com uma substância (o dito **flogístico**) que é sempre *a mesma*.

(Brito, A. S., 2008)

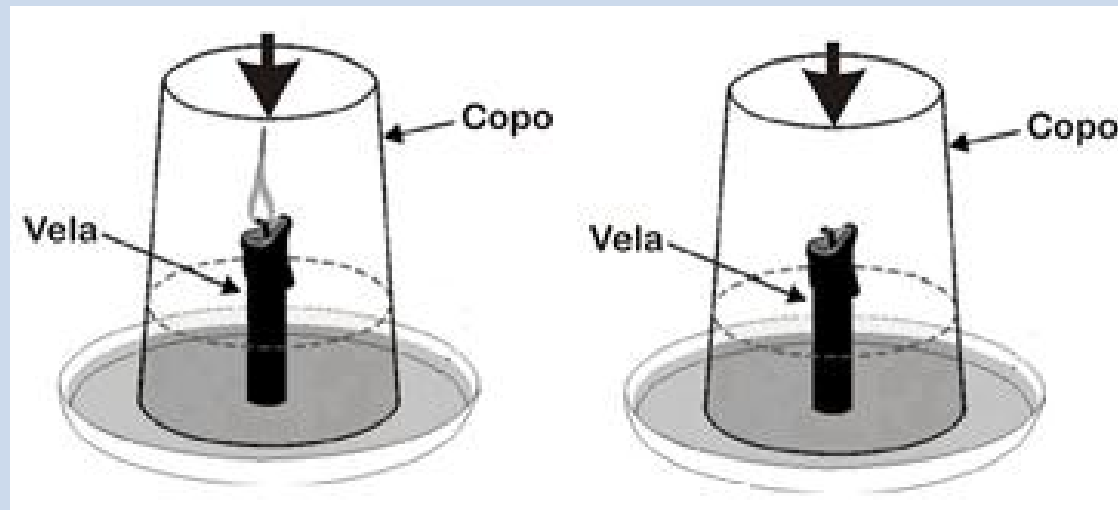
EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

A combustão era então explicada como o resultado do fato do *flogístico* abandonar a matéria queimada, indo para o ar; deixando as cinzas, que já não possuindo essa substância, deixa de arder.



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Por outro lado a não verificação da combustão na ausência do ar, era explicada pela necessidade da presença do ar para **absorver o flogístico**: assim quando uma vela arde dentro de um recipiente fechado, acaba por se apagar porque o ar saturado de *flogístico* libertado não pode contê-lo mais;



Stahl levava mesmo mais longe as propriedades dessa entidade, atribuindo-lhe o princípio da cor e do odor dos corpos.

(OBS: Stahl era adepto do animismo);

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Os princípios genéricos que orientavam essa teoria foram resumidos, por Macquer (1718-1784) num artigo do “*Dictionnaire de Chimie*”, publicado em 1778:

“O flogístico deve ser tomado como o fogo elementar combinado e tornado num dos princípios constitutivos dos corpos combustíveis; sempre que o flogístico se combina com uma substância não inflamável, dá lugar a um novo composto capaz de se inflamar; o flogístico não tem a mesma afinidade para todas as substâncias; combina facilmente com os sólidos mas tem dificuldade em se combinar com os materiais fluidos leves e voláteis [...]”.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Mas este modelo não era isento de falhas e contradições:

1. se as cinzas de determinadas substâncias são menos pesadas que o produto inicial (na realidade por perda na atmosfera de produtos da combustão). O composto produzido pela calcinação de um metal é mais pesado que o metal de partida, havendo então excesso de peso;

Esse problema não deve ter incomodado Stahl, nem tão pouco alguns dos sucessivos adeptos da teoria que meteram a sua colherada no tema, tentando tranquilamente ultrapassar as falhas que iam surgindo com as mais estranhas e inconcebíveis explicações, inclusive atribuindo ao *flogístico* um “*peso negativo*”!

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

No séc. XVIII, a Química começava a desabrochar como ciência, tendo-se destacado os nomes de vários cientistas que abordaram as reações químicas. Entre eles sobressaíram:

Joseph BLACK (1728-1799), médico e químico escocês;

Henry CAVENDISH (1731-1810), físico e químico inglês;

Joseph PRIESTLEY (1733-1804), químico inglês;

Carl Wilhelm SCHELLE (1742-1786), químico e farmacêutico sueco;

Antoine Laurent de LAVOISIER (1743-1794), químico francês e;

Daniel RUTHERFORD (1749-1819) químico escocês.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Todos esses cientistas estiveram envolvidos na descoberta ou, pelo menos, na caracterização de diversos gases. Ver-se á como cada um encarou o problema do *flogístico*.



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

A palavra **gás** foi criada, em 1625, por Jan Baptiste VAN HELMONT (1579-1644), químico flamengo, a partir do termo grego *khaos* (*caos*), referenciando as libertações que observava em determinados fenômenos químicos, ou, segundo alguns autores, a partir da palavra flamenga *ghoast*, significando espírito.



O termo difundiu-se por todas as línguas da Europa, mas nessa altura preferia-se o termo **“ar”**.

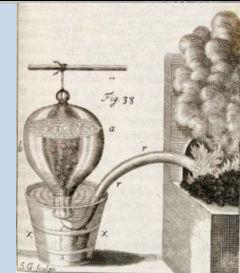
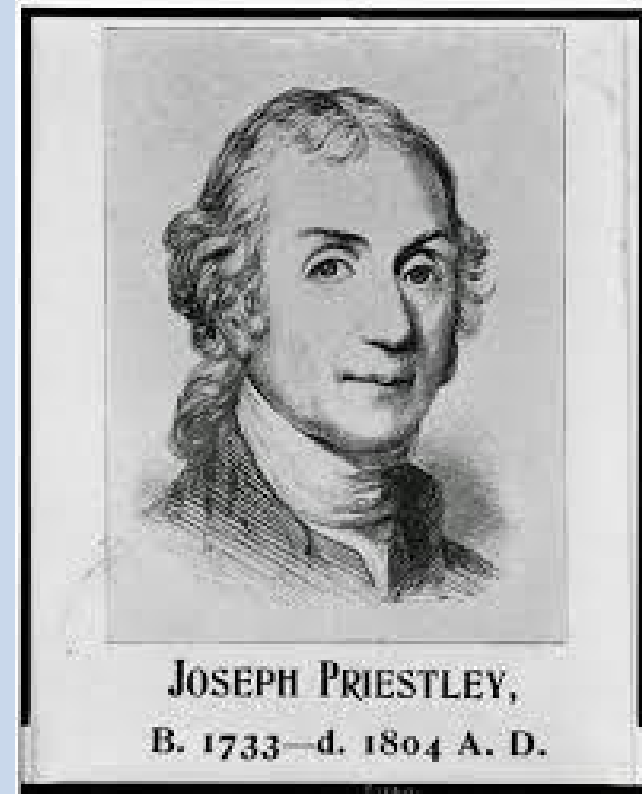
Surgiram assim com as descobertas dos cientistas citados diversos “ares”, todos eles de algum modo relacionados com o flogístico.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Priestley identificou vários gases graças a um dispositivo que inventou para a recolha de gases solúveis em água;

Em 1768 isolou o dióxido de carbono produzido na fermentação da cerveja. Mas a sua maior descoberta foi a do oxigênio, em 1774. Pensava que era um gás sem *flogístico* chamando-o de **ar desflogisticado** ou **ar bom**;

Escreveu “Experiências e Observações sobre as Diferentes Espécies de Ar” onde explicava as suas descobertas em termos do modelo *flogístico*, conceito que o acompanhou até ao fim da vida.



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Resumindo, surgiram assim diversos “*ares*”

- *ar fixo*, o dióxido de carbono;
- *ar inflamável*, o hidrogênio;
- *ar flogisticado ou ar morto*, o nitrogênio;
- *ar deflogisticado ou ar vital*, o oxigênio, além de outros.

Foi Lavoisier quem posteriormente deu a esses gases os nomes atuais.

A COMBUSTÃO

- Estava portanto longe de ser adequadamente compreendida;

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

- Cavendish, como muitos outros, pensava que essa reação envolvia, não a remoção do oxigênio do ar, mas, pelo contrário, a captação de *flogístico* pelo ar;
- Explicou a produção do ácido nítrico a partir do “*ar flogisticado*” (*nitrogênio*);
- Demonstrou também que a água não era um elemento simples mas sim um composto.



Este fato iria ser fundamental para a demolição do modelo do *flogístico* e na compreensão da realidade da combustão.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Foi porém Lavoisier quem veio a afirmar que a água é formada a partir da combinação do “*ar inflamável*” (hidrogênio) e “*ar deflogisticado*” (oxigênio);



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Assim enquanto a química ainda não era propriamente uma ciência, mas um conjunto de conhecimentos vagos e essencialmente qualitativos, o modelo do *flogístico* foi funcionando;

Bastaria alguém começar a tomar nota dos pesos dos reagentes e dos produtos das reações, isto é, a quantificar o que se passava na combustão, para concluir que com ela as substâncias tornavam-se mais pesadas e não mais leves, pois com a reação algo entrava, ou seja combinava-se com essas substâncias e não escapava delas;

A balança passaria a ser o instrumento fundamental da Química.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Foi Joseph Black, e os seus sucessores, quem deu início a medições exatas do que se passava nas reações, verificando que o modelo do *flogístico estava condenado*;



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

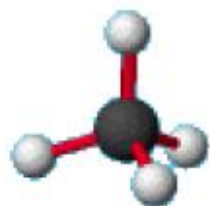
- Black, fez várias experiências nas quais a balança era o instrumento básico, pesando tudo cuidadosamente; pôde até determinar o peso do “*ar fixo*” *ganho ou perdido nas várias reações*;
- *Os resultados* dessas investigações eram sobretudo apresentados aos seus alunos das Universidades de Glasgow e de Edimburgo, onde lecionou, não tendo porém publicado quase nada;
- Black também mostrou o seu ceticismo em relação ao *flogístico* ao verificar que na transformação do calcário em cal há perda de peso, o que os defensores do *flogístico prontamente* tentaram explicar pela referida *propriedade anti-peso* desse elemento!

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

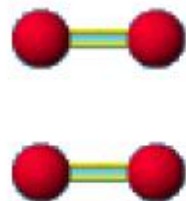
Seria porém o grande químico **Lavoisier**, quem destronaria a *teoria do flogístico*, interpretando de modo correto as reações de oxidação, como combustões, calcinações etc., e lançando os fundamentos da análise química quantitativa.

A combustão é um processo químico em que o oxigênio combina-se com outros elementos

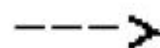
EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)



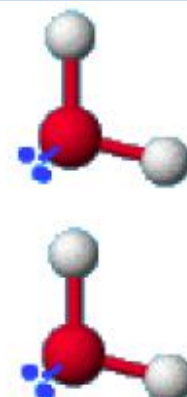
Methane



Oxygen



Carbon Dioxide



Water

Combustion Reaction

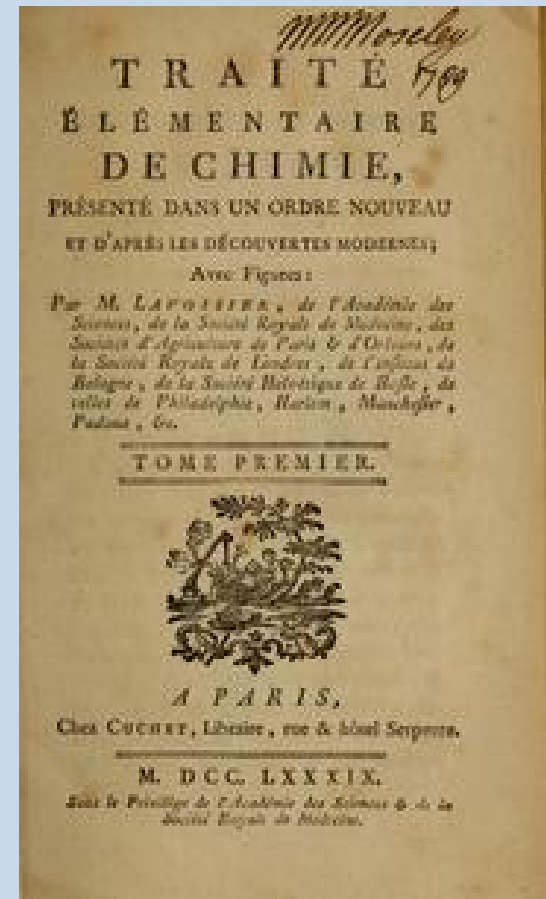
EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

Entre os escritos de Lavoisier destaca-se a monumental obra prima

“*Traité Élémentaire de Chemie*”

Onde resumiu o trabalho da sua vida, há quem considere que ela corresponde para a Química o que os “*Principia*” de Newton significam na Física;

Nele são descritos os motivos da rejeição da teoria do *flogístico*, descrevendo as experiências por si realizadas evidenciando o papel fundamental do oxigênio.



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (FLOGÍSTICO)

O conjunto da obra deste grande cientista –

a rejeição do *flogístico*;

a interpretação correta dos fenômenos da combustão;

a Lei de Conservação da Massa,

a composição do ar,

a análise e a síntese da água,

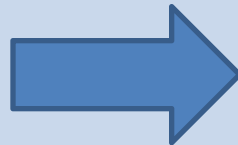
o método de trabalho experimental essencialmente quantitativo,

o sistema lógico de Nomenclatura Química, estabelecendo a diferença entre os elementos simples e os compostos, etc.;

- leva-o a ser considerado **o fundador da Química como Ciência.**

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Fim do flogístico



Início do calórico

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Na antiguidade o *fogo* foi considerado como um dos quatro elementos da matéria, propostos por EMPÉDOCLES, como “*as raízes de todas as coisas*”.

HERÁCLITO (~550-~480 a.C.), filósofo grego da escola de Mileto, reconhecia ser o fogo o princípio primeiro de todas as coisas, sendo em simultâneo a matéria originária de tudo quanto existe e o princípio explicativo do movimento;

ARISTÓTELES (384-322 a.C.) considerava o fogo como o *movimento de partículas extremamente pequenas*;

Esse caráter material do fogo (*fluido sutil*) foi igualmente adotado pelos alquimistas e persistiu ao longo dos séculos. Vamos encontrá-lo no século XVIII com o nome de **calórico**, conceito que perdurou até meados do séc. XIX, só sendo eliminado pela **Termodinâmica** e pela **Teoria Cinética dos Gases**.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

As atenções sobre o fenômeno do calor e as suas transformações deixam o âmbito das especulações qualitativas, entrando progressivamente no domínio da análise quantitativa;

Mas surgiam algumas dificuldades resultantes de se pensar poder tratar o calor segundo os princípios da concepção mecanicista do universo;

As tentativas de considerar o calor como substância material sujeito a pesagem resultavam em fracasso pois verificava-se que os corpos aquecidos não pesavam mais do que quando frios;

Para sair dessa dificuldade não se hesitou em optar pela atribuição ao calor da propriedade de ***imponderabilidade***. E eminentes cientistas abraçaram de bom grado essa teoria;

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Joseph Black, por volta de 1760, dedicou-se a estudar o calor, tema que o fascinava;

Sempre utilizando o seu método de rigorosas medições, realizou ensaios estudando a transição entre os estados líquido e sólido que o levaram à definição de **calor latente (1761)**;

Fato igualmente importante foi Black ter feito uma distinção crucial entre os conceitos de ***calor e temperatura***.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

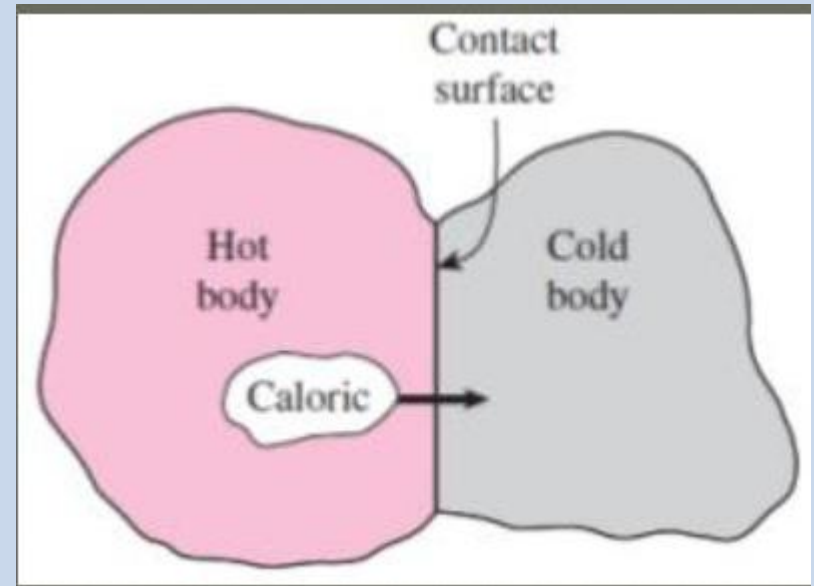
Todavia é-lhe atribuída a sugestão da hipótese do **calórico** para explicar os fenômenos caloríficos.

E mais uma vez esse fluido vinha cuidadosamente envolvido por uma série de estranhos atributos

– **indestrutível, imponderável, dotado de grande elasticidade, e auto repulsivo, tendo ainda a capacidade de, sob a influência de causas exteriores bem definidas, penetrar em todos os corpos-**

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Deste modo cada corpo possuía o referido **calórico** que quando fluía para fora do mesmo fazia sentir esse fato pelo abaixamento da temperatura, e vice-versa;

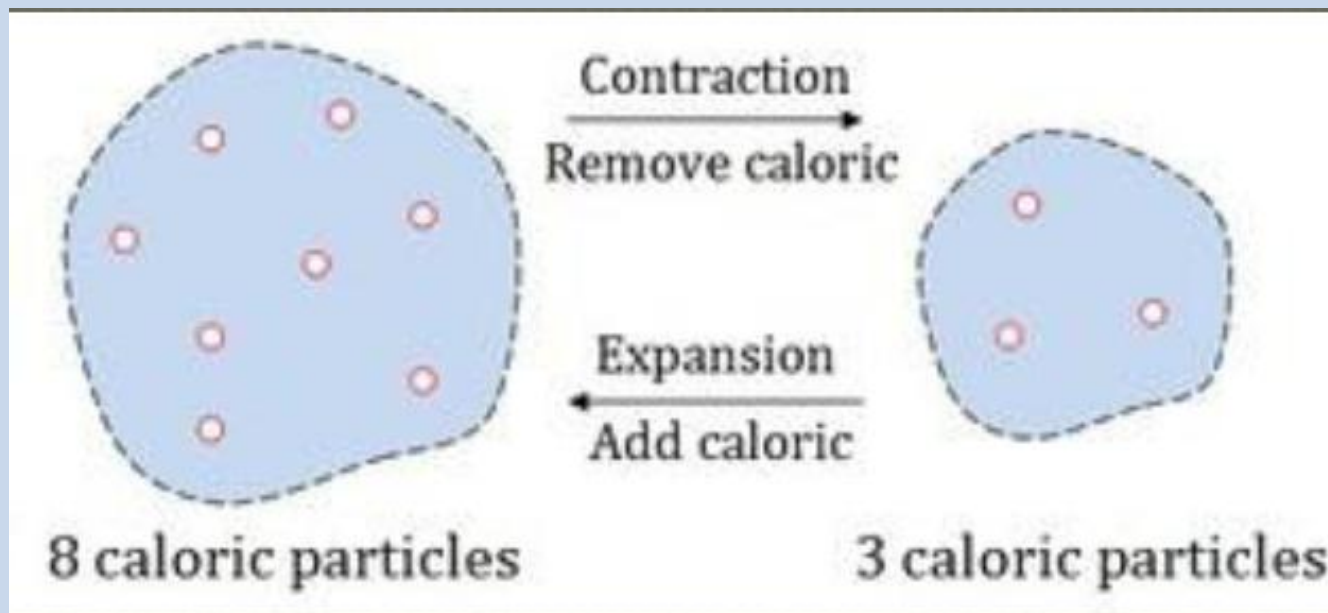


Essa explicação do calor em termos do *calórico* (com o sentido de *matéria do calor ou fluido térmico*) foi largamente aceite até meados do século seguinte. Teve sem dúvida bastante influência, ajudando a explicar muitos (mas não todos!), aspectos do fenómeno do calor;

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Assim, os diferentes calores específicos das diferentes substâncias eram explicados considerando que o calórico era atraído de modo desigual pelas diferentes espécies de matéria;

Por sua vez a dilatação produzida pelo aquecimento explicava-se pela auto-repulsão do calórico;



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

A água era uma combinação do gelo com *calórico* numa determinada proporção, e o vapor era outra combinação da água com uma maior percentagem de *calórico*;

Daí facilmente se explicava a passagem da água do estado sólido ao líquido e desse ao de vapor. Como essas, outras engenhosas explicações foram surgindo para todas as dúvidas levantadas...

A condição de ***imponderabilidade do calórico*** foi o maior motivo de discussão;

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Lavoisier, entre outras notáveis contribuições estabeleceu a primeira tabela de elementos químicos, embora muito incipiente, mas sem dúvida núcleo da posteriormente formada;

Porém, por estranho que pareça, incluiu nessa tabela, a par do oxigênio, nitrogênio, enxofre, ouro, etc., num total de 33 elementos, esse pseudo-elemento, designado “**calórico**”;

Chega a escrever “**o calórico combina-se com o sólido formando o líquido, que combinando-se com o calórico forma o gás**”;

Alguns autores atribuem mesmo a Lavoisier a criação do termo;

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Numa memória apresentada em 1783, juntamente com Pierre Simon LAPLACE (1749-1827), à Academia das Ciências, Lavoisier reconhece estarem os físicos divididos quanto à natureza do calor:

- Um fluido que penetra nos corpos consoante a sua temperatura e a sua capacidade para o reter, ou;
- O resultado da agitação das partículas constituintes da matéria. E, hesitando, afirma a possibilidade das duas hipóteses se verificarem ...

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Nos alvares da Revolução Industrial, o tema do calor começava a despertar o interesse de muitos setores da Física e várias razões ajudaram a por de parte a hipótese do *calórico*, admitindo-se que a temperatura de um corpo, noção intimamente ligada à do calor, seria uma consequência da maior ou menor agitação das moléculas constituinte desse corpo.

Destacam-se, entre outros, os sucessivos trabalhos de:

Benjamin THOMPSON (1753- 1814), físico americano;

Humphrey DAVY (1778-1829), físico e químico inglês;

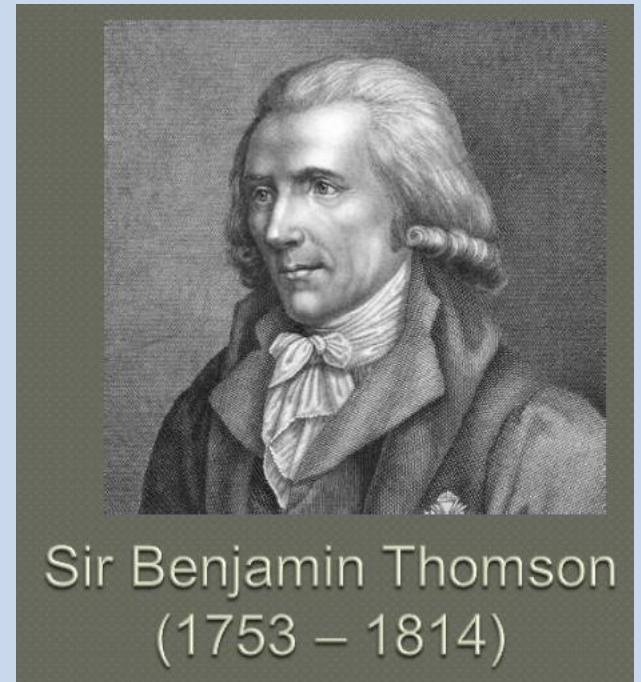
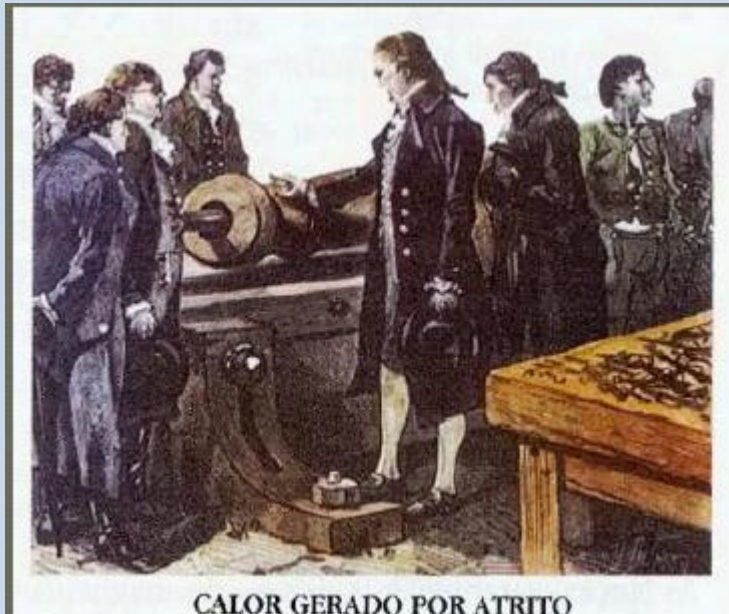
James Prescott JOULE (1818-1889) físico britânico;

Julius Robert von MAYER (1814-1878), médico e físico alemão, e o seu compatriota;

Rudolf Julius Emmanuel CLAUSIUS (1822 -1888).

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Thomson trabalhando como engenheiro militar ao serviço do governo da Baviera, onde obteve mais tarde o título de conde de Rumford, investigou experimentalmente, por volta de 1798, a produção de calor por *atrito numa fábrica de canhões de Munique*;



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Essas experiências consistiram em fazer rodar uma peça metálica sobre outra, ambas mergulhadas num recipiente com água, podendo assim medir a elevação da temperatura da água, resultante do calor produzido pelo atrito entre as peças;

Verificou que levando a água à ebulição, o que sucedeu ao fim de escassas duas horas, o processo poderia continuar enquanto as peças se movessem uma sobre outra;

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Verificou ainda que não se produzia qualquer alteração do peso dos corpos. Das conclusões que tirou, Rumford publicou em 1798 nos “***Philosophical Transactions***” um artigo em que punha em dúvida o caráter material da tal substância, afirmando:

“aquilo que um corpo isolado ou um sistema de corpos pode continuar a fornecer sem limitação não pode ser uma substância material”,

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Atribuindo antes ao movimento a explicação dos fenômenos observados. Thompson praticamente elimina o *calórico* e preconiza os fundamentos do **1º Princípio da Termodinâmica...**

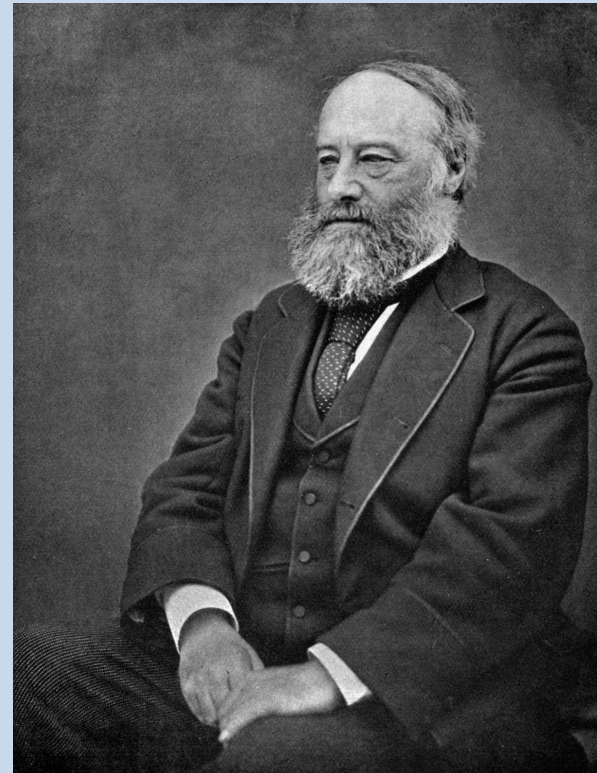
Davy, professor na Royal Institution de Londres (cujos trabalhos científicos levaram-no ao título de Sir), publicou igualmente os resultados de experiências, baseadas também na fricção, concluindo em 1812 que **“a causa imediata dos fenômenos caloríficos é o movimento”**. Contudo nem as conclusões de Rumford nem as de Davy, foram suficientes para demover os partidários do *calórico* como *calor-substância*;



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Joule, depois de uma investigação mal sucedida no campo do electromagnetismo, dedicou-se a estudar, por meio de longas séries de experiências, as relações entre o trabalho e diferentes formas de energia;

De início, tinha então 23 anos, estudou as relações entre a eletricidade e o calor, de que resultou a conhecida **Lei de Joule**, tendo depois desenvolvido a clássica experiência na qual demonstrou que o trabalho se converte em calor;



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Deve-se no entanto a Mayer, em 1840, o primeiro enunciado claro da equivalência entre calor e trabalho, e uma precisa determinação do ***equivalente mecânico do calor***, dando os passos finais no sentido de uma correta interpretação do calor.

O ***Primeiro Princípio da Termodinâmica***, que traduz essa equivalência é hoje também conhecido por ***Princípio de Mayer***.



Julius Robert von Mayer

geb. zu Heilbronn am 25. November 1814
gest. ebendasselbst am 20. März 1878.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

CALÓRICO

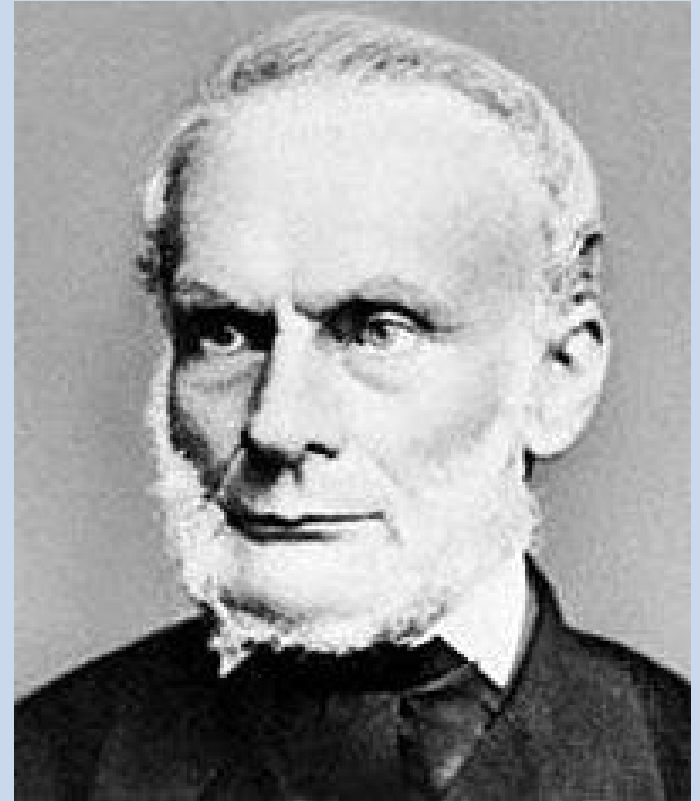


ENERGIA

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (ENERGIA)

Num monumental trabalho iniciado em 1850, Clausius teorizou que o calor e o trabalho não eram mais que duas vertentes de um único fenômeno que viria a ser denominado ***energia***;

O que significava que uma unidade de trabalho podia ser convertida numa unidade de calor sem afetar a energia total do universo que permanecia constante;



EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (CALÓRICO)

Esse conceito inovador, abrangendo todas as formas de energia, veio a ser designado por ***Princípio da Conservação da Energia***.

“num sistema isolado a energia total permanece constante quaisquer que sejam as transformações sofridas pelo sistema”

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CALOR (ENERGIA)

O **calórico** foi assim o mais efêmero dos conceitos aqui abordados;

Foi influente em grande parte do séc. XVIII, mas nos finais da década de 1790 já era óbvio que se tornara muito controverso e em meados do séc. XIX passara à História...

Em 1921 o físico alemão Max BORN (1882-1970), ao formular um novo enunciado do **1º Princípio da Termodinâmica**, estabeleceu uma definição precisa de quantidade de calor, que resulta da energia cinética global das moléculas de um corpo.

EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA



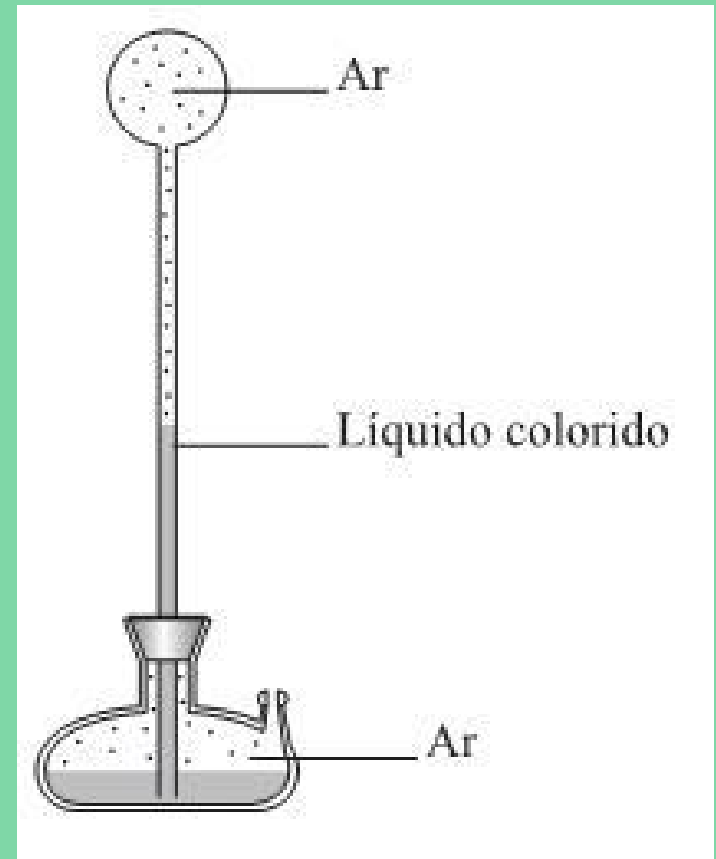
EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (TERMOSCÓPIO)

A invenção do termoscópio, teve papel primordial no desenvolvimento da termologia, sendo mencionado por numerosos estudiosos entre o final do século XVI e o início do XVII.

Este instrumento consiste de um bulbo contendo um tubo longo com um extremo mergulhado em um líquido (água, etanol, vinho);

Quando o ar restante no tubo e no bulbo era aquecido ou esfriado, o nível do líquido no tubo variava;

Um grave defeito deste aparelho é a sua sensibilidade à variação da pressão atmosférica.



EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (TERMÔMETROS)

O desenvolvimento seguinte teve lugar em Florença, na chamada Academia Dei Cimento (1657-1667). O líquido de enchimento era preferencialmente o etanol, por se dilatar mais que o mercúrio;

O formato dos termômetros era idêntico aos de hoje, eram fechados (ao contrário dos termoscópios), mas o ar interior não era expulso antes da selagem do tubo, o que impedia a dilatação uniforme do líquido;

Porém, ao selar o tubo, a influência da pressão atmosférica sobre a medida desaparecia;

Esse aspecto foi um importante avanço na evolução do instrumento;

Aparentemente, os pontos fixos eram as temperaturas do inverno e verão florentinos.

EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (TERMÔMETROS)

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!

Em 1694, Renaldini (1615-1698) trocou o ponto de fusão deste pelo de ebulição da água, que era mais prático e reprodutível;

Isaac Newton (1642-1727) publicou em 1701 um artigo, *A Scale of Degrees of Heat and Cold*, onde também mencionava a ebulição da água como segundo ponto fixo em sua escala termométrica, além da fusão do gelo (esse artigo também menciona a lei de resfriamento que leva seu nome);

EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (TERMÔMETROS)

A grande dificuldade neste aspecto era o emprego de toda sorte de misturas refrigerantes:

(água + gelo, gelo + sal de cozinha, gelo + cinzas, gelo + carvão, neve + etanol, neve ou gelo em fusão...)

e de vários sensores de temperatura:

(afora o álcool e o mercúrio, tem-se referência ao uso de alcatrão, óleo de linhaça e de azeite de oliva).

Assim, determinar a “temperatura” de um corpo naquele tempo dependia do modo de cada um construir seu instrumento.

EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (TERMÔMETROS)

Em 1702, o astrônomo Ole Roemer (1644-1710) utilizando dois pontos fixos em sua escala (fusão do gelo e ebulição da água) deu início à criação de escalas termométricas que se assemelham às que se conhecem hoje em dia, e à construção de termômetros muito próximos aos que se conhece hoje;

Contudo, o uso sistemático de termômetros teve um início bastante difícil. Face a problemas culturais, de comunicação, guerras, diferentes interpretações do fenômeno da temperatura e diferentes maneiras de construir o instrumento, uma enorme quantidade de escalas termométricas foram propostas ao longo do século XVIII, o que dificultava enormemente a interpretação de resultados obtidos em um país em outros;

Hà referência a 27 escalas em uso na Europa em 1778!

EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (TERMÔMETROS)

Três dessas 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 ($0\text{ }^{\circ}R$) e o ponto de ebulição desta ($80\text{ }^{\circ}R$);
- 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 ($0\text{ }^{\circ}F$) e a temperatura de corpo humano ($100\text{ }^{\circ}F$);
- c) A escala Celsius, proposta por Anders Celsius (1701-1744). Usou o ponto de ebulição da água em uma extremidade ($0\text{ }^{\circ}C$) e o de congelamento na outra ($100\text{ }^{\circ}C$).

OBS: A inversão da escala tal como se usa hoje é motivo de controvérsias, mas, talvez isso se deva a outro sueco, o médico Carl von Linné ou Carolus Linnaeus (1707-1778) que convenceu um fabricante de instrumentos científicos, Daniel Ekstrom (1711-1760), que era mais conveniente para seu trabalho.

EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (TERMÔMETROS)

Naquela época, as escalas sempre se iniciavam do zero, diferindo apenas sobre a posição desse zero segundo a mistura refrigerante usada;

Ao que parece, o que se buscava era trabalhar com misturas refrigerantes as mais frias possíveis para a marcação do “zero”.

EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (FAHRENHEIT)

Os trabalhos de Fahrenheit foram primordiais para o desenvolvimento da moderna termometria;

Ele construiu um termômetro de mercúrio (1714) de uso prático (menor tamanho), adotando também a prática de ferver o tubo para expulsar o ar do interior antes do fechamento do mesmo;

Além disso, desenvolveu um método para tratar o mercúrio de forma que este não aderisse a um tubo de vidro;

Na época, os termômetros feitos com etanol tornavam difícil medir altas temperaturas porque o ponto de ebulição do líquido é muito baixo $78,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (CELSIUS)

Em 1794, definiu-se que o grau termométrico seria a centésima parte da distância entre o ponto de fusão do gelo e o de ebulição da água fervente. Surgia assim, a escala centígrada, a outra denominação da Escala Celsius (em 1948, a IX Conferência Internacional de Pesos e Medidas mudou a menção para grau Celsius);

A partir do momento em que a temperatura passou a ser determinada com precisão satisfatória, várias grandezas ganharam um importante significado prático no desenvolvimento da Física e da Química a partir do final do século XVIII;

Conceitos como calor específico, calores latentes de fusão e de vaporização, condutividade térmica, etc, foram estabelecidos e ganharam metodologias práticas de medida, inviáveis se a termometria não tivesse atingido o grau de desenvolvimento verificado a partir da época de Fahrenheit.

EVOLUÇÃO DA MEDIÇÃO DA TEMPERATURA (KELVIN)

As moléculas de um gás estão em movimento desordenado, denominado agitação ou movimento térmico;

Quanto mais intensa a agitação térmica das moléculas, maior será a energia cinética de cada uma e em consequência maior a temperatura;

Assim, pode-se imaginar que a temperatura mais baixa que pode existir é um estado térmico em que a agitação térmica, isto é, as moléculas estão em repouso;

A esse limite inferior de temperatura dá-se o nome de zero absoluto;

Baseado neste estado térmico William Thomson (1824-1907, mais tarde Lord Kelvin) estabeleceu, em 1848, a escala absoluta.

(SÍNTESE ... Recapitulando)

- O ensino de Física atual;
- Lei 9394/96 Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB);
- O papel da História da ciência no ensino de física;
- Exemplo da evolução do conceito de calor;

CONCLUSÃO

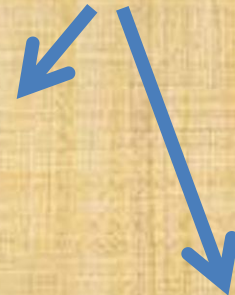
● História da ciência

Uma das forma de melhorar o ensino

Humanizar as ciências

Método científico

Contextualização



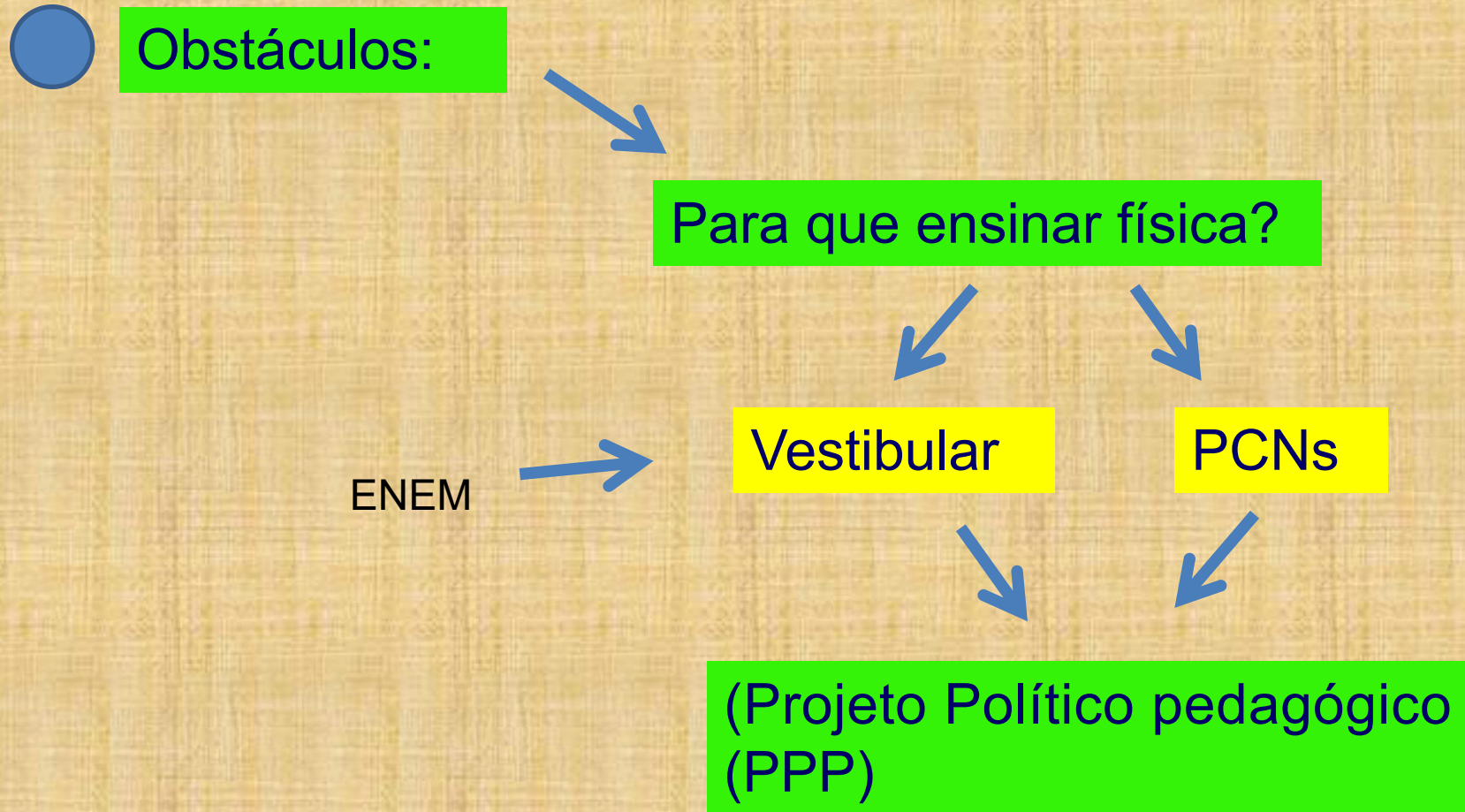
CONCLUSÃO

História da ciência



● Ensino não apenas de ciência, mas um ensino sobre ciência.

CONCLUSÃO



CONCLUSÃO

- Necessidade de formar melhor o professor com esse enfoque;

- Necessidade de melhorar os livros didáticos nesse aspecto;

BIBLIOGRAFIA

- Robilotta, M. R. O Cinza, o Branco e o Preto: da relevância da história da ciência no ensino de física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, v.5, número especial, p.7-22.* (1988). ;
- Matthews M.R., *Caderno Catarinense Ensino de Física* 12, 164 (1995);
- LDB/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional);
- Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs);
- Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs);
- Brito A. A. S. Flogístico, Calórico e Éter. *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, Vol. 20, n.º 3/4, 2008;
- 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)