

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

ANDRÉIA DE SOUSA RAMOS

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE  
TERMOLOGIA A PARTIR DE UMA ABORDAGEM CTSA**

MARINGÁ

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

ANDREIA DE SOUSA RAMOS

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE  
TERMOLOGIA A PARTIR DE UMA ABORDAGEM CTSA**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, sob orientação do professor Dr. Ricardo Francisco Pereira, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira

MARINGÁ - PR

2019

ANDRÉIA DE SOUSA RAMOS

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE  
TERMOLOGIA A PARTIR DE UMA ABORDAGEM CTSA**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, sob orientação do professor Dr. Ricardo Francisco Pereira, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciatura em Física.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. RICARDO FRANCISCO PEREIRA – Orientador  
Universidade Estadual de Maringá – UEM

---

Prof. MSc. IVANILDO FABRÍCIO DE OLIVEIRA  
Universidade Estadual de Maringá - UEM

---

Prof. Dra. POLÔNIA ALTOÉ FUSINATO  
Universidade Estadual de Maringá – UEM

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por possibilitar a caminhada até aqui, pela proteção durante as viagens até a universidade e pela força para enfrentar as incontáveis noites em claro.

À minha mãe Maria, por não medir esforços para que eu concluísse os estudos, dando-me apoio incondicional e motivando-me sempre que eu desanimava, ao meu pai Severino e ao meu irmão Márcio, pelo incentivo em momentos decisivos desta caminhada.

Ao meu esposo Vagner, pela paciência, pela dedicação e pelo apoio incondicional durante todo o percurso.

Ao meu avô (*in memoriam*), que sempre me incentivou para terminar essa jornada, mas não teve tempo de vê-la concluída.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira, por todas as correções necessárias para que este trabalho fosse concluído.

A minha amiga Mariana, por todo apoio durante o curso, pelos conselhos e por acreditar que eu conseguiria finalizar esta caminhada.

Aos meus amigos do curso, pela experiência proporcionada, em especial ao Hugo e ao Gabriel, por toda ajuda oferecida ao longo do curso.

A minha professora de Física do Ensino Médio, Ana Cláudia, fonte de inspiração em minha decisão pela licenciatura.

Aos membros da banca, pelo tempo disponibilizado à leitura deste trabalho.

E aos professores do Departamento de Física, pelo conhecimento proporcionado durante toda a graduação.

*Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção.*

*Paulo Freire*

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma contextualização do ensino de Física e as principais dificuldades no ensino-aprendizagem vivenciadas nas salas de aulas. Após esse primeiro momento, apresentamos uma discussão sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), sua importância, seus objetivos e por fim, apresentamos uma proposta de Sequência Didática com enfoque CTSA abrangendo conteúdos iniciais de Termologia, previstos para o segundo ano do Ensino Médio, contemplando os temas: Temperatura, Termômetro e Escalas Termométricas; Calor, sua propagação e Dilatação Térmica. A Sequência Didática tem como objetivo priorizar uma abordagem desses conceitos de forma mais atrativa e contextualizada, para tentar resgatar o interesse dos estudantes pela Física.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física; CTSA; Termologia.

## **ABSTRACT**

This paper presents a contextualization of the teaching of physics and the main difficulties in teaching-learning experienced in classrooms. After this first moment, we present a discussion about Science, Technology, Society and Environment (CTSA), its importance, its objectives and finally, we present a proposal of didactic sequence with focus CTSA covering initial contents of Thermology, scheduled for the second year of the year. High School, covering the themes: Temperature, Thermometer and Thermometric Scales; Heat, its propagation and thermal expansion. The didactic sequence aims to prioritize a more attractive and contextualized approach to these concepts, in order to try to rescue students' interest in physics.

**KEYWORDS:** Physics Teaching; CTSA; Thermology.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1	Ensino de Física no Brasil e seus obstáculos .....	3
2.2	Movimento CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.....	6
2.3	Perspectivas da abordagem CTSA no ensino de Física .....	9
2.4	A Sequência Didática (SD).....	12
3.	PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.....	14
3.1	Proposta de Sequência Didática .....	15
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
5.	REFERÊNCIAS .....	20
6.	ANEXOS .....	23
6.1	A Sequência Didática proposta para o ensino de Termologia.....	23

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino de Física têm sido alvo de muitas críticas por parte dos especialistas em educação (ATAIDE et al., 2005; ALVES, 2005; FERNANDES, 1997; MOREIRA, 2011) porque, na maioria das vezes é ministrado de maneira tradicional, ou seja, é baseado apenas na transmissão verbal de conceitos e demanda do aluno somente a memorização de equações, utilizadas em operações matemáticas abstratas. Essa abstração excessiva não permite que a Física seja trabalhada de maneira contextualizada, impedindo que o aluno compreenda a relação entre a Física do seu cotidiano e a Física ensinada na escola (PIETROCOLA, 2002). Esse tradicionalismo causa impactos negativos na aprendizagem dos alunos, pois estimula a falta de interesse deles pelas aulas (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007).

Na tentativa de minimizar as dificuldades encontradas e para se alcançar um ensino de Física de qualidade, entendemos que é necessária uma abordagem na sala de aula que priorize metodologias e recursos capazes de enfrentar esses problemas facilitando a aprendizagem dos alunos. Nesse contexto, entendemos que uma abordagem voltada para a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) tem o potencial de tornar o ensino de Física mais interessante para os alunos.

Uma abordagem CTSA propõe atividades que levam o aluno a uma postura crítica em relação à Ciência e a Tecnologia e ao desenvolvimento do pensamento científico, além de relacionar o conteúdo com a Natureza e suas relações com a Sociedade e o Ambiente. A Tecnologia revolucionou o modo de vida da sociedade e no ambiente escolar ela surge como potencializadora do ensino-aprendizagem, embora ainda seja um recurso educacional pouco explorado. Conforme salienta Auler (2007),

A educação baseada no enfoque CTS<sup>1</sup> tem como objetivo promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza, da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual (p.1).

---

<sup>1</sup> A literatura traz duas nomenclaturas para o estudo das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e a Sociedade: CTS e CTSA. Esta última, acrescida da letra "A", dá ênfase à importância da educação ambiental dentro do movimento CTS. Porém, a nomenclatura CTSA divide o entendimento de especialistas, alguns defendem que a educação ambiental já é algo inseparável ao estudo CTS, sendo assim, já está incluso nesse trio (SANTOS, 2007). Nesse trabalho, as trataremos como sinônimos.

Auler (2007) reforça a importância de formar cidadãos críticos, tão necessário na atualidade, assim, espera-se que haja uma maior inserção de temas a partir de uma abordagem CTSA na tentativa de gerar um maior engajamento dos alunos na compreensão das relações da Física com o cotidiano das pessoas.

Dado o contexto apresentado, nosso trabalho propõe uma Sequência Didática (SD) com o objetivo de trabalhar com alguns temas iniciais de Física Térmica a partir de uma abordagem CTSA na tentativa de criar um ambiente propício para a discussão de Ciência e Tecnologia, propondo atividades que alterem o papel dos alunos, de passivos ouvintes para ativos participantes na discussão de temas relevantes para a sociedade.

Esperamos que a SD seja capaz de auxiliar em uma compreensão mais efetiva dos conceitos físicos, assim como o desenvolvimento dos valores e habilidades ligados a Ciência e Tecnologia, levando em consideração seus impactos sobre a sociedade e o meio ambiente.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Ensino de Física no Brasil e seus obstáculos**

O ensino de Física tem sido fortemente influenciado pelas práticas docentes tradicionalistas que causam grandes dificuldades na aprendizagem, sendo cada vez mais ineficiente e inflando o desinteresse dos estudantes pelas aulas (CUNHA; MOREIRA, 2009). Esses obstáculos persistem devido a vários fatores, dos quais destacamos a dependência excessiva do livro didático, que torna o ensino descontextualizado e sem significado para o aluno, a baixa qualidade dos assuntos abordados nas aulas (o conteúdo), a formação inadequada e a escassez de profissionais habilitados na área. Conforme salienta Santos (2010), a maioria dos professores que ministram essa disciplina possuem formação em matemática, o que acaba gerando grandes limitações no domínio do conteúdo e potencializando a excessiva matematização dos conceitos, dificultando ainda mais o processo de ensino.

Tardif (2002) salienta que o domínio do conteúdo influencia a maneira como ele é ensinado, ou seja, sem a devida capacitação, o professor não consegue ministrar a aula de forma mais dinâmica, contextualizada e usando metodologias e recursos diferenciados capazes de estimular o interesse dos alunos pelas aulas de Física. Segundo Cunha e Moreira (2009, p.2) “O uso de metodologias pode ser uma possibilidade de transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas interativas de ensinar física”.

Outro fator que contribui para a falta de interesse dos alunos pelas aulas de Física é a ausência de atividades experimentais. Segundo Força (2012, p.1) “As atividades experimentais em Física, tanto quantitativas quanto qualitativas, constituem importante ferramenta educacional quando estruturadas em bases educacionais e epistemológicas claras, devidamente conduzidas”. Isso implica que estas atividades precisam ser bem planejadas, com objetivos bem definidos e estar consoante com a necessidade dos alunos. Dessa maneira, os alunos podem propor hipóteses que sustentem o fenômeno físico observado e este desafio pode contribuir tanto para o desenvolvimento cognitivo quanto para a conquista de novos conhecimentos.

Hodson (1994) aponta que a atividade prática é vantajosa, pois, propicia o envolvimento do aluno, que deixa de ser agente passivo e torna-se um agente ativo no processo de ensino e aprendizagem. Porém, o autor destaca a importância dessa metodologia ser introduzida de forma moderada, para não perder sua essência.

A escassez de laboratórios de Ciências nas escolas públicas brasileiras, assim como a ausência de habilitação para o ensino laboratorial por parte dos docentes, dificulta a implementação de práticas experimentais no ensino de Física (COSTA; BARROS, 2015). Neste cenário, Cunha e Moreira (2009) sugerem que sejam realizadas experimentações de baixo custo para tentar alcançar maior interação e uma aprendizagem mais efetiva dos alunos.

Almeida (2016) aponta que durante o ensino de Física, as concepções alternativas dos alunos são desconsideradas, porém, o autor considera que o processo de aprendizagem se dá quando o docente considera as habilidades que o aluno carrega, ao invés de priorizar somente o conteúdo conceitual.

A escola é formada por estudantes de diferentes grupos sociais e a educação é tratada de maneira única, desconsiderando as particularidades de cada um desses grupos e o fato de que cada aluno aprende à sua maneira. Corroborando com a teoria da aprendizagem significativa:

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia a um único princípio, diria isto: o fator singular que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL et al., 1980, p.4).

Ausubel et al. (1980), destacam a importância da prática docente estar centrada no aluno e o ensino ser ministrado levando em consideração os conhecimentos prévios deles, que trazem consigo conceitos errôneos acerca dos fenômenos físicos, oriundos do senso comum. O conceito de calor, por exemplo, geralmente é relacionado apenas com altas temperaturas. Assim, a ideia prévia que trazem se sobrepõem ao conhecimento científico (ALMEIDA, 2016). Neste contexto, Gomes (2017) defende o uso de mapas conceituais como um dos recursos capazes de proporcionar a aprendizagem significativa dos conceitos. Estes são formados por diagramas que evidenciam a relação entre os conceitos. Partem de um tema central, geralmente disposto no topo ou no centro do mapa. Assim, os conceitos principais e gerais são inseridos nas proximidades do tema central, e os conceitos mais

específicos, como os exemplos relacionados ao tema, ficam dispostos na base ou na parte superior do mapa, geralmente mais afastados do tema central.

Se as ideias trazidas pelos alunos forem ignoradas, mesmo após a transmissão dos conceitos, eles podem continuar carregando consigo concepções errôneas provenientes do senso comum e da experiência de vida de cada um deles, mesmo após uma explicação correta apresentada pelo professor.

O docente precisa ser capaz de relacionar o conhecimento popular com o científico, pois, é partir deste ponto que os alunos começarão entender o significado das aulas de Física e perceber que ela está presente em todo lugar. O papel do professor não é transmitir conhecimento, mas sim mediar a construção dele (FREIRE, 1996). Nesse sentido, o professor deve ser capaz de selecionar um conjunto de métodos e recursos que possibilitem a interação e aprendizagem ativa do aluno (CUNHA; MOREIRA, 2008). Conforme salienta Libâneo (2006):

A estruturação da aula é a organização, sequência e inter-relação dos momentos do processo de ensino. Toda atividade humana implica um modo de ser realizada, uma sequência de atos sucessivos e inter-relacionados para atingir seu objetivo. O trabalho docente é uma atividade intencional, planejada conscientemente visando atingir objetivos de aprendizagem. Por isso precisa ser estruturado e ordenado (LIBÂNEO, 2006, p.93).

Dentro deste contexto, pode-se dizer que a principal função do professor é organizar as atividades que serão ministradas aos alunos da melhor forma possível, estabelecendo critérios que possibilitam alcançar os objetivos propostos.

Embora a Física esteja presente na natureza, o professor precisa trabalhar para que o aluno a perceba e constata que a Física estudada na escola está presente em seu cotidiano. Porém, esse objetivo não será alcançado se ela for tratada apenas considerando seu formalismo matemático (ATAÍDE et al., 2005). Conforme afirma Lopes (2004):

A relação entre a Física e a Matemática deve ser progressiva, isto é, a exploração Física das situações deve ser feita até que ela seja completamente compreendida. Logo que esse passo esteja assegurado, a situação Física que se está a estudar deve ser aperfeiçoada e precisada com a introdução progressiva da linguagem matemática. A tentação de se fazer ao contrário é grande (LOPES, 2004, p.335).

Nota-se que o autor não descarta o uso da matemática no estudo da Física, ele apenas chama a atenção para que os cálculos não se sobreponham às diversas situações naturais nas quais a Física está presente e pode ser conectada. O formalismo matemático deve se apresentar como um reforço da aprendizagem, depois que as situações Físicas forem compreendidas.

## **2.2 Movimento CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente**

Atualmente, a sociedade depende cada vez mais dos meios científicos e tecnológicos, entretanto, é necessário levar em consideração que o desenvolvimento destes meios pode causar impactos negativos no modo de vida da sociedade, no que diz respeito a questões econômicas, políticas, sociais e ambientais. Nesse contexto, entre os anos de 1960 a 1970 surge na Europa e nos Estados Unidos, o movimento CTS ou CTSA, que é embasado na inter-relação entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Mesmo não tendo origem no âmbito educacional, vêm ganhando espaço nesse campo, pois as instituições escolares são vistas como lugares favoráveis a mudanças (PINHEIRO, 2005).

A necessidade de uma educação científica e tecnológica resulta de compreender o avanço científico e tecnológico e suas consequências para a sociedade. Diversos desastres ocorreram em virtude do avanço da Ciência e da Tecnologia (CT), como os acidentes nucleares e a criação da bomba atômica que possibilitou o bombardeio das cidades de Hiroshima e Nagasaki no fim da Segunda Guerra Mundial. Estes acontecimentos suscitaram a necessidade de um olhar mais questionador, dando origem ao movimento CTSA. A partir disso, surgiu o questionamento de que os problemas ambientais vivenciados poderiam ser solucionados não por meio de mais CT, mas sim uma reestruturação dessas duas vertentes, onde a sociedade tivesse papel ativo nessas discussões (AULER; BAZZO, 2001). Conforme os autores, tais questionamentos favoreceram uma mudança positiva na maneira como a sociedade enxergava a CT, passando a exercer mais controle sobre a prática científico-tecnológica.

Ainda segundo Auler & Bazzo (2001), uma das principais finalidades do movimento CTSA é a tomada de decisões de forma mais democrática e menos sistemática, para isso, é necessário que o cidadão seja cientificamente alfabetizado.

Os alunos devem conhecer seus direitos e deveres e possuir uma visão crítica mediante a sociedade em que vivem, estando preparados para a tomada de decisões sobre questões que refletem na sociedade se eles tiverem a oportunidade.

Um bom exemplo no Brasil sobre CTSA é a construção do segundo acelerador de partículas de quarta geração do mundo, o Sirius<sup>2</sup>. O primeiro é o MAX-IV, localizado na Suécia. O Sirius, além de possibilitar que o país possa competir internacionalmente no *ranking* de tecnologia, impulsionando a economia brasileira, traz outros inúmeros benefícios para a sociedade. Essa tecnologia inédita no país revolucionará diversas áreas do conhecimento, como saúde, meio ambiente, agricultura, entre outras (SOUZA, 2019). Porém, como o projeto é financiado com recursos públicos, recentemente, têm sofrido corte de verbas por parte do atual governo, que culminou no atraso do início de operação do projeto, prevista para o primeiro semestre de 2019, bem como sua conclusão total, prevista para o ano de 2020 (EVANS, 2019).

São questões como a Sirius que carecem uma reflexão crítica da sociedade. Nesse sentido, a educação com enfoque em CTSA busca capacitar o cidadão para que possam tomar posicionamentos éticos que repercutirão em mais Tecnologia, mais Saúde, mais Educação e como consequência, maior qualidade de vida. Nesse caso, o cidadão crítico têm condições de posicionar-se contrário as decisões governamentais e pressioná-lo para que o bem-estar social seja priorizado. Conforme salienta Santos e Mortimer (2002),

O objetivo central da educação CTS é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimento, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar em tais questões (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 5).

O autor ressalta a necessidade de uma educação científica na formação de cidadãos críticos, capazes de perceber as mudanças que ocorrem no mundo em sua volta, assim, refletir sobre os problemas sociais e criar estratégias para resolvê-los, pois o ensino tradicional não contempla tais características e habilidades.

---

<sup>2</sup> O Sirius é o maior e mais potente laboratório de luz síncrotron de 4ª geração já construído, permite acelerar partículas em velocidades muito próximas a velocidade da luz, possibilitando que uma grande quantidade de energia seja concentrada em um volume pequeno e em posições estratégicas e precisamente controladas, com o objetivo de analisar minuciosamente a estrutura infinitesimal da matéria. Simplificadamente, é como se fosse um microscópio gigante (EVANS, 2019).

No Brasil, o movimento inicia-se vagarosamente no âmbito educacional, somente a partir de 1980 e ainda não há uma ênfase significativa dedicada a esse tipo de abordagem na Educação Básica, se concentrando na maioria das vezes, em nível de pós-graduação, apesar de vários documentos oficiais de estruturação da Educação Básica, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e mais recentemente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), já indicarem o caminho da CTSA como base para um ensino das disciplinas científicas.

Alguns materiais didáticos e trabalhos foram desenvolvidos na tentativa de contemplar esses estudos, onde podemos citar a coleção de três volumes de livros do GREF - Grupo de Reelaboração do ensino de Física e a Conferência Internacional de Ensino de Ciências para o século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia, realizada em 1990, cujo tema principal foi à educação voltada à alfabetização científica dos cidadãos (SANTOS; MORTIMER, 2002).

O GREF é um projeto proposto por professores de Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) na década de 1980. Foi desenvolvido por alunos que cursavam o Mestrado em Ensino de Ciências e orientados por professores desta instituição, sob a coordenação do professor Dr. Luís Carlos Menezes, objetivando a criação de uma metodologia de ensino que contemple todos os estudantes do Ensino Médio e considere a vivência de professores e alunos. Além disso, os materiais propostos visam instigar o questionamento, o pensamento investigativo e abordam a Física de maneira contextualizada. Os três volumes propostos são escritas na forma de textos e exercícios resolvidos, voltados aos professores, mas o grupo também produziu as Leituras em Física, voltada aos estudantes e disponíveis no site<sup>3</sup> da USP (PARANÁ, 2008).

A Conferência Internacional de Ensino de Ciência para o século XXI foi realizada em Brasília e organizada pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC). Neste evento foram apresentadas inúmeras produções voltadas a educação científica e tecnológica dos cidadãos (SANTOS, 2007). Um dos materiais apresentados nesta conferência foi o artigo do professor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia Paulo Marcelo M. Teixeira, intitulado A Educação Científica Sob a Perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do Movimento C.T.S. no Ensino de Ciências (TEIXEIRA, 2003), que aponta a educação com enfoque em CTS como um caminho possível para

---

<sup>3</sup> As leituras em Física podem ser encontradas no link: [http://fep.if.usp.br/~profis/gref\\_leituras.html](http://fep.if.usp.br/~profis/gref_leituras.html)

o mudança de pensamento referente a educação científica que se tinha na época, com ênfases importantes para a formação de professores.

### **2.3 Perspectivas da abordagem CTSA no ensino de Física**

O baixo índice de aproveitamento dos estudantes preocupa muitos especialistas em Educação e é um obstáculo que carece ser superado (ATAÍDE et al., 2005; ALVES, 2005; FERNANDES, 1997; MOREIRA, 2011). As pesquisas voltadas ao ensino têm avançado significativamente nos últimos anos, mas apesar disso, a prática tradicionalista ainda é apontada como uma das principais causas do desinteresse na educação. Nesse contexto, os autores defendem que o currículo proposto para o ensino de Ciências, especialmente o da Física, precisa ser modificado. Uma maneira de enfrentar essa dificuldade é a utilização de variadas práticas docentes com o objetivo de tentar resgatar o interesse dos estudantes pelas aulas e facilitando a aprendizagem (SANCHES; NEVES, 2011, *apud* GOMES, 2017).

Uma forma interessante para abordar os conteúdos de Física nas salas de aula é a abordagem CTSA. Essa abordagem metodológica têm o potencial de estreitar as relações entre o conteúdo ministrado nas salas de aula e a Física presente na vida cotidiana dos alunos (GOMES, 2017).

Santos e Mortimer (2002) evidenciam que as propostas curriculares que buscam incorporar uma abordagem CTSA promovem a obtenção de conhecimento, o desenvolvimento de habilidades e a construção de valores, atribuindo importância crucial a este último. Esses valores estão relacionados a benefícios comuns para a população, como reciprocidade e respeito ao próximo. Esses princípios estão atrelados as necessidades humanas, o que implica em uma nova postura do sistema capitalista vigente no país, que prioriza valores econômicos em detrimento dos valores éticos e sociais. Sobre as propostas curriculares, Roberts (1991, *apud* SANTOS, MORTIMER, 2002) evidencia que:

Tais currículos apresentem uma concepção de: (i) *ciência* como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, o que é intimamente relacionado a tecnologia e às questões sociais; (ii) *sociedade* que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados a tecnologia; (iii) *aluno* como alguém que seja preparado

para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; (iv) *professor* como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (p.3).

Os autores apontam que um currículo com enfoque CTSA pode ser um grande aliado no processo de ensino-aprendizagem, porque prioriza a alfabetização científica dos estudantes e é capaz de tornar o ensino significativo para eles. Ressaltam a relevância de uma educação científica e tecnológica no mundo de hoje para que os cidadãos compreendam os benefícios e os impactos negativos provocado pela ascensão da CT, destacando o papel do professor como mediador do conhecimento.

Esse tipo de abordagem afasta o tradicionalismo das aulas, pois não limita o aluno a responder questões invariavelmente “certas” ou “erradas”, mas propicia a ele o entendimento de que a Ciência é um processo contínuo de desenvolvimento histórico, criada pelo homem e não apenas um produto perfeito e acabado. Dessa maneira, se essa metodologia for bem estruturada e bem organizada, partindo da contextualização de assuntos com relevância para a sociedade, mesmo que a elucidação do conceito científico ainda não tenha sido feita, oferece ao aluno liberdade e independência intelectual, podendo torná-lo crítico e construtor de seu próprio conhecimento (GOMES, 2017). Isso implica que, além do aluno ter acesso às informações sobre o conhecimento científico ele também deve ser capaz de participar das discussões e tomar decisões que repercutirão na sociedade.

Segundo Resquette (2013) e Gomes (2017), a partir do momento que o professor integrar a metodologia CTSA em sua prática, às aulas tendem a tornar-se mais dinâmicas, pois suscitam uma ampla discussão acerca da função e das consequências, sejam elas positivas ou negativas das tecnologias no meio social. Permitem também que tanto os alunos como os professores compreendam a importância de uma educação sustentável, no que se refere aos problemas ambientais que a expansão da tecnologia pode causar e este tem sido o principal objetivo dos currículos com este tipo de enfoque ao contribuir com a interdisciplinaridade nas relações entre CT (ANGOTTI, 1991).

Outro ponto relevante é a possibilidade de trabalhar os conceitos de forma mais ampla, no caso da Física, considerando a totalidade da Ciência presente na natureza e como esta pode ser entendida, tornando os estudantes mais críticos e reflexivos. Tal abordagem leva em consideração que cada um deles têm suas próprias visões

acerca de assuntos científicos, assim, o ensino deve aproveitar o conhecimento prévio do estudante, o que encontra respaldo na teoria de aprendizagem significativa de David P. Ausubel e implica que o professor deve aproveitá-las em sala de aula.

A educação voltada para CTSA encontra tímido respaldo nos documentos que norteiam a Educação brasileira. Com relação a disciplina de Física, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) sugerem que:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presente tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (BRASIL, 2002, p.2).

Sendo assim, as componentes curriculares deveriam fornecer contribuições capazes de construir tanto um conhecimento acerca dos fenômenos naturais, como também deve capacitar os estudantes para que percebam essa relação em seu cotidiano e consigam posicionar-se em relação aos problemas sociais e ambientais. Ainda sobre os direcionamentos do ensino de Física, os PCNEM reforçam que:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 2000, p. 22).

Percebe-se que há um distanciamento entre as orientações a respeito do ensino de Física presente nos documentos oficiais que norteiam a Educação brasileira e a metodologia de ensino tradicionalista aplicada nas escolas. Resquette (2013) ressalta que variados fatores colaboram para que esse distanciamento ocorra, como a insuficiência de materiais didáticos compatíveis, a ausência de cursos de formação continuada para professores que pode suprir as possíveis limitações em sua formação, contrato temporário de trabalho e até mesmo a resistência de muitos professores em mudar sua prática de ensino. A autora ainda ressalta que,

possivelmente o não conhecimento de metodologias e recursos diferenciados por parte dos professores potencializa o insucesso dos resultados em sala de aula, forçando seus alunos a memorizarem equações e conceitos e estes o fazem apenas para avançar para o ano seguinte.

Nesse sentido, quanto mais eficiente a aplicação da abordagem CTSA na educação, mais eficaz será o processo de alfabetização científica, na formação do cidadão crítico e reflexivo.

Diversos temas de importância social e ambiental podem ser utilizados para trabalhar os impactos que a ascensão da CT pode causar no planeta e em especial, destacamos um tema atual que carece de debates urgentes nas salas de aula: O Aquecimento Global. O dualismo acerca da interpretação do tema potencializou algumas concepções sobre uma possível inexistência desse aquecimento, o que é um fator preocupante porque potencializa uma visão superficial sobre o assunto. Isso acaba levando parte da população a simplesmente ignorar o apelo de cientistas e entidades ambientais sobre a preservação do Meio Ambiente e pode nos levar a um desastre de proporções incomensuráveis (BARBOSA; CASTRO, 2009).

Por fim, ressaltamos que a educação CTSA não desmerece a importância das teorias e conceitos físicos já formulados, a ideia é que além do tradicional, a aprendizagem também englobe questões éticas, políticas, ambientais e sociais, assim como a relação entre CT com assuntos relacionados a sociedade e ao ambiente.

## **2.4 A Sequência Didática (SD)**

Zabala (1988), conceitua a SD como uma série ordenada e articulada de atividades que a constituem. Para o autor, um dos elementos que a identifica são os tipos de atividades propostas e sobretudo, a maneira como serão inter-relacionadas. Uma análise do livro intitulado “A Prática Educativa: Como Ensinar” permite-nos estabelecer alguns critérios para que uma boa sequência didática seja produzida:

- a) Considerar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos novos conteúdos de aprendizagem;
- b) Abordar temas significativos para os educandos;
- c) Ser adequada ao nível de conhecimento de cada um deles;

- d) Apresentar um desafio alcançável para o aluno e promover um conflito cognitivo;
- e) Dar autonomia e estímulo ao aluno.

No que tange a parte da organização das SD, segundo análises de algumas sequências didáticas (cujo foco deste trabalho não é trazê-las na íntegra), Zabala (1998) destaca alguns critérios relevantes a serem empregados:

1. Apresentação por parte do professor ou da professora de uma situação problemática relacionada com o tema;
2. Proposição do problema ou questão;
3. Propostas de fontes de informação;
4. Busca de informações;
5. Elaboração da conclusão;
6. Generalização das conclusões e síntese;
7. Exercícios e memorização;
8. Prova ou exame;
9. Avaliação (ZABALA, 1988, p.58).

O primeiro tópico, referente a apresentação por parte do docente, tem que partir do professor e o desenrolar do tema emergindo de um fato ou acontecimento relevante que, no segundo tópico, dará espaço ao surgimento de respostas ou possíveis soluções para o problema, partindo dos alunos. Nos tópicos 3 e 4, os alunos deverão sugerir e buscar fontes de informações, com o objetivo de elaborar soluções para a problemática levantada. Nos tópicos 5, 6 e 7, os alunos devem expor aquilo que compreenderam com as atividades propostas e, a partir de então, o professor deverá apresentar os conceitos que fundamentam a atividade realizada e submeterá os alunos a um exercício de memorização, que os permita lembrar das conclusões. Os dois últimos tópicos são referentes ao modo como eles serão avaliados, que deverá acontecer durante todo o processo metodológico estabelecido. Em outras palavras, Zabala (1988) sugere que uma SD representa uma proposta de ensino com ênfase em investigação, situações-problemas, realização de experimentos e a interação entre professores e alunos. Assim, deve ser elaborada de acordo com os objetivos que o professor almeja alcançar.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

O foco deste trabalho foi compreender melhor o contexto dos problemas no ensino de Física na atualidade, assim como sobre uma abordagem CTSA que entendemos como um caminho viável para a melhora da qualidade desse ensino. A partir desse pressuposto, propomos uma SD sobre o tema de Termologia a partir de uma abordagem CTSA, com o objetivo de tentar tornar as aulas mais atrativas, dinâmica e contextualizada.

O tema escolhido contempla os conteúdos iniciais para o 2º ano do Ensino Médio, envolvendo conceitos e aplicações de Temperatura, Calor e Dilatação Térmica. As atividades sugeridas contemplam alguns aspectos históricos, tecnológicos e conceituais, envolvendo a temática a partir mapas conceituais, textos, experimentos, situações-problemas, vídeos e imagens.

A SD foi elaborada para que seja desenvolvida em quatro etapas, cada uma delas contendo as atividades que serão trabalhadas, com a previsão de que sejam necessárias dez aulas para a sua execução, entretanto, este número pode variar de acordo com o andamento das atividades e da interação dos estudantes.

A avaliação deverá ocorrer gradualmente, observando a participação e o desenvolvimento de cada um dos alunos durante a realização das atividades propostas pelo professor, ou seja, é uma avaliação contínua.

O Quadro 1 apresenta uma síntese da organização da SD proposta.

<b>ETAPAS</b>	<b>TEMAS</b>	<b>Nº DE AULAS</b>
<b>Etapa 1</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboração de um mapa conceitual pelos alunos, para testar seus conhecimentos sobre o conceito de Calor;</li><li>• Texto histórico sobre os conceitos de Temperatura, Calor e Equilíbrio Térmico;</li><li>• Demonstração da reação de Combustão;</li><li>• Questionário para discussão em grupo.</li></ul>	2
<b>Etapa 2</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problematização sobre a importância da construção dos termômetros;</li></ul>	2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão textos sobre termômetro e escalas termométricas;</li> <li>• Exercícios: Conversão de escalas.</li> </ul>	
<b>Etapa 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematização: Aquecimento Global – Causas e Consequências;</li> <li>• Conceitos para explicar a temática abordada.</li> <li>• Discussão e elaboração de uma resenha sobre o tema;</li> <li>• Construção coletiva de um mapa conceitual sobre aquecimento global.</li> </ul>	4
<b>Etapa 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto de Apoio: Dilatação Térmica no cotidiano;</li> <li>• Exercícios com aplicações no cotidiano;</li> <li>• Vídeo: Dilação Anômala da Água.</li> </ul>	2

Quadro 1: Esquema de organização das etapas da sequência didática.

### 3.1 Proposta de Sequência Didática

A sequência didática completa está disponível no anexo deste trabalho. Trataremos aqui um resumo das etapas que serão desenvolvidas, contemplando seus objetivos e qual a função do professor em cada uma delas. Ressaltamos que, em todas as atividades propostas, é fundamental que o professor auxilie os alunos, promova a interação entre eles e providencie os materiais necessários que serão utilizados durante a realização das atividades propostas nessa SD.

A Etapa 1 foi estruturada em quatro atividades. A Atividade 1 foi elaborada levando em consideração aquilo que aluno já traz da sua vivência diária, para investigar isso, sugerimos a elaboração de um mapa conceitual com a temática “Calor”. Caberá ao professor explicar aos alunos como produzir o mapa conceitual. Para a Atividade 2, o professor discutirá com os alunos os conceitos de Calor, Temperatura e Equilíbrio Térmico, através de um texto. Durante a discussão do texto sugerimos que o professor realize uma rápida demonstração de como acontece às reações de combustão, que compõe a Atividade 3. Depois que esses conceitos forem trabalhados, segue-se para a Atividade 4, que traz um questionário contemplando os conteúdos estudados nessa etapa, para avaliar a compreensão dos alunos sobre tais conteúdos. Com as atividades aqui propostas, espera-se que os alunos possam

construir seu próprio conhecimento, partindo de suas concepções prévias, até chegar ao conhecimento científico. Concluídas essas atividades, segue-se para a próxima etapa.

A Etapa 2 é constituída por quatro atividades. A primeira inicia-se através de uma problematização: *“É possível confiar apenas nos sentidos para medir a temperatura?”* Os alunos devem discutir essa situação-problema e propor hipóteses para investigar a situação. Depois disso, o professor deverá realizar um experimento para evidenciar essa questão. Para isso, organizará os alunos em grupos e explicará que a atividade consistirá em adicionar água fria em um recipiente, água quente em outro e água em temperatura ambiente em um terceiro. Depois, mergulhar uma das mãos na água fria, a outra na água quente e aguardar cerca de 1 minuto. Retirar as mãos e colocá-las no recipiente contendo água em temperatura ambiente. Logo após, o professor encherá os recipientes e orientará os alunos a participarem do experimento. Os alunos perceberão um padrão incomum na sensação de quente e frio. Após o término do experimento, o professor discutirá com eles um pequeno texto (Atividade 2) que explica por que não conseguiram perceber que o terceiro recipiente continha água em temperatura ambiente.

Depois disso, retoma-se o problema inicial, onde o professor e os alunos discutirão as hipóteses apresentadas pelos alunos e usará essa discussão para iniciar a Atividade 3, que apresenta um texto sobre a construção do termômetro, das escalas de temperatura e como fazer a conversão de valores entre as escalas. A atividade também apresenta um questionário com o objetivo de averiguar se os alunos conseguem interpretar as três escalas termométricas mais utilizadas. A atividade 4 chama a atenção dos alunos para os problemas ambientais e de saúde que a mineração do mercúrio causa. O envolvimento dos alunos na discussão se dará através de um texto sobre a Convenção de Minamata, realizada no Japão em 2013, onde 140 países, incluindo o Brasil participaram das discussões. O documento internacional estabelece restrições para a comercialização do metal. Depois que o professor e os alunos tiverem discutido o assunto, o professor exibirá algumas imagens e um vídeo que mostram o impacto da mineração do mercúrio no meio ambiente e os sérios problemas de saúde causados à população, levando até a morte.

Concluída esta etapa, espera-se que os alunos percebam como o desenvolvimento do termômetro e das escalas termométricas constituíram

importância fundamental para o desenvolvimento da Física Térmica. Espera ainda que eles percebam a importância de debater problemas sociais e posicionar-se em relação a eles.

A Etapa 3 é composta por três atividades e procura abordar alguns conceitos físicos a partir da temática do Aquecimento Global. Escolhemos este tema porque entendemos que ele necessita ser debatido nas salas de aula e servirá para motivar os alunos a participarem das discussões, por ser um tema controverso e em evidência atualmente. A Atividade 1, inicia-se através de uma problematização: O Aquecimento Global: Quais são as causas e as consequências? O professor deverá exibir e discutir com a turma três vídeos que tratam sobre a temática. Durante essa atividade, o professor deve instigar a turma a expor suas concepções a respeito do tema. Na Atividade 2 serão abordados, através da leitura e discussão de textos, os conceitos físicos que explicam o fenômeno do aquecimento global:

- Trocas de Calor;
- Efeito Estufa;
- Aquecimento e Clima;
- Calor Específico;
- O Ciclo da água;
- Mudanças de Estado e de Pressão.

Durante a explicação conceitual, o professor deve garantir que os alunos estão compreendendo o assunto, valendo-se de exemplos, desenhos e gráficos que ilustrem cada um dos assuntos abordados. Após a abordagem dos temas, o professor conduzirá os alunos para realização da Atividade 3, que consiste na elaboração de uma resenha crítica pelos grupos de alunos, que deverão explicar como o Aquecimento Global contribui para a formação de tempestades, ocasiona o derretimento das geleiras e oferece risco de extinção a fauna e a flora. O professor deve orientá-los para que o material produzido contenha:

- i. Explicação científica sobre a influência do aumento da temperatura na formação de tempestades e furacões;

- ii. Como a emissão de gases poluentes está relacionada com o aumento da temperatura média do planeta;
- iii. Reflexões sobre as consequências das atividades humanas sobre o meio ambiente e sobre a qualidade de vida da sociedade;
- iv. Prováveis condutas e medidas de prevenção, no que diz respeito a sustentabilidade, tanto em caráter pessoal como político.

Após a construção da resenha, o professor deverá discuti-las com os alunos e chamar a atenção deles para acertos ou equívocos que, possivelmente, estarão presentes no material elaborado. Logo após, solicitará que os alunos construam coletivamente, um mapa conceitual com o tema Aquecimento Global. Este deverá ser construído usando o quadro e utilizado para que o professor possa avaliar, juntamente com a resenha, a compreensão dos alunos sobre os conceitos estudados.

As atividades propostas na Etapa 3 buscam promover uma aprendizagem duradoura dos conceitos físicos, possibilitando um pensamento crítico por parte dos alunos. Dessa forma, espera-se que eles compreendam que o avanço da Ciência e da Tecnologia não traz apenas benefícios para a sociedade, como podem contribuir para amenizar a problemática trabalhada.

A Etapa 4 é composta por duas atividades, contemplando alguns conceitos e exercícios sobre os tipos de dilatação: dilatação linear, dilatação superficial e dilatação volumétrica. A explicação dos conceitos se dará através de um texto e, para complementá-lo, sugerimos um vídeo que aborda a questão da dilatação anômala da água. Posteriormente, os alunos responderão algumas questões que englobam tanto a teoria quanto a resolução de alguns exercícios. O professor deverá usar inúmeros exemplos onde o fenômeno da dilatação é observado. O objetivo desta etapa é mostrar aos alunos que a dilatação térmica está presente em todos os materiais (salvo raras exceções)

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que uma abordagem CTSA é um caminho possível para enfrentar as aulas tradicionais, dando maior significado para os alunos e incentivando uma prática docente com metodologias diferenciadas, que incentivem um engajamento maior dos alunos.

O enfoque CTSA aborda os encadeamentos éticos e sociais referentes ao uso da Ciência e da Tecnologia, contempla aspectos da formação científica e ajuda a tornar os alunos intelectualmente independentes. Essa abordagem é centrada no aluno e o professor é o responsável por facilitar a aprendizagem do conhecimento científico, motivando o aluno através da discussão de temas de alta relevância social. O conhecimento científico permite que o estudante tome decisões embasados em fatos e não em “achismos” ou conhecimentos populares. Nesse contexto, uma abordagem CTSA pode oferecer uma visão mais ampla sobre o trabalho científico e a natureza da ciência, além de colaborar com a renovação do currículo de Física para o Ensino Médio.

Entendemos que as SD também contribuem para um afastamento do tradicionalismo nas aulas de Física, pois evidencia a relevância do professor não apenas copiar os conteúdos propostos nos livros didáticos. A SD proposta nesse trabalho busca promover um aprendizado que proporcione maior sentido para os alunos ao abordar situações Físicas que podem ser compreendidas no dia-a-dia e discussão de temas de relevância política, social e ambiental. As atividades sugeridas buscam sondar o conhecimento prévio dos alunos sobre os conceitos físicos e possibilita que o professor trace a melhor estratégia de ensino para o aluno, melhorando seu aprendizado. Porém, como nossa proposta não foi aplicada não temos condições de avaliar seus efeitos sobre às aulas de Física.

Acreditamos que essa proposta tem potencial de promover a interação entre professores e alunos através do diálogo e da participação deles durante às aulas, colaborando para uma formação ampla dos alunos, levando-os a se tornarem cidadãos conscientes e ativos na sociedade.

Os desafios propostos estão ao alcance do estudante, para que percebam que o seu esforço alcançará resultado e sintam-se motivados durante a realização das atividades.

## 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. K. S. X. **Física térmica com ênfases curriculares em CTSA e ensino por investigação**. 2016. 353 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

ANGOTTI, J. A. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências**. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

AULER, D; BAZZO, W. A. **Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro**. Revista Ciência & Educação. v. 7, n.1, p. 1-13, 2001.

AULER, D. **Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro**. Revista Ciência & Ensino. v.38, número especial, nov. 2007.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 626p.

ALVES, G. L. O **Trabalho didático na Escola Moderna: Formas Históricas**. Campinas: Autores Associados, 2005.

ATAÍDE, A. R. P. et al. **Física, o “monstro” do Ensino Médio: A voz do aluno**. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 16. 2005, Rio de Janeiro. Atas...Rio de Janeiro, CEFET, 2005.

BARBOSA, L. G. D' C; CASTRO, R. S. **O ensino de conceitos de termodinâmica a partir do tema aquecimento global**. In: VI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências, 2007, Florianópolis. Anais. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2007, p. 1-11.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. **O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma proposta Metodológica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Vol. 24; nº 2, p. 194-223, Agosto, 2007.

BRASIL, Ministério de Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL, Ministério de Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

COSTA, L. G; BARROS, M. A. **O Ensino de Física no Brasil: Problemas e Desafios**. In: EDUCERE – XII Congresso Nacional de Educação, 10, 2015. Curitiba, Anais, 2015, p.10.

CUNHA, F. C.; MOREIRA, J. E. C. **Recursos didáticos e metodológicos para o ensino de Física**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 18, 2009, Espírito Santo. Anais eletrônicos. Espírito Santo, UFC, 2009.

EVANS, F. **Orçamento repassado ao Sirius impede concluir centro de pesquisa científica em 2020, diz diretor**. G1 - Portal de Notícias da Globo, Campinas, 12 out. 2019. Disponível em < <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2019/09/12/orcamento-previsto-para-sirius-impede-conclusao-do-projeto-para-2020-diz-diretor.ghtml>>. Acesso em 25 nov. 2019.

FERNANDES, S. G. P. **Algumas considerações sobre o ensino de Física no Brasil e seus reflexos na formação de professores**. Mimesis. Bauru, V. 18, nº.1, p. 53-63, 1997.

FORÇA, A. C. **Estratégia de ensino para o aumento de acurácia das medidas experimentais no Ensino Médio**. 2012. 121 fls. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 22.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GOMES, E. C. **Ondas eletromagnéticas: possibilidades da aplicação no Ensino Médio a partir das relações CTS**. 2017. 197 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

HODSON, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio**. Enseñanza de Las Ciências, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2006.

LOPES, B. J. **Aprender e Ensinar Física**. Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente**. Aprendizagem Significativa em Revista. V1 (3); p.25-46, 2011.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. Curitiba, 2008.

PIETROCOLA, M. **A matemática como estruturante do conhecimento Físico**. In: Caderno brasileiro de ensino de Física. Vol. 19; nº 1. p: 93-114, Abr. 2002.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: A contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RESQUETTE, S. O. **Uma sequência didática para o ensino da radioatividade no nível médio, com enfoque na história e filosofia da ciência e no movimento CTS**. Tese de Doutorado. 2013, 281f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

ROBERTS, D. A. **What counts as science education?** In: FENSHAM, P. J. (Ed.) Development and dilemmas in science education. Barcombe: The Falmer Press, 1991, p. 27-55.

SANCHES, M. B.; NEVES, M. C. D. S. **A Física moderna e contemporânea no ensino médio: uma reflexão didática**. Maringá: Eduem, 2011.

SANTOS, C. A. B. **O ensino da Física na formação do professor de matemática**. 2010. 189 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia –Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.

SANTOS, W. L. P. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. Ciência & Ensino, v. 1, 2007.

SOUZA, F. Sirius: **As mentes por trás do maior acelerador de partículas do Brasil**. BBC News Brasil, São Paulo, 13 de nov. 2018. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45335690>>. Acesso em 25 nov. 2019.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

TEIXEIRA, P. M. M. **A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências**. Ciência & Educação (Bauru), 9(2), 177–190, out. 2003.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1988.

## **6. ANEXOS**

### **6.1 A Sequência Didática proposta para o ensino de Termologia**

#### **Apresentação**

Elaboramos uma Sequência Didática (SD) para abordar os conteúdos iniciais de Termologia, previstos no currículo dos alunos do 2º ano do Ensino Médio, envolvendo conceitos e aplicações de Temperatura, Calor, Trocas de Calor e Dilatação Térmica. A SD foi elaborada para que seja desenvolvida em quatro etapas, cada uma delas contendo as respectivas atividades que serão trabalhadas, com a previsão de que sejam necessárias dez aulas para a sua execução, entretanto, este número pode variar de acordo com o andamento das atividades e da interação dos estudantes.

#### **Justificativa**

Escolhemos os conceitos iniciais de Termologia pois é possível fazer um bom número de aproximações entre os conceitos físicos trabalhados na sala de aula e o dia-a-dia dos alunos. Assim, pretendemos trabalhar a Física de maneira mais contextualizada e porque é possível relacionar alguns desses conceitos com as mudanças climáticas vivenciadas nos últimos anos.

#### **Objetivos**

- Promover a inter-relação entre alunos e professores por meio das atividades propostas em uma Sequência Didática vinculada à abordagem CTSA;
- Discutir sobre os efeitos prejudiciais da emissão de gases poluentes na atmosfera;

- Relacionar a Física trabalhada na escola com a Física vivenciada no cotidiano;
- Promover a aprendizagem significativa dos conceitos físicos explanados;
- Perceber a importância do desenvolvimento dos conceitos ao longo do tempo.

### **Papel do Professor**

Para que o aluno tenha um maior aproveitamento, o professor deve atuar como mediador na construção do conhecimento, de forma a instigar o aluno a refletir sobre as atividades propostas. Além disso, deve ser o responsável pela participação e conduta dos alunos durante as atividades.

### **Avaliação**

A avaliação é uma ferramenta fundamental para tentar medir aquilo que os alunos aprenderam, dessa forma, sugerimos que a avaliação ocorra de forma gradual, observando tanto a participação dos estudantes durante todo o processo, quanto o entendimento deles sobre os conteúdos trabalhados, ou seja, é uma avaliação contínua.

### **Esquema de Estruturação da Sequência Didática**

<b>ETAPAS</b>	<b>TEMAS</b>	<b>Nº DE AULAS</b>
<b>Etapa 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração de um mapa conceitual pelos alunos.</li> <li>• Texto contendo alguns fatos histórico sobre os conceitos de Temperatura, Calor e Equilíbrio Térmico;</li> <li>• Demonstração da reação de combustão;</li> <li>• Questões para discutir em grupo.</li> </ul>	2
<b>Etapa 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematização sobre a importância da construção dos termômetros;</li> </ul>	2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão de textos sobre Termômetro e Escalas Termométricas;</li> <li>• Questionário: Conversões de escalas;</li> <li>• Discussão sobre o risco da contaminação por mercúrio.</li> </ul>	
<b>Etapa 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematização: Aquecimento global – Causas e Consequências;</li> <li>• Conceitos fundamentais para explicar o temática do Aquecimento Global;</li> <li>• Discussão e elaboração de resenha sobre o tema.</li> <li>• Construção coletiva de um mapa conceitual.</li> </ul>	4
<b>Etapa 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão de texto e vídeo sobre Dilatação Térmica;</li> <li>• Questionário Dilatação Térmica.</li> </ul>	2

Quadro 1: Esquema de organização das etapas da sequência didática.

## 6.1 Etapa 1: O conceito de Calor, Temperatura e Equilíbrio Térmico

### Papel do professor

O professor deve explicar aos alunos quais passos devem ser seguidos para a construção de um mapa conceitual, a fim de sondar as concepções trazidas por eles sobre o tema “Calor”. Ele deve trabalhar os conceitos necessários para explicar a natureza do calor, da temperatura e do equilíbrio térmico, sempre atento a esclarecer o “achismo” dos alunos sobre os temas tratados. Além disso, promover a discussão coletiva das questões propostas para esta etapa. Diante do alcance (ou não) dos objetivos ele deverá decidir se prosseguirá com a aula ou se terá que explicar melhor os conceitos abordados.

### O que se espera

Espera-se que os alunos alcancem uma aprendizagem significativa do conteúdo estudado e percebam que a Ciência é um processo de desenvolvimento

humano ao longo do tempo. Espera-se que as atividades promovam uma interação maior entre professor e seus alunos, conseguindo que os alunos assumam um papel ativo durante as aulas.

## **Encaminhamento da Etapa 1**

### **Atividade 1: Sondagem dos conhecimentos prévios – Mapa conceitual**

Como um dos recursos didáticos propostos para essa sequência, escolhemos os mapas conceituais, pois acreditamos que eles promovem uma aprendizagem significativa dos conceitos explorados. Além disso, são vistos como um recurso diferenciado de ensino, defendido por Ausubel, Vygotsky, Piaget, entre outros autores, pois parte do conhecimento popular dos alunos e busca a construção dos saberes científicos. Dessa maneira, favorece a independência intelectual, facilita a compreensão do tema trabalhado e mostra a relação existente entre os conceitos físicos (GOMES, 2017).

Após o professor explicar como se produz um mapa conceitual, cada aluno deverá construir o seu, com o tema central “Calor”. Esta atividade deverá ser realizada individualmente.

*“Quando os alunos terminarem seus mapas, o professor deverá recolhê-los e observar os possíveis equívocos conceituais trazidos pelo alunos. O que tornará mais produtiva a leitura e discussão do Texto 1.*”

### **Atividade 2: Texto 1 - Uma breve contextualização histórica sobre a natureza do calor**

Nos séculos XVII e XVIII, já se discutia sobre a origem do calor. Para explicar sua natureza, os estudiosos da época propuseram duas teorias concomitantes, a teoria do flogístico e a do calórico. A teoria do flogístico deriva do termo grego *flogisto*,

que significa inflamar-se. Estudiosos dessa teoria, como Johann Joachin Becher (1635-1682), Georg Ernet Stahl (1660-1734) baseavam-se na ideia de que existia um elemento que possuía massa e estava contido em todos os materiais combustíveis. Assim, quanto maior a capacidade de combustão de um material, maior a quantidade de flogístico contida nele. Acreditavam que esse elemento era liberado durante a queima de um determinado material.

Antoine Laurent-Lavoisier (1743-1794) mostrou que nenhum material queimava na ausência de oxigênio, elemento recém descoberto na época e que a combustão era somente a reação de um elemento inflamável com o oxigênio. Porém, essa descoberta não foi suficiente para que todos os estudiosos da época abandonassem a teoria o flogístico.

*“Após a leitura do segundo parágrafo do Texto 1, recomenda-se que o professor a interrompa para realizar uma pequena demonstração, proposta na Atividade 3. A demonstração é simples e dura cerca de 1 minuto. A escolhemos por acreditar que fosse importante para ilustrar o processo de combustão.*

### **Atividade 3: Demonstração - Como acontece a reação de combustão.**

#### **Materiais utilizados**

- 02 velas;
- 01 copo de vidro transparente e grande;
- Fósforo ou isqueiro.

#### **Desenvolvimento**

O professor acenderá ambas as velas e colocará o copo de vidro com a extremidade voltada para baixo sobre uma delas. Pedirá que os alunos observem que a vela que está dentro do copo se apaga rapidamente, enquanto a outra permanecerá acesa.

*“Após a demonstração, o professor deverá perguntar aos alunos porque a vela contida no copo se apagou. Embora o texto já tenha tratado a questão da combustão, alguns alunos ainda têm muita dificuldade para relacionar isso com situações comuns. Logo após, dará continuidade a leitura do Texto 1”.*

### **Continuação da Atividade 2 - Texto 1: Uma breve contextualização histórica sobre a natureza do calor**

Estudiosos como Francis Bacon, Roberto Boyle, Hermann Boerhaave, Joseph Black e o próprio Lavoisier estudavam o calor como uma substância. Acreditavam que existia um fluido que estava dentro dos corpos, posteriormente chamado de calórico por Lavoisier. Eles defendiam que quando um corpo esquentava ele ganhava calórico, e quando esfriava, perdia. Essa teoria foi utilizada para explicar diversos fenômenos, porém, não se aplicava a outros, como por exemplo, o atrito gerado por dois corpos, pois supunha-se que o calórico não poderia ser criado ou destruído, apenas fluir de um corpo para o outro.

Benjamin Thompson (1753-1814) contestou a teoria do calórico. Ele trabalhou como engenheiro na perfuração de canhões na Baviera e observou que, quando a broca entrava nos canhões havia um aquecimento, provocado pelo atrito da broca. A partir dessa observação ele afirmou que o calor não era uma substância e sim uma forma de movimento interno de um corpo. Porém, seu argumento não foi suficiente para a queda da teoria do calórico, que perdurou por aproximadamente 50 anos após suas observações experimentais.

A teoria do calórico só foi derrubada quando James Prescott Joule constatou que o calor não era conservado e deveria ser uma forma de energia. Ele introduziu o conceito de calor que conhecemos atualmente, como sendo o trânsito de energia térmica que se transfere de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura, devido exclusivamente a diferença de temperatura, até que haja equilíbrio térmico entre eles, ou seja, até que ambos estejam na mesma temperatura.

Mas, o que é a temperatura? É a grandeza que permite avaliar o grau de agitação térmica das moléculas de um corpo, ou seja, quando a energia cinética das

moléculas é alta, a temperatura também é alta e quando a energia cinética diminui, a temperatura é mais baixa. Em outras palavras, quando as moléculas estão muito agitadas é porque a temperatura está alta e quando estão pouco agitadas, a temperatura é menor. Como exemplo, podemos citar um recipiente contendo água que é colocado para ferver. Conforme a temperatura sobe, é possível perceber que as moléculas de água ficam mais agitadas do que no início de processo (OLIVEIRA, 2010, *apud* LIMA, 2015).

## REFERÊNCIAS

LIMA, D.B.A. Sequência Didática para o ensino de alguns conceitos de física térmica para alunos do ensino médio na modalidade EJA. 2015. 96 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2015.

OLIVEIRA, M.P.P de, et al. Física em contextos: pessoal, social e históricos: energia, calor, imagem e som, 1ª ed. São Paulo, FTD, 2010.

GOMES, E.C. Ondas eletromagnéticas: possibilidades da aplicação no ensino médio a partir das relações CTS. 2017. 197 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

*“Logo após a leitura e discussão do texto 1, o professor poderá dividir os alunos em grupos de 3 ou 4 alunos para que discutam o questionário proposto na Atividade 4. Durante a realização dessa atividade o professor deverá observar se todos os alunos estão participando das discussões.”*

### **Atividade 4 – Questionário 1: Debate em grupo sobre o conceito de calor**

- 1) Calor e temperatura são a mesma coisa?
- 2) Podemos dizer que o calor está contido nos materiais?
- 3) Existe muito calor entre dois corpos ambos com temperaturas iguais à 150 °C?
- 4) Podemos dizer que refrigeradores ou locais muito gelados possuem relação com o calor assim como chamas acesas ou dias muito quentes? Justifique.

- 5) Ao abrirmos a porta de nossas casas, em um dia frio, é correto afirmar que sentimos mais frio porque o ar frio entra na casa?
- 6) Quando bebemos água em um recipiente de alumínio, é correto afirmar que a água que ingerimos está mais gelada do que se estivesse em um recipiente de vidro? Justifique.
- 7) Os palitos de fósforo são materiais combustíveis que não necessitam de uma faísca para começar o processo de combustão. Explique como esses palitos pegam fogo.
- 8) Discuta como o conceito de calor foi desenvolvido ao longo do tempo.
- 9) Podemos afirmar que as experiências de Benjamin Thompson foram suficientes para que o calor fosse tratado como forma de energia?

## **6.2 Etapa 2: Escalas Termométricas e o Termômetro de Mercúrio**

### **Papel do Professor**

Nesta etapa iniciaremos a discussão sobre o Termômetro e as Escalas Termométricas a partir de uma problematização.

O professor é responsável por providenciar os materiais necessários para a realização de um experimento proposto neste atividade. Ele deve motivar os alunos para que levantem hipóteses sobre a problemática de construção das escalas termométricas e do termômetro. Ele deve envolver os estudantes na discussão de textos sobre as diferentes escalas termométricas e da proibição da comercialização do termômetro de mercúrio, introduzir os conceitos e temas necessários para a resolução das questões propostas e envolver os alunos na discussão acerca dos problemas ambientais e de saúde causados pela mineração do mercúrio e das medidas tomadas para minimizar esses impactos.

### **O que se espera**

A priori, espera-se que os alunos participem efetivamente do experimento trazido, levantem hipóteses para tentar justificá-lo, percebam a importância da criação das escalas de temperatura e do termômetro e saibam interpretar as três escalas de temperatura mais usados no mundo. A posteriori, espera-se que os alunos se conscientizem sobre as consequências das ações humanas no meio ambiente e na saúde da população. Espera-se ainda, que percebam a importância de medidas governamentais que conduzam ao bem-estar social.

## **Encaminhamento da Etapa 2**

### **Atividade 1: Problematização sobre a construção do termômetro**

*“Antes da realização do experimento, o professor deverá explicar o desenvolvimento dele aos alunos (mas não o resultado). Estes serão divididos em três grupos e deverão propor e justificar hipóteses que respondam se a mão que estava em contato com a água quente sentirá a sensação de frio, de calor ou nenhuma das opções, quando mergulhada na água em temperatura ambiente. Análogo para a água fria.”*

*Recomenda-se que o professor providencie mais recipientes que o solicitado na descrição dos materiais, para que os grupos realizem o experimento simultaneamente e para garantir que todos os alunos participem da atividade!*

### **Materiais utilizados**

- 03 recipientes do mesmo material (com profundidade suficiente para que o aluno coloque a(s) mão(s) dentro);
- Água quente, água fria e água em temperatura ambiente.

### **Desenvolvimento**

O professor colocará água nos três recipientes, cada um com uma temperatura diferente. Depois pedirá que o aluno coloque um das mãos na água fria e a outra na água quente. Deixará as mãos mergulhadas por aproximadamente 1 minuto, ou o tempo necessário para que uma mão esquente e a outra esfrie.

Logo após, o aluno retirará as mãos dos recipientes e as mergulhará no recipiente contendo água em temperatura ambiente, o que permitirá que ele sinta o efeito térmico em suas mãos.

*“Depois, o professor introduzirá um pequeno texto para tratar o assunto “Sensação Térmica”, que posteriormente, sustentará (ou não) as hipóteses criadas pelos grupos.”*

## **Atividade 2: Trocas de Calor**

Para realização desta atividade digitamos fragmentos dos textos “Trocas de Calor” e “Interpretação dos Processos de Troca de Calor”, encontrados na coleção de livros do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), 5ª edição, Física 2: Física Térmica e Ótica. O material encontra-se nas páginas 35 e 63. Assim, compomos o Texto 1: As trocas de calor e a sensação térmica. Salientamos que as trocas de calor serão mais exploradas na Etapa 3 desse trabalho. Por ora, sugerimos este pequeno texto para auxiliar na compreensão da atividade proposta.

### **Texto 2: As trocas de calor e a sensação térmica**

As sensações distintas de quente e frio, quando colocamos os pés no ladrilho e no tapete ou ainda a mão na maçaneta e na madeira da porta, embora estejam à temperatura ambiente, dão indícios de que a quantidade de calor trocada entre esses objetos são diferentes. As vezes utilizamos o tato para avaliar o quanto um objeto está quente e até mesmo o estado febril de uma pessoa. Entretanto a nossa sensação pode nos surpreender (GREF, 1998, p. 35).

Quando sistemas ou objetos que estão a temperaturas diferentes entram em contato, há troca de calor entre eles. Essa troca que se dá através da interação entre as moléculas que constituem os objetos, se realiza no sentido do objeto com maior temperatura para aquele(s) com menor temperatura e, com a transferência de energia, é atingido o nivelamento da temperatura, ou seja, o equilíbrio térmico (GREF, 1998, p. 63).

## REFERÊNCIAS

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. Física 2: Física Térmica/Ótica/GREF. 5<sup>a</sup> ed. 2 reimp. - São Paulo, Edusp, 1998.

*“Após essa leitura, o professor deve retomar a discussão do experimento com os alunos. Estes devem comparar suas hipóteses com o experimento realizado e com a leitura do texto. Em seguida, o professor pedirá para os alunos explicarem porque não é possível confiar apenas nos sentidos para aferir a temperatura. Assim, espera-se que eles compreendam a importância da construção dos termômetros. Dessa forma, o professor usará essa discussão para iniciar a próxima atividade, que abordará a construção do termômetro e das escalas termométricas.”*

### **Atividade 3: Discussão de textos e resolução de exercícios: Escalas Termométricas**

Nesta atividade usaremos dois textos que auxiliarão na abordagem do conteúdo. Eles deverão ser discutidos entre o professor e os alunos. O Texto 1 é composto por fragmentos do artigo “A Ascensão e Queda da Teoria do Calórico”, do professor de Física da Universidade Estadual de Maringá, Luciano Carvalhais Gomes. O artigo foi publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física e os recortes feitos

são encontrados nas páginas 1031 e 1032 deste periódico. Durante sua leitura recomenda-se que o professor faça um desenho no quadro para explicar melhor o funcionamento dos termoscópios. O Texto 2 encontra-se na coleção de livros “Quanta Física – 3º ano do Ensino Médio. Para compor este texto utilizamos os textos das páginas 142, 143 e 144. Ambos os materiais estão presentes nessa Sequência Didática e deverão ser impressos e disponibilizados aos grupos.

### **Texto 3: A ascensão da teoria do calórico: algumas contribuições de Joseph Black**

Estudos quantitativos sobre os fenômenos relacionados com o aquecimento e o resfriamento dos materiais somente foram possíveis depois da invenção de termômetro. Antes, foram construídos vários dispositivos de característica lúdica, conhecidos como “termoscópios”, que mostravam a relação existente entre o aquecimento e a expansão no volume de um fluido, geralmente ar ou a água, mas ainda sem uma escala de medida. (...) Segundo Bassalo (1992, p.852) “o primeiro deles foi construído pelo físico italiano Galileu Galilei (1564-1642), em 1592. Era um tubo de vidro com uma extremidade esférica, no qual era depositada água colorida (ou espírito de vinho) até sua metade, e o bulbo colocado para cima, em um recipiente contendo a mesma água colorida. (...) A partir do termoscópio de Galileu, novos aperfeiçoamentos foram introduzidos. O médico italiano Santorio Santorio (1561-1636), que era um professor de medicina na Universidade de Pádua e colega de Galileu, aplicou o termoscópio para detectar a febre em seus pacientes. Reconhecendo a necessidade de pontos de medida no aparelho, registrou o nível que a coluna de água do tubo atingia quando em contato com o gelo fundido e com a chama de uma vela, em seguida dividiu o intervalo em 110 partes iguais. O soberano italiano Fernando II de Toscana (1610-1670), por volta de 1644, teve a ideia de construir um termômetro com as extremidades fechadas. Evitando, desse modo, a influência da pressão atmosférica nas medidas. Além disso, ele utilizou o álcool como substância termométrica, pois seu ponto de congelamento é mais baixo do que o da água. (...) o suíço Jean-André Deluc (1727-1817), registrou em seu livro *Recherches sur lês Modifications de atmosphère*, cerca de 60 escalas; porém, dessas, somente

as escalas Fahrenheit, Réamur e Celsius sobreviveram até nosso século (BASSALO, 1992, p.856).

O aperfeiçoamento do termômetro possibilitou a diferenciação entre os conceitos de temperatura e calor por Joseph Black (1728-1799). Black iniciou o curso de medicina na Universidade de Glasgow, mas depois transferiu para a Universidade de Edinburg, pois ela tinha mais prestígio nessa área, formando-se em 1754. Em 1756, ele retornou à Glasgow como professor, fazendo suas principais descobertas sobre a natureza do calor entre os anos de 1759 e 1762.

## REFERÊNCIAS

GOMES, L.C. A ascensão e queda da teoria do calórico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 29. n.3, p.1030-1073, mai/set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n3p1030>>. Acesso em 02dez. 2019.

BASSALO, J.M. A crônica do calor. In: BASSALO, J.M. Crônicas da Física: tomo 3. Belém,: Universitária UFPA, p.849-933, 1992.

### Texto 4: As Escalas Termométricas conhecidas: Fahrenheit, Celsius e Kelvin

A escala Fahrenheit foi criada pelo físico alemão Daniel Fahrenheit (1686-1736), utilizada especialmente nos Estados Unidos. A escala Celsius foi criada pelo astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744). Essa escala é usada no Brasil e em quase todo o mundo. Nela, o intervalo entre os pontos fixos é dividido em 100 partes; cada parte corresponde a um grau Celsius (°C). Por isso, é comum dizer-se graus centígrados em vez de graus Celsius. (...) Em cada uma das duas escalas – a Celsius e a Fahrenheit – à pressão de 1 atmosfera (1 atm), os pontos fixos das temperaturas de fusão do gelo são, respectivamente, 0 °C e 32 °F, e os de ebulição da água, 100 °C e 212 °F. Portanto, a relação entre a conversão dessas escalas é dada por:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \rightarrow T_F = 1,8 T_C + 32$$

Nas escalas definidas a partir de pontos fixos, portanto, não há relação direta entre o valor da temperatura de um corpo e o grau de agitação de suas partículas, de modo que uma temperatura de zero grau não significa partículas de agitação nula.

Para superar essa limitação, lorde Kelvin (Benjamin Thompson) construiu, teoricamente uma escala em que a temperatura zero corresponde agitação nula das partículas, chamando essa temperatura de zero absoluto. Esse valor extremo seria alcançado quando gás muito diluído fosse resfriado mantendo seu volume constante até que, teoricamente, o valor de sua pressão fosse anulado. A escala é chamada Kelvin, e o zero absoluto (0 K) corresponde a aproximadamente  $- 273 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , uma temperatura que, na prática, é inatingível. Como a escala Kelvin foi construída a partir da Celsius, a transformação dos valores da escala Celsius para a Kelvin é muito simples, bastante somar 273 à temperatura na escala Celsius. Por exemplo, a temperatura de  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  corresponde a 293 K, que se lê *293 kelvins (e não 293 graus Kelvin)*.

## REFERÊNCIAS

KANTOR, C.A. et al. Quanta Física: Física 3º ano Ensino Médio. 1ª ed. São Paulo: Pd, 2010.

*“Após a leitura e discussão dos textos, os alunos deverão responder as questões propostas no Questionário 1. O professor deverá observar se os alunos compreenderam os objetivos propostos e zelar para que todos busquem resolver as atividades e não apenas copie a resposta dos demais participantes do grupo. Se necessário, deverá subsidiá-los.*”

### Questionário 2: Escalas Termométricas

1. Aponte as principais diferenças entre o termoscópio criado por Galileu, em 1592 e os termômetros atuais, que utilizam uma coluna de álcool para medir a temperatura?

2. Com base no Texto 1, quais foram as contribuições provenientes da construção das escalas termométricas para o desenvolvimento da Física Térmica?
3. Um estudante mediu a temperatura de três amostras de água, em três escalas distintas e obteve os seguintes resultados:  $T_A = 38\text{ }^\circ\text{F}$ ,  $T_B = 275\text{ K}$  e  $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$ . Comparando essas temperaturas, é possível afirmar que:
  - a)  $T_A > T_B > T_C$
  - b)  $T_B > T_A > T_C$
  - c)  $T_C > T_A > T_B$
  - d)  $T_A > T_C > T_C$
4. Um médico brasileiro mediu a temperatura de um turista americano e constatou que ele estava febril. A temperatura marcada no termômetro era de  $38\text{ }^\circ\text{C}$ . Para que o turista compreendesse a medida, o médico converteu a temperatura para graus Fahrenheit. Qual foi o valor da temperatura nessa nova escala?
5. Pode-se afirmar que a temperatura está muito elevada em um local onde o termômetro esteja indicando  $273\text{ K}$ ?

*“Após o término do questionário, o professor fará com a turma, a leitura e discussão do texto proposto na Atividade 4.”*

#### **Atividade 4: Os riscos do mercúrio e a proibição de sua comercialização**

Nesta atividade, o professor deverá discutir com os alunos os impactos causados pela mineração do mercúrio. Para isso, escolhemos uma publicação sobre os riscos do mercúrio, disponível no site do Ministério do Meio Ambiente. Depois da leitura desse material, o professor apresentará algumas imagens e um vídeo que evidenciam a problemática abordada.

**Texto 5: Convenção internacional definirá critérios para o uso do metal. Objetivo é proteger a saúde e o meio ambiente**

Representantes de 140 países discutem, a partir do próximo domingo (13/01/2013), em Genebra (Suíça) o documento oficial que resultará na convenção internacional sobre a contaminação por mercúrio. O documento é conhecido como Convenção de Minamata, nome da cidade japonesa que sofreu o pior caso de contaminação ambiental por mercúrio. O Brasil, por meio do Ministério do Meio Ambiente, participa da agenda como facilitador das discussões no que diz respeito à contaminação por meio da mineração, que hoje envolve mais de 100 mil trabalhadores, principalmente na região Amazônica.

Os países que aderirem ao tratado terão suas atividades de produção e uso do mercúrio reguladas pelo documento internacional. Isso não quer dizer que o uso do metal líquido será banido, mas sim a redução, controle e sua possível eliminação em processos produtivos para os quais haja tecnologia disponível, buscando reduzir a contaminação global.

“Como estamos tratando de uma substância química natural, é impossível proibir o seu uso, já que é facilmente encontrada na própria natureza”, explica a diretora substituta de Qualidade Ambiental da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente, Letícia Carvalho, que representa o ministério do encontro em Genebra.

Segundo Letícia, a mineração é uma das atividades econômicas que mais provoca contaminação pelo mercúrio, causando risco não só aos garimpeiros, mas às populações que vivem próximo a garimpos, ou que se alimentam de pescados ou ingerem água contaminada. No processo de busca por ouro, ao separar o metal de outros minerais da terra, o mercúrio é queimado junto a todos os materiais encontrados, o que gera fumaça tóxica e contaminação da natureza, garimpeiros e comunidades. “O metal acaba ficando disponível nomeio ambiente e até mesmo o solo e a água tornam-se focos para contaminação em larga escala”, detalhe Letícia.

Além disso, a produção de lâmpadas fluorescentes, equipamentos para medir a pressão arterial, termômetros e o processo produtivo do cloro e soda também são fontes de mercúrio. O uso e a substituição do metal nessas atividades estão sendo

---

<sup>4</sup> Fizemos alguns recortes no texto para trazer apenas as informações essenciais à discussão.

fruto das discussões do acordo, que busca, dentre outras coisas, encontrar saídas para o setor industrial modificar os processos produtivos que utilizam o metal.

No Brasil, os grupos mais propensos à contaminação por mercúrio são os garimpeiros, comunidades ribeirinhas que vivem próxima a garimpos (por meio da água, pescados e alimentos produzidos em hortas comunitárias). E os profissionais da área de saúde bucal, também expostos à possível contaminação por meio do metal presente na composição do amálgama. Além do descarta desses materiais em áreas hospitalares, já registradas por estudos, como fonte de contaminação por mercúrio.

A questão ambiental e o impacto da contaminação no meio ambiente estão ligados diretamente à saúde humana. Isso acontece porque, como o mercúrio é uma substância natural, atividades humanas como a mineração e o setor industrial dos produtos, citados acima, acabam deixando o metal disponível no meio ambiente, muitas vezes mudando sua concentração e permitindo sua ligação com os outros elementos químicos, formando o metil-mercúrio (o que o torna mais agressivo) e em quantidades maiores que aquele ambiente dispõe. “Dessa forma, o meio ambiente torna-se o principal meio para a contaminação pelo mercúrio para o ser humano”, destaca Letícia.

A representante do MMA mostra porque a convenção terá um viés ambiental. “Estamos falando de um tratado que será um acordo ambiental internacional, com vista à garantia da saúde humana com regulação de controle de uso”, diz. O tema, assim como outros tratados, depende, ainda, da questão financeira. “Além dos debates, esse encontro final busca debater ainda, mecanismos de financiamento para execução das nações previstas pelo acordo, fundamentais para viabilizar e dar amplitude às ações do grupo internacional”, finalizada Letícia.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Os riscos do mercúrio. Brasília, DF, 2013. Disponível em:< [https://www.mma.gov.br/informma/item/8985-os-riscos-do-mercuro\\_BArio](https://www.mma.gov.br/informma/item/8985-os-riscos-do-mercuro_BArio)>. Acesso em: 02 dez. 2019.

- Apresentar **Imagens 1, 2, 3 e 4**:



Imagem 1: Mineração manual de mercúrio: grande foco de contaminação. Disponível em <[https://www.mma.gov.br/informma/item/8985-os-riscos-do-mercúrio\\_BArio](https://www.mma.gov.br/informma/item/8985-os-riscos-do-mercúrio_BArio)>.



Imagem 2: Mineração manual de mercúrio e o elemento em sua forma líquida. Disponível em <<https://amapa.coop.br/camara-aprova-reducao-do-uso-de-mercúrio-em-garimpos/>>



Imagem 3: Impactos ambientais causados pela mineração. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/os-problemas-gerados-pela-mineracao.htm>



Imagem 4: Peixes Contaminados por mercúrio. Disponível em <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/62-alimentos/2862-peixes-contaminados-por-mercurio-intoxicacao-fontes-mineiracao-saude-risco-poluicao->

[oceanos-sintomas-termometro-lampadas-fluorescentes-carnivoros-metals-ribeirinhos-antropogenicos-brasil-intoxicacao.html](https://www.youtube.com/watch?v=ULY4bzICCjs)

- Apresentar **Vídeo 1** – “*Em 2017, países se uniram para adotar a Convenção de Minamata sobre o Mercúrio*” - YouTube.

Duração: 01min 24s.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ULY4bzICCjs>>

*“Depois da leitura do texto, da apresentação de imagens e do vídeo, os alunos deverão discutir, ainda em grupo, sobre a seguinte questão: O documento internacional que trata sobre a restrição do uso do mercúrio fora discutido e assinado no Japão, em 2013. Porém, no Brasil, a promulgação do texto só foi feita em agosto de 2018. Discuta as possíveis causas que levaram a implementação tardia dessa medida de extrema urgência. Quais atitudes são passíveis aos cidadãos em questões como essa?”*

### **6.3 Etapa 3: Aquecimento Global – Causas e Consequências**

Nesta etapa, abordaremos os conceitos sobre trocas de calor, suas causas, efeito estufa e calor específico, a partir de um tema relevante para a sociedade: o Aquecimento Global. Acreditamos que este tema necessita ser debatido nas salas de aula por ser um tema controverso e muito discutido atualmente.

#### **Papel do professor**

O professor deverá abordar os conceitos propostos para esta etapa a partir do tema. Para isso, deverá exibir alguns vídeos que mostrem as consequências do aumento da temperatura no planeta, para assim, criar um ambiente propício para trabalhar a problemática sugerida. Posteriormente, deverá introduzir os conceitos

físicos que expliquem o fenômeno observado. Deverá ainda, propor questões para os alunos debaterem em grupo e traçarem possíveis soluções para elas.

### **O que se espera**

Espera-se que os alunos compreendam que o avanço científico e tecnológico também podem ser nocivos a sociedade e que eles precisam participar ativamente de discussões que conduzam ao bem-estar social. Espera-se que a abordagem aplicada possa proporcionar uma aprendizagem duradoura sobre os conceitos abordados, possibilitando que eles construam seu próprio conhecimento e tornem-se intelectualmente independentes.

### **Encaminhamento da Etapa 3**

#### **Atividade 1: Exibição de vídeos sobre as consequências do Aquecimento Global**

*“O professor apresentará três vídeos para iniciar a discussão sobre as consequências do aquecimento global. Durante a exibição deste material, recomenda-se que o professor instigue os alunos a exporem suas concepções acerca do tema.”*

- Apresentar **Vídeo 3: Aquecimento Global – Fantástico 12/05/2019 – Youtube**  
Duração: 15min24s.  
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=eUTCyAlrQX0>
  
- Apresentar **Vídeo 4: Passagem do furacão Katrina pelos Estados Unidos completa 10 anos – Globoplay.**  
Duração: 02min16s.

Fonte: <https://globoplay.globo.com/v/4430496/>

- Apresentar **Vídeo 5**: Groelândia – *Consequências do Aquecimento Global são bem Visíveis e Perigosas* – YouTube

Duração: 07min07s.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=dYJQQ77gvaA>

*“Após a exibição dos vídeos, o professor deverá introduzir os conceitos que serão necessários para os alunos compreenderem o que causa o aquecimento global, quais são as consequências para o meio ambiente e para perpetuação da vida no planeta. Essa etapa se dará através da leitura e discussão de textos que introduzirão o conhecimento necessário para que os alunos desenvolvam com eficiência a Atividade 3 (que será proposta após a introdução dos conceitos). Desse modo, o professor deve discutir os textos com os alunos cuidadosamente, certificando-se de que eles estão compreendendo o assunto estudado.”*

## **Atividade 2: Trocas de calor, efeito estufa, aquecimento e clima, calor específico, O ciclo da água e mudança de estado**

O professor deverá trabalhar por meio da discussão de textos os seguintes temas: trocas de calor, efeito estufa, aquecimento e clima, calor específico, o ciclo da água, mudança de estado e mudança sob pressão. Procurando usar exemplos simples e do cotidiano dos alunos. Para discussão dos quatro primeiros temas, sugerimos os textos encontrados no material “Leituras em Física: Física Térmica”, produzido pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), especificamente nas páginas 29, 30, 40, 41, 42 e 50. Este material está disponível no endereço: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo2.pdf>. Para tratar os três últimos conceitos, sugerimos os textos da mesma coleção, disponíveis em: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo3.pdf>. Este último material encontra-se nas páginas 53, 54, 55, 59, 60 e 62. Os escolhemos por trazerem uma linguagem mais simplificada dos conceitos e mais próxima do cotidiano dos alunos, facilitando a compreensão deles. Entretanto, o professor poderá usar outros materiais que contemplem os conceitos necessários para a realização desta atividade.

*Após a leitura e discussão do último texto, sugerimos que o professor represente, através de um desenho, a estrutura interna dos sólidos, dos líquidos e dos gases. Logo após, dividir os alunos em grupos para discutirem e realizarem a Atividade 3.*

### **Atividade 3: Debate e construção de textos a partir de todos os conceitos estudados**

Para esta atividade, é necessário que os alunos tenham compreendido todos os conceitos abordados até o momento. Assim, deverão discutir em grupos e explicar como o aquecimento global contribui para a formação de tempestades, ocasiona o derretimento das geleiras, aumenta o risco de extinção da fauna e alteração da flora. Esta atividade deverá ser realizada através da elaboração de uma resenha crítica. Espera-se o material produzido pelos alunos contemple:

- i. Explicação científica sobre a influência do aumento da temperatura na formação de tempestades e furacões;
- ii. Como a emissão de gases poluentes está relacionada com o aumento da temperatura média do planeta;
- iii. Reflexões sobre as consequências das atividades humanas;
- iv. Prováveis condutas e medidas de prevenção, no que diz respeito a sustentabilidade e a qualidade de vida da população, tanto em caráter pessoal, institucional e governamental).

*Após a elaboração do material proposto acima, o professor poderá solicitar que os alunos construam juntos um novo mapa conceitual, com o tema central “Aquecimento Global”. O mapa deverá ser produzido no quadro e utilizado para promover ainda mais a interação entre os alunos e também para que o professor utilize como uma das formas de avaliação, assim como a participação e o entendimento dos assuntos estudados.*

## **Etapa 4: Dilatação Térmica**

### **Papel do Professor**

O professor deverá abordar os conceitos sobre dilatação térmica através de um texto, que deverá ser discutido com os alunos. Logo após deverá complementar a temática com um vídeo sobre a dilatação anômala da água, que ocorre em temperaturas específicas. Deverá ainda observar uma aprendizagem concreta dos conceitos abordados e propor exercícios contextualizados para os alunos.

### **O que se espera**

Espera-se que os alunos compreendam o conteúdo estudado e percebam que o fenômeno da dilatação está presente em tudo a sua volta, dessa maneira, consigam relacioná-los com as diversas situações de seu dia-a-dia.

### **Encaminhamento da Etapa 4**

#### **Atividade 1: Exposição dos conceitos sobre dilatação térmica**

Nesta atividade o professor discutirá com os alunos um texto para inserir os conceitos de dilatação térmica. Para discussão deles, sugerimos os textos encontrados no material “Leituras em Física: Física Térmica”, produzido pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), especificamente nas páginas 18 e 19. Este material está disponível no endereço: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo1.pdf>.

Logo após, será apresentado um vídeo para complementar a discussão e trabalhar a questão da dilatação anômala da água.

- Apresentar **Vídeo 2** – “Dilatação Anômala da Água – Física Marginal – Prof. Idelfranio – YouTube.

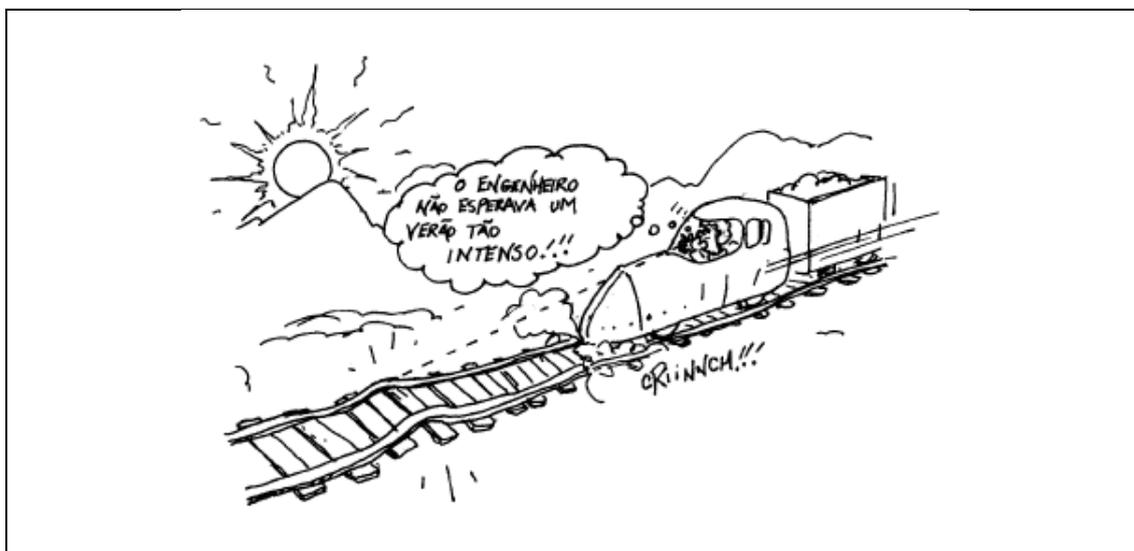
Duração: 16min29s.

Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=0ojS4Wcslk&t=362s>>

“Depois da apresentação e discussão do texto sobre dilatação térmica e do Vídeo 2, o professor deverá certificar-se que os alunos entenderam o fenômeno abordado e o comportamento incomum da água em temperaturas específicas. Assim, poderá organizá-los em grupos para que discutam e respondam o questionário da Atividade 2.

### Atividade 2: Questionário 3: Dilatação Térmica

1. (GREF) Ao lavar pratos e copos, você verifica que as vezes um copo fica “grudado” dentro de outro não sendo possível separá-los facilmente. Sugira um método simples de fazê-los soltar um do outro sem perigo de quebrá-los.
2. A partir do conteúdo estudado, como você explicaria a tirinha abaixo?



Fonte: GREF – Leituras em Física: Física Térmica, São Paulo 1998, p. 17.

3. A dilatação térmica é uma característica que deve ser levada em consideração até mesmo nas restaurações dentárias para que, posteriormente, não haja problemas que possam comprometer a estrutura dos dentes. Sendo assim,

para que o processo de restauração seja eficiente, o coeficiente de dilatação do material usado nas restaurações deve possuir:

- a) Coeficiente de dilatação menor que o dos dentes.
  - b) Coeficiente de dilatação maior que o dos dentes, caso o paciente costume ingerir alimentos muito frios.
  - c) Coeficiente de dilatação menor que dos dentes, caso o paciente costume ingerir alimentos muito quentes.
  - d) Coeficiente de dilatação igual ou muito próximo do coeficiente de dilatação dos dentes.
  - e) Coeficiente de dilatação maior que dos dentes, caso o paciente costume ingerir alimentos muito quentes.
4. Explique o funcionamento dos termômetros feitos por um tubo de vidro fino e fechado, contendo álcool em seu interior.
  5. É comum deparar-se com portões de ferro que são difíceis de abrir em dias com temperaturas muito elevadas. Por que fica mais fácil abri-los em dias frios?
  6. Cite pelo menos cinco situações corriqueiras onde podemos perceber a dilatação térmica e explique-as.
  7. (GREF) Um prédio de 100 m, com uma estrutura de aço tem um vão de 10 cm previsto pelo engenheiro. Que variação de temperatura esse vão permite sem risco para o prédio?
  8. (GREF) Um posto recebeu 5000 litros de gasolina num dia em que a temperatura era de 35 °C. Com a chegada de uma frente fria, a temperatura ambiente baixou para 15 °C, assim permanecendo até que a gasolina fosse totalmente vendida. Sabendo-se que o coeficiente de dilatação da gasolina é  $1,1 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , calcule em litros o prejuízo sofrido pelo dono do posto.

## REFERÊNCIAS

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. *Leituras em Física*. 1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/termo/termo1.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2019.