

Produto Educacional



INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**Programa de Pós-graduação em Ensino
de Física (PPEFis) - MNPEF**

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM TEMÁTICA NA FÍSICA TÉRMICA SOB O ENFOQUE CTS/CTSA

Prof.ª Evelyn de Oliveira Vieira

(Licenciada em Física, Mestranda – PPEFis/IFES)

Prof.ª Dr.ª Maria das Graças Ferreira Lobino (Orientadora, EDUCIMAT/IFES)

Prof. Me. Marcelo Esteves de Andrade (Coorientador, PPEFis/IFES)



**Cariacica
2020**

APRESENTAÇÃO

Caro Professor (a),

A proposta deste manual é mostrar possibilidades didático-pedagógicas ao ensino de Física articulando-as às questões socioambientais na perspectiva CTS/CTSA a partir da abordagem temática do currículo no Ensino Médio. Nessa direção, apontamos os usos da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992), propondo planejamentos, especialmente ao ensino da Física térmica, com ênfase inter e transdisciplinar, objetivando a alfabetização científica de jovens do ensino médio.

O material se encontra organizado em duas partes. A primeira — Orientações Gerais — descreve os princípios teórico-epistemológicos que embasam e norteiam a ação-reflexão-ação do processo educativo que é proposto ao ensino da Física na relação com o trabalho do tema transversal meio ambiente no Ensino Médio. A segunda parte — Proposta de abordagem temática na Física térmica com enfoque CTS/CTSA — traz os encaminhamentos metodológicos e atividades didáticas sugeridas ao trabalho da Física, tratados de maneira inter e transdisciplinar na temática ambiental.

Em síntese, trazemos, de forma transversal ao currículo, a temática ambiental articulada aos conteúdos e projetos pedagógicos, a fim de proporcionar uma visão de ambiente totalidade nos educandos, contribuindo com sua alfabetização científica.

Esse guia metodológico não é para ser tratado como um manual de instrução a se copiar, mas, sobretudo, esperamos que a obra propicie possibilidades de ideias ao trabalho da Física, onde a temática ambiental proporcione a integração desta com os demais componentes curriculares no Ensino Médio.

Os autores.

SUMÁRIO

PARTE 1 - ORIENTAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO	04
OBJETIVOS	08
PÚBLICO ALVO	09
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	09
METODOLOGIA DE ENSINO	19

PARTE 2 - A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: PROJETOS E ATIVIDADES	25
--	-----------

REFERÊNCIAS	53
-------------------	----



ORIENTAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

Discutir o Ensino da Física na escola nos remete à reflexão de sua função no currículo da Educação Básica, buscando também analisar o porquê da resistência dos alunos com a disciplina, como sinalizam estudos anteriores de Menegotto e Rocha Filho (2008) e Quadrado (2009), e assim pensarmos em como avançar com seu aprendizado.

Lanes *et al.* (2014) pontua que é preciso buscar metodologias que potencializem a aprendizagem e promovam a formação social com a consolidação dos processos de alfabetização científica.

Nesse sentido, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) tomam como desafio construir uma escola mais atraente ao jovem atual, em uma base de formação integral humana, que tenha a pesquisa como ponto de chegada e partida, para a construção da prática pedagógica, sendo esta aliada a dimensões do trabalho, ciência, tecnologia e cultura (BRASIL, 2012).

Ainda, as DCNEM tomam como pressupostos para a área das Ciências da Natureza o planejamento interdisciplinar e contextualizado de forma a inter-relacionar conceitos comuns das disciplinas que compõem a área, bem como associar os conteúdos a temas do cotidiano dos educandos. Nessa intenção ainda de trazer uma compreensão mais integrada do conhecimento científico aos alunos, o documento propõe um tratamento transversal e integrado ao currículo de diversas temáticas, como a educação ambiental (BRASIL, 2012).

É importante registrar que no Brasil as temáticas transversais surgem com os Parâmetros Curriculares Nacionais — PCN (1997) que apontam a necessidade de se estruturar o currículo por áreas de conhecimento, integradas entre si, nas quais as questões sociais relevantes como ética, saúde, meio ambiente, orientação sexual e pluralidade cultural são incorporadas às disciplinas de forma transversal. A seguir, o parecer CEB/CNE n.º 04/98 institui as Diretrizes

Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental, fundamentadas em princípios éticos, científicos, políticos e estéticos, propondo a articulação das áreas de conhecimento a diversos aspectos da vida cidadã, **como ciência e tecnologia, meio ambiente**, trabalho, sexualidade, entre outros (grifo nosso).

Nesse mesmo passo, a Lei n.º 9795/99 dispôs sobre Educação Ambiental (EA) instituindo a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), entendendo-se:

[...] por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (LEI FEDERAL n.º 9795/1999).

A referida Lei Federal em questão propõe também que a educação ambiental seja “[...] um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal”, não devendo ser implantada na escola como disciplina específica no currículo de ensino, mas desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente (LEI FEDERAL n.º 9795/1999).

Nessa mesma direção, a Resolução CNE n.º 02/2012 instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) que delimitaram, em concordância com a Lei n.º 9795/1999, princípios, objetivos e diretrizes para a organização curricular escolar da EA em todos os níveis de ensino. Segundo essa proposta, a inserção dos conhecimentos da Educação Ambiental na Educação Básica e em Nível Superior pode ocorrer das seguintes formas: I. pela transversalidade, mediante temas relacionados com o meio ambiente e a sustentabilidade socioambiental; II. como conteúdo dos componentes já constantes do currículo; III. pela combinação de transversalidade e de tratamento nos componentes curriculares.

Nesse sentido, a temática educação ambiental nos chama atenção, não apenas por se tratar de um assunto apresentado na legislação educacional de currículos para educação básica, como também, ser enfatizada a importância de seu

desenvolvimento nas escolas, em outros preceitos legais, como no marco legal estadual sob a égide da Lei Estadual nº 9.265/2009, que reitera que a Educação Ambiental (EA) deve estar presente em todos os níveis e modalidades de ensino e que é vedada que a EA seja desenvolvida sob a forma disciplinar, ou seja, a mesma deve ser trabalhada como tema transversal por todos os componentes curriculares com diversos tipos de abordagens, com foco na contextualização e na interdisciplinaridade (ESPÍRITO SANTO, 2009).

Cabe ressaltar que apesar de a Lei nº 9.795/1999 ter estabelecido a promoção da Educação Ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino, ampliando a dimensão ambiental das ciências naturais a todas disciplinas, ainda se verifica a dificuldade de se abordar tal temática no âmbito escolar, sinalizando a necessidade de pesquisas que proponham diretrizes para se trabalhar as temáticas transversais no âmbito escolar, como aquelas propostas por LANES *et al.* (2014), LOBINO (2004, 2015), bem como a necessidade de formação continuada do corpo docente (MIGUEL, 2016).

Da mesma forma, ainda se nota uma deficiência na formação inicial de professores nas universidades apesar de currículos de ensino de ciências com o enfoque CTS/CTSA vir sendo desenvolvidos no mundo inteiro desde os anos de 1960, e pesquisadores afirmarem a sua importância para a formação dos professores de Ciências, preparando-os para as grandes mudanças do mundo contemporâneo.

Diante do exposto, compreendemos que para abordarmos nas escolas de Ensino Médio temas socioambientais de forma inter e transdisciplinar numa perspectiva CTS/CTSA necessitamos de formação específica inicial nas Licenciaturas, bem como formação continuada em serviço. Além disso, é necessário assegurar mais planejamentos integrados com todas as áreas de conhecimento, a fim de romper com a fragmentação do conhecimento científico que ocorre desde o sexto ano do Ensino Fundamental, atendendo aos princípios e objetivos da Educação Ambiental previstos nas DCNEA (2012) que propõem que a EA ocorra em uma “[...] abordagem curricular **integrada e transversal**,

contínua e permanente em todas as áreas de conhecimento, componentes curriculares e atividades escolares e acadêmicas (RESOLUÇÃO CNE n.º 02/2012, grifo nosso)”.

De fato, no contexto escolar, geralmente, as atividades que têm como objetivo desenvolver a interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, acabam sendo uma sobreposição de disciplinas na qual cada uma tem a função de orientar o desenvolvimento de uma fase específica da abordagem do tema do projeto escolar.

Nesse sentido, compreendemos que um desafio que se apresentava era pensarmos em possibilidades didático-pedagógicas ao ensino de Física que buscasse dar visibilidade à relação educação ambiental e conceitos físicos, não apenas pelo que o documento prescrito sinaliza a fazer, mas, como nos ensina Freire (1996), partir da leitura de mundo dos alunos de Ensino Médio sobre seus anseios acerca de temas relacionados às Ciências, e com isso, fomentar a produção de aprendizagens que perpassasse pela via da linguagem presente no cotidiano atual da cultura juvenil (CARRANO, 2000).

Observamos que diferentes temas sobre meio ambiente fazem parte do atual cotidiano da sociedade capixaba, como: crimes contra o Rio Doce como o rompimento da barragem de rejeitos em Mariana em 2015; mudanças climáticas provocando extremos climáticos no Estado e períodos de secas intensas gerando racionamento de água como o ocorrido em 2016; emissões diárias de pó preto no ar da Região Metropolitana da Grande Vitória pelas companhias Vale e Arcelor Mittal e outros relacionados a questões socioambientais.

Nesse sentido, a Abordagem Temática constitui-se como possibilidade de metodologia de ensino que busca relacionar aspectos cotidianos da realidade vivida pelos educandos a elementos conceituais, numa perspectiva problematizadora, visando desenvolver nos mesmos a criticidade e o exercício da curiosidade para que possam intervir na sociedade atual (DELIZOICOV, 2001; CARVALHO; ZANETIC, 2004). A abordagem por meio de temas

representa uma lógica distinta daquela contida na abordagem conceitual, de forma linear e fragmentada, que historicamente tem balizado a organização de currículos e programas de ensino (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Dessa forma, despertamos o interesse em produzir uma iniciativa de pesquisa que aliasse o meio ambiente como tema transversal ao currículo e a abordagem temática como forma de ressignificação do currículo de Física numa perspectiva problematizadora e dialógica, na qual se pretende que os conceitos sejam integrados às problemáticas da vida real dos educandos como ponto de partida para o Ensino de Física.

OBJETIVOS



- ✓ Promover e a realizar práticas pedagógicas no ensino de Física articulando-as às questões socioambientais na perspectiva CTS/CTSA a partir de uma abordagem temática de currículo no Ensino Médio.
- ✓ Analisar possibilidades didático-pedagógicas no Ensino de Física no Ensino Médio, a partir da abordagem temática, utilizando-se a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992);
- ✓ Descrever como o planejamento por abordagem temática, com ênfase inter e transdisciplinar, aliado ao enfoque CTS/CTSA, pode contribuir para a apropriação de conceitos físicos pelos educandos e na promoção de uma visão mais integrada do conhecimento científico;
- ✓ Verificar se houve indícios de alfabetização científica junto aos alunos a partir da percepção dos conceitos físicos na relação com a temática; socioambiental;

PÚBLICO ALVO



O produto é proposto ao processo educativo de alunos do Ensino Médio, podendo ser utilizado com as devidas adaptações no Ensino de Ciências do Ensino Fundamental. Em nossa pesquisa, desenvolvemos a intervenção pedagógica com alunos do 2.º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual do município de Serra (ES).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



I. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: PERSPECTIVAS PARA UMA FORMAÇÃO CIDADÃ

O termo alfabetização científica deriva do termo *scientific literacy*, utilizado pela primeira vez em 1958 pelo estudioso do currículo das Ciências Paul Hurd. É também conhecido como letramento científico o qual anuncia a formação do indivíduo na apropriação de conhecimentos científicos suficientes para que esta pessoa possa interpretar os fenômenos e enfrentar os problemas de sua própria realidade.

A expressão “encultramento científico” também é utilizado no Brasil para designar um processo de alfabetização científica que vise a inserção dos alunos na cultura científica, uma nova cultura com a qual os mesmos possam interagir lhes permitindo uma outra forma de ver o mundo, objetivando uma formação cidadã que lhes propicie o domínio e o uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas diversas esferas de sua vida (SASSERON, 2010, p.14).

No entanto, observa-se que na essência das discussões de quem usa uma ou outra expressão “[...]” estão as mesmas preocupações com o ensino de Ciências e motivos que guiam o planejamento deste ensino para a construção de

benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente (SASSERON, 2010, p.14)”.

Estabelecendo um paralelo entre a alfabetização científica e o processo de letramento, dialogamos com Freire (1987) a noção de que alfabetizar é permitir ao indivíduo estabelecer conexões entre o mundo e a palavra escrita; dessa forma, fomentam-se as construções de conexões entre o conhecimento científico e a realidade vivida. Nesse processo, é necessária a promoção de uma prática pedagógica dialógica e problematizadora que supere a noção de educação como prática bancária, em que os educadores se consideram detentores do conhecimento, depositando o mesmo nos educandos passivos.

Compreendemos que alfabetização científica deve caminhar na direção de que:

Saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou criação [...] na qual o educador deve estar aberto a indagações, às curiosidades, às perguntas dos alunos, a suas inibições (FREIRE, 1996, p.52).

Dessa forma a noção dos lugares que professor e aluno ocupam superam a contradição entre educador e educando, transformando-os em “educador-educando” e “educando-educador”, onde “[...] o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa (FREIRE, 1987, p. 68)”.

Uma concepção de ensino de Ciências que vise uma “alfabetização científica” encontra seu amparo então em Freire (1980) na medida em que se compreende que:

[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes [...] Implica uma autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (FREIRE, 1983, p. 111)

Logo, uma educação em Ciências que aspire à alfabetização científica deve permitir aos educandos compreenderem os conhecimentos científicos e suas tecnologias a fim de potencializar sua cidadania para atuarem no mundo contemporâneo que depende cada vez mais desses conhecimentos

historicamente construídos, apontando que esta mesma sociedade deva saber ainda mais sobre Ciências e seus empreendimentos. Nesse sentido, parece válido considerar a ciência como uma parte da cultura do nosso tempo (SERRES, 1991).

Para Chassot (2003) a ciência pode ser entendida como uma “linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural” ou como “um conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo em que vivem (CHASSOT, 2000, p.19)”. Assim, “[...] ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza”. Portanto, propiciar o entendimento ou a leitura dessa linguagem é fazer alfabetização científica (CHASSOT, 2003).

Chassot (2003) também pontua que “[...] é um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do Universo”. Dessa forma, compreender a ciência enquanto linguagem e “[...] sabê-la como descrição do mundo natural ajuda a entender a nós mesmos e o ambiente que nos cerca (CHASSOT, 2003)”.

O entendimento da ciência também nos permite contribuir para o controle e a previsão das transformações que ocorrem na natureza. Assim, temos condições de fazer com que as mesmas “[...] sejam propostas para que conduzam a uma melhor qualidade de vida (CHASSOT, 2003)”. Seria, portanto desejável que os alfabetizados cientificamente tivessem facilitada tanto sua leitura de mundo quanto entendessem a necessidade de transformá-lo em algo melhor.

Nesse sentido, o alfabetizado cientificamente precisa compreender que os problemas ambientais, sejam eles urbanos ou não, são produtos da interferência do homem na natureza, transformando-a conforme seus interesses e explorando os seus recursos em busca de maximização dos lucros sem se preocupar com as consequências. Portanto, a alfabetização científica pode possibilitar o desenvolvimento de uma cidadania socioambiental comprometida com a intervenção e transformação da realidade na construção da utopia possível da sustentabilidade da vida local-planetária (FREIRE, 2004; DICKMANN, 2010).

As ideias discutidas até aqui evidenciam que os pressupostos da alfabetização científica apontam para a necessidade de possibilitarmos aos educandos:

[...] a promoção de oportunidades para o desenvolvimento de conceitos e teorias científicas; o desenvolvimento de habilidades de investigação e a percepção de que Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente são esferas cujas relações são fortes e estreitas (SASSERON; MACHADO, 2017).

Diferentes autores listam uma série de habilidades entendidas como necessárias aos alfabetizados cientificamente. Sasseron (2008) e Sasseron e Carvalho (2008), em revisão de literatura de trabalhos voltados à alfabetização científica, apontam a existência de convergências entre as diferentes classificações que possibilitam agrupá-las em três blocos que englobam as habilidades listadas pelos diversos autores. A esses grupos as autoras deram o nome de “Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica” que fornecem bases suficientes para a elaboração e o planejamento das aulas de Ciências voltadas à promoção de uma Educação Científica.

O primeiro eixo estruturante refere-se à **compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais** e constitui-se no trabalho de construção de conhecimentos científicos (conceito, leis e teorias) com os estudantes para que possam aplicá-los e reconhecê-los em diversas situações cotidianas.

Já o segundo eixo está ligado à **compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**. Carvalho e Sasseron (2011) pontuam que a investigação é uma prática adotada pelos cientistas para compreender os fenômenos naturais. Nesse sentido o educador deve possibilitar aos alunos à percepção e o exame dos fenômenos da natureza na busca de explicações, levando-os à construção de suas próprias hipóteses, organizando-as em torno da construção do conhecimento científico em práticas investigativas. Ainda, a fim de promover uma enculturação científica dos educandos, o professor pode propor atividades nas quais o aluno possa estudar a ciência como construção histórica para interpretar a natureza, onde o mesmo possa

acompanhar acontecimentos em torno da produção daquele conhecimento científico.

Por fim, o terceiro eixo estruturante compreende **o entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente**. Em função do entrelaçamento dessas esferas, esse eixo denota a necessidade “[...] de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas Ciências, considerando as ações que podem ser desencadeadas pela sua utilização (SASSERON, 2011, p.18)”. Em outras palavras, trata-se de considerar que a solução imediata de uma situação em uma dessas áreas, como a ampliação da matriz energética de uma localidade, pode desencadear futuramente o aparecimento de outra associada, como um desequilíbrio ambiental decorrente de um rompimento de uma barragem, constituindo-se em um problema socioambiental. O trabalho com esse eixo pode ser garantido quando se pretende ensinar:

[...] um futuro sustentável para a sociedade e para o planeta, e sua consecução se liga às pontes construídas pelo professor para que os temas científicos sejam analisados de maneira global, fora do microcosmo que a sala de aula constitui (SASSERON; MACHADO, 2011, p.23).

Lobino (2015) destaca que “[...] a educação em Ciências sempre esteve vinculada ao desenvolvimento científico e tecnológico de um país”. Nesse contexto, países com tradição científica como Inglaterra, Itália, França e Alemanha, desde o Século XVIII, estabeleceram políticas nacionais, voltadas para a educação científica desde a escola elementar até o ensino superior (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

Lobino (2002) ainda pontua que para que a alfabetização científica seja promovida sobre bases sustentáveis há uma necessidade de se reorientar o ensino de Ciências em toda extensão da Educação Básica, buscando organizar o trabalho da área de Ciências da Natureza em torno de uma metodologia interdisciplinar articulando conceitos da Física, Biologia e Química. Nota-se que o conhecimento dessa área ainda é trabalhado, na escola atual, de forma

fragmentada, contrariando o que é defendido por Lefébrve (1987) que afirma que o conhecimento científico é também histórico, prático e social.

No tópico a seguir, analisaremos os principais pressupostos do movimento CTS/CTSA que utilizamos nessa pesquisa, enquanto um enfoque possível para se alcançar uma alfabetização científica em diálogo com uma educação ambiental crítica no Ensino de Ciências.

II. Ensino de Ciências sob o enfoque CTS/CTSA

Apesar do otimismo proclamado pelo promissor modelo linear, o mundo tem sido testemunha, desde do final da década de 1950, de uma série de desastres relacionados à ciência e à tecnologia, como acidentes nucleares e envenenamentos farmacêuticos, dentre outros. Nesse contexto, no início dos anos 60, surge o movimento CTS — Ciência, Tecnologia e Sociedade — momento no qual a comunidade acadêmica e a sociedade civil de vários países começavam a questionar os limites da produção científico-tecnológica. Se por um lado alguns progressos da ciência e da tecnologia proporcionavam bem-estar social e desenvolvimento econômico, por outro, os mesmos ocorriam à custa de prejuízos causados à sociedade e ao ambiente (BAZZO *et al.*, 2003).

No âmbito educacional, os currículos com abordagem CTS apresentam como objetivo central preparar os alunos para o exercício da cidadania e caracterizam-se por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social (SANTOS, MORTIMER, 2002).

Nesse sentido, uma educação científica com enfoque em CTS/CTSA visa:

[...] motivar os estudantes na busca de informação relevante e importante sobre as ciências e as tecnologias da vida moderna, com a perspectiva de que possam analisá-la e avaliá-la, refletir sobre essa informação, definir os valores implicados nela e tomar decisões a respeito, reconhecendo que sua própria decisão final está inerentemente baseada em valores (CUTCLIFFE, 1990).

Nessa direção, a educação em CTS pode ser considerada, como uma integração entre educação científica, tecnológica e social, onde os conteúdos científicos e

tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (LOPES; CERESO, 1996).

É importante ressaltar que a Educação CTS não é uma metodologia de ensino, mas uma perspectiva de ensino de Ciências, uma abordagem ou um enfoque cuja concepção emergiu dos movimentos sociais desde a década de 1960. Trata-se, portanto de um processo educativo orientado pelos ideais desse movimento social no campo educacional (SANTOS, 2002).

Nessa perspectiva pedagógica, os educandos são estimulados a pensar, a pesquisar, a participar no processo dialógico de construção do conhecimento mediado pelo educador com vistas a desenvolver um senso crítico nos mesmos. Para tanto, é necessário reconhecer que o conhecimento científico é histórico e social como indica Lefébrve (1987). Por outro lado, cabe ao educador promover estratégias diversificadas de ensino problematizando os conteúdos e temas, contextualizando-os com a realidade vivida do educando.

Faz-se necessário também considerar a leitura de mundo dos alunos, dar voz aos mesmos, estimular a criticidade, evitando assim um ensino de Ciências abstrato, descontextualizado, enciclopédico, ou seja, baseado na concepção bancária (FREIRE, 1987). Tal concepção de educação tem como propósito, intencional ou não, a formação de indivíduos acomodados, não questionadores e que se submetem à estrutura de poder vigente. Nessa direção, Freire (1987) pontua que:

A ação educativa e política não pode prescindir do conhecimento crítico dessa situação, sob pena de se fazer “bancária” ou de pregar no deserto. Por isso mesmo é que muitas vezes educadores e políticos falam e não são entendidos. Sua linguagem não sintoniza com a situação concreta dos homens a quem falam. E sua fala é um discurso a mais, alienado e alienante (FREIRE, 1987, p. 87).

Espera-se que, a partir desse processo de alfabetização científica, o aluno seja capaz de se posicionar, argumentar, fundamentado teoricamente em questões sociocientíficas.

Na condução do processo educativo é possível utilizar diversas estratégias para o ensino em CTS como:

[...] palestras, demonstrações, sessões de discussão, solução de problemas, jogos de simulação e desempenho de papéis, fóruns e debates, projetos individuais e de grupo, redação de cartas a autoridades, pesquisa de campo e ação comunitária (HOFSTEIN; AIKENHEAD; RIQUARTS, 1988).

Santos e Schnetzler (2010) também apontam outras possibilidades didáticas que podem ser utilizadas na abordagem CTS, tais como:

[...] visitas a indústrias e museus, estudo de caso envolvendo problemas reais da sociedade, utilização de entrevistas, relatório de dados, análise de dados de computador e a utilização de materiais audiovisuais, como slides, filmes, kits, jogos e videoteipes (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Cabe aqui ressaltar que a atual juventude interage crescentemente com as tecnologias e, assim, se produz, orienta seu comportamento e conduz a própria existência. As tecnologias digitais são, pois, um importante elemento constitutivo da cultura juvenil. Símbolos compartilhados no ciberespaço (LÉVY, 1999) geram significados e referenciam as atitudes e posturas das pessoas tanto quanto sinais e gestos do encontro físico. Por isso, se diz que os jovens de hoje são nativos digitais, uma geração nascida na era da internet (PRENSKY, 2001).

Para Kenski (2003), novas formas de aprendizagem surgiram por meio da interação, comunicação e do acesso à informação propiciadas pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Nesse sentido, a escola e seus educadores têm o desafio de, partindo dos elementos da cultura jovem como videogames, smartphones, redes sociais; extrair desse universo, elementos que sirvam de ponto de partida para a mediação pedagógica e a construção de aprendizagens. Nesse processo educativo, devemos ampliar nossa concepção de educação científica para um processo de alfabetização tecnológica e científica.

As contribuições de Paulo Freire nos ajudam a compreender aspectos relativos à discussão dos temas a serem priorizados no currículo. Freire (1987) discute que a conscientização do indivíduo ocorre por meio do diálogo com suas condições de existência, o qual se traduz, numa proposta de educação libertadora, por meio do uso de “temas geradores”. Os temas organizam o conteúdo programático e têm sua origem na situação presente, existencial,

concreta dos educandos e refletem as suas aspirações. Acerca disso, Freire (1987) esclarece que:

É na realidade mediatizadora, na consciência que dela tenhamos, educadores e povo, que iremos buscar o conteúdo programático da educação. O momento deste buscar é o que inaugura o diálogo da educação como prática da liberdade. É o momento em que se realiza a investigação do que chamamos de *universo temático* do povo ou o conjunto de seus *temas geradores* (FREIRE, 1987, p. 87).

O tema se origina, portanto, nas relações dos homens com o mundo. Sendo assim, a orientação do autor é que se parta de situações locais para a análise de problemas nacionais e regionais (FREIRE, 1996). Nesse sentido, a estruturação dos currículos de CTS deve ser feita por meio de temas que se iniciem em problemas locais e se articulem posteriormente à dimensão global (SANTOS; MORTIMER, 2002). Esses temas lidam com problemas verdadeiros em seu contexto real e buscam expor as potencialidades e limitações da ciência e tecnologia no que diz respeito ao bem comum.

Ao contrário do ensino tradicional de Ciências, baseado em uma organização linear conceitual, o ensino CTS/CTSA se organiza por meio da abordagem temática, ou seja, a partir de temas de relevância social cuja abordagem busca as interações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). Segundo Aikenhead (2009), devemos partir dos temas sociais para os conceitos científicos e desses retornar ao tema. Dessa forma, a abordagem CTS/CTSA no ensino possui uma ênfase prática para se chegar à teoria, ao contrário do ensino clássico que enfatiza a teoria para se chegar à prática. (TRAZZI; GARCIA; SILVA, 2012).

Santos e Schnetzler (2010), pontuam que na literatura há uma variedade de listas de temas e destaca a lista da Conferência Internacional sobre “Ciência e educação tecnológica e as futuras necessidades humanas (1985)” e a lista criada por Bybee (1987) extraídos de uma relação de temas sociais de quatro estudos realizados a partir da consulta de alunos, professores, grupos internacionais de educadores em ciência, cientistas e engenheiros, relacionadas no quadro 1.

Quadro 1 — Lista de temas CTS apresentados por Santos e Schnetzler (2010)

Lista da Conferência Internacional sobre “Ciência e Educação Tecnológica e as Futuras Necessidades Humanas” (1985)	Lista criada por Bybee (1987)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Saúde 2. Alimentação e agricultura 3. Recursos energéticos 4. Terra, água e recursos minerais 5. Indústria e tecnologia 6. Ambiente 7. Transferência de informação e tecnologia 8. Ética e responsabilidade social 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saúde humana e doença 2. Fome mundial e fonte de alimentos 3. Falta de energia 4. Recursos hídricos 5. Crescimento populacional 6. Animais e plantas em extinção 7. Guerra tecnológica 8. Reatores nucleares 9. Substâncias perigosas 10. Uso da terra 11. Qualidade do ar e atmosfera 12. Recursos minerais

Fonte: Santos e Schnetzler (2010)

Vários desses temas fazem parte atualmente dos currículos de Geografia. Todavia, dado ao forte componente científico e tecnológico deles, é importante que sejam explorados também na área de Ciências e suas Tecnologias, de preferência numa abordagem interdisciplinar com a Geografia e outras disciplinas (SANTOS; MORTIMER, 2002). Ao partir de temas sociais, necessariamente serão envolvidos conhecimentos relacionados às ciências naturais e às ciências sociais (SANTOS; SCHNETZLER; 2010).

Por fim, compreendemos que o ensino de Ciências com enfoque CTS/CTSA, na relação com os pressupostos da pedagogia emancipatória e transformadora de Paulo Freire, ao propor a reflexão sobre temas sociocientíficos possa contribuir para alfabetizar cientificamente os educandos e para desenvolver uma consciência socioambiental nesses sujeitos. Nessa direção, sinalizamos que para se estruturar o currículo e o planejamento das aulas de Ciências por meio de temas é fundamental que utilizemos a abordagem temática que será apresentada no tópico a seguir.

METODOLOGIA DE ENSINO



A metodologia de ensino da intervenção didática seguiu a proposta dos três momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992) que consiste numa abordagem de temas baseada na perspectiva freiriana no Ensino de Ciências.

Freire (1987) propõe um ensino baseado na abordagem temática, que é uma perspectiva curricular que propõe que a estruturação das atividades educativas seja feita por meio de temas, a partir dos quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nesse tipo de abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema. Esta forma de estruturar o currículo escolar “[...] rompe com o tradicional paradigma curricular cujo princípio estruturante é a conceituação científica, ou seja, um currículo concebido com base numa abordagem conceitual (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p.189)”. Nessa lógica de organização curricular, os conteúdos de ensino são selecionados a partir dos conceitos científicos.

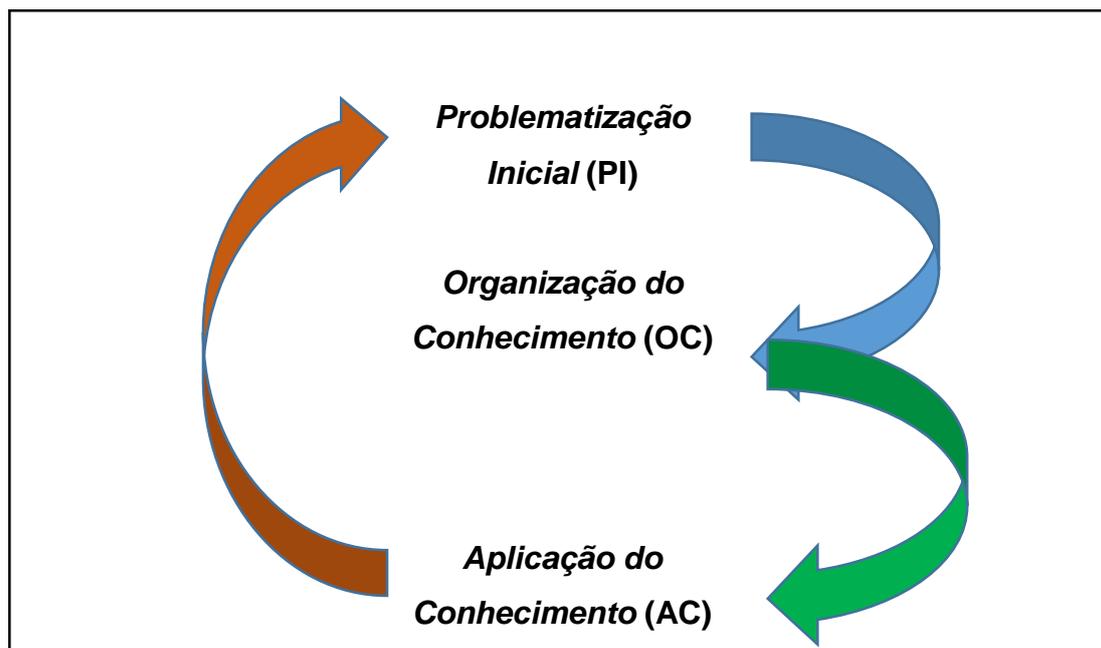
A metodologia Momentos Pedagógicos (MP) configura-se como uma proposta de planejamento dialógico da abordagem temática, sendo organizados da seguinte forma:

1.º Momento Pedagógico - Problematização inicial: caracteriza-se pela exposição de situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que, ao mesmo tempo, estão envolvidas com os temas a serem discutidos, desafiando os mesmos a exporem suas compreensões acerca do tema em questão e que desperte neles a necessidade de sua resolução a partir da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detêm. O papel do professor é problematizar os conhecimentos expostos pelos alunos com base em poucas questões propostas relativas ao tema e às situações significativas, discutidas em pequenos grupos para, em seguida serem socializadas com toda a classe;

2.º Momento Pedagógico - Organização do Conhecimento: nesta etapa ocorre a organização dos conhecimentos científicos abordados para a compreensão dos temas, ou seja, a situação inicial deve ser estudada de forma sintetizada, elencando a necessidade dos conceitos científicos para a solução da problemática apresentada na primeira etapa;

3.º Momento Pedagógico - Aplicação do Conhecimento: essa etapa constitui-se na retomada das perguntas iniciais realizadas na problematização inicial, bem como empregar o conhecimento ao qual o estudante vem se apropriando para analisar e interpretar as situações propostas na problematização inicial e outras que possam ser explicadas e compreendidas pelo mesmo corpo de conhecimentos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2001).

Figura 1. Dinâmica dos três momentos pedagógicos



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

No processo ainda de elaboração do programa e do planejamento é necessário um trabalho conjunto dos educadores na articulação entre temas e conceitos unificadores. Tais conceitos são complementares aos temas. No caso específico das Ciências Naturais, o uso de conceitos unificadores:

[...] que contém a estrutura epistêmica do conhecimento científico, articulado às questões geradoras, permite a realização de análises e sínteses, com as quais se estrutura a programação escolar e se identificam definições, conceitos, modelos e teorias que comporão, também o rol de conteúdos programáticos escolares. Inicia-se, então a redução temática, cuja meta é a elaboração do programa de ensino (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 288).

Além de unificadores tais conceitos são supradisciplinares ou transdisciplinares por permear os escopos da Física, da Química, da Biologia, etc. Sua função é também reduzir a fragmentação dos conteúdos e permitir uma melhor ligação entre as partes e o todo, nesse sentido “[...] vão na direção das totalidades, das estruturações do conhecimento articuladas e dinâmicas, contra as fragmentações exageradas que a nada levam além de nomenclaturas, fórmulas e memorizações (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011)”. Na Física, por exemplo, essa ligação pode ser vista em dois aspectos:

“[...] o primeiro de natureza didática, ou seja, unidades de ensino (partes) e o programa (todo). O segundo de natureza epistemológica, ou seja, partes (Mecânica, Óptica, Eletricidade...) de um conhecimento estruturado, que é a Física (todo) (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 22)”.

Delizoicov e Angotti (1992) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) apresentam quatro conceitos unificadores que, caracterizados em seus aspectos mais amplos, evidenciam sua potencialidade:

- **Processos de transformação** que a matéria viva e/ou não viva apresentam no espaço e no tempo;
- **Ciclos e regularidades** da matéria em transformação no espaço e no tempo, no mundo natural e nas intervenções humanas. Categorizam e agrupam as transformações mediante regras, semelhanças, ciclos abertos ou fechados, repetições e/ou conservações;
- **Energia** entendida como “agente de transformações”, algo que permite a diferença das coisas no espaço, entre o “antes e o depois”. Este conceito, que incorpora os dois anteriores, aliado ao seu princípio de conservação é suficientemente vasto para englobar os dois anteriores. Ele inclui a participação da radiação nas transformações, se encarmos a matéria em sua conceituação clássica. A energia transforma-se, espacial e

temporalmente, na dinâmica mutável dos objetos, fenômenos e sistemas, conserva-se na totalização das distintas formas e degrada-se porque uma de suas formas – o calor – é menos elástica e reversível das que as outras. A grandeza energia é uma ponte segura que conecta os conhecimentos específicos de Ciência e tecnologia, bem como a outras esferas do conhecimento.

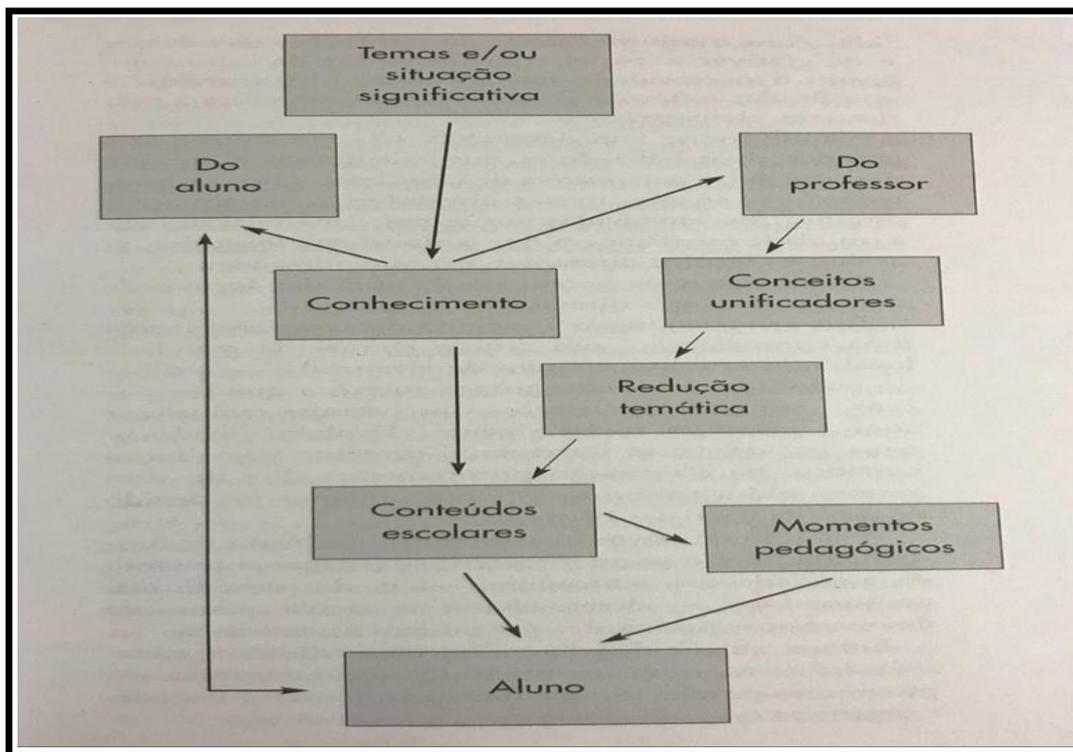
- **Escalas** entendidas como ordens de grandeza que possibilitam o tratamento de eventos de dimensão e duração no cotidiano e sua extrapolação para o micro e macroscópico e para o instantâneo e o remoto. O tratamento sistemático das escalas de comprimento, tempo, massa, energia, etc. auxilia a compreensão dos modelos e teorias da Física, bem como permite constatar as suas limitações e consequentes domínios de validade.

Os autores ainda pontuam que “[...] a tarefa de articulação entre temas e conceitos unificadores, visando à elaboração do programa e do planejamento, constitui um trabalho de equipe (p. 287)”. Nesse processo de produção articulada da programação, numa perspectiva de uma abordagem temática e conceitual unificadora, deve-se levar em conta os conhecimentos de que os educandos dispõem para interpretar os temas ou as situações significativas a eles relacionados.

Por outro lado, a equipe de professores precisam interpretar o tema e/ou situação significativa, a partir de seus conhecimentos específicos. Nesse processo de compreensão dos problemas, questões geradoras (PERNAMBUCO, 1993) convenientemente formuladas, auxiliam os educadores a identificar os conhecimentos de que os educandos precisam se apropriar para compreender os fenômenos, temas ou situações da perspectiva do conhecimento científico.

O esquema a seguir sintetiza o processo de redução temática para se estruturar o conteúdo programático a partir de temas e/ou situações significativas utilizando-se como metodologia de ensino os momentos pedagógicos.

Figura 2 — Processo de redução temática



Fonte: Delizoicov; Angotti; Pernambuco (2011, p. 291).

Delizoicov e Angotti (1992) refletem sobre os desafios se trabalhar por abordagem temática nos aspectos da extensão e da profundidade do conhecimento na Física do Ensino Médio. Sinalizam que deve haver a garantia da extensão, facilitando a apreensão do conhecimento, tomando-se o cuidado para que este não seja superficializado ou banalizado, implicando um mínimo de profundidade.

Nesse sentido, os autores levantam questionamentos do tipo: 1) A veiculação do conhecimento em sua extensão implica o conhecimento enciclopédico e de caráter apenas de divulgação científica? 2) A veiculação do conhecimento em profundidade significa apenas conhecer tópicos de Cinemática, Termometria, Óptica Geométrica ou qualquer outro?

Os autores apontam a necessidade de buscar continuamente, em nossa prática profissional, situações de equilíbrio entre os dois aspectos acima apontados. Além disso, observarmos os condicionantes do cotidiano do trabalho docente, como o número de horas semanais, para o desenvolvimento de um programa

por abordagem temática, levando à exclusão de tópicos igualmente importantes aos desenvolvidos no currículo por abordagem conceitual, comprometendo a extensão. Todavia, Delizoicov e Angotti (1992) insistem na visão de conjunto gerada pelo tema central, que proporcionam a integração curricular, permitindo aos educadores a opção pelo aprofundamento na escolha dos tópicos e unidades que constituem o programa (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).



A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: PROJETOS E ATIVIDADES

POR ONDE INICIAR?



Esse é o momento de planejamento individual e coletivo junto à equipe pedagógica de sua escola. Em nossa experiência, desenvolvida no ano letivo de 2019, construímos coletivamente o plano de ação do ano e elaboramos nossos planos de ensino. Na ocasião, partiu da professora de Física a iniciativa de propor um projeto de cunho transdisciplinar sobre a temática ambiental, às professoras de Geografia e Biologia buscando investigar pontos de contato no currículo dessas disciplinas com a Física.

Em Geografia, os conteúdos selecionados foram: poluição urbana, efeito estufa e mudanças climáticas. Já em Física a conceituação de temperatura, calor, equilíbrio térmico e os mecanismos de transmissão de calor. Essas temáticas foram agrupadas e incorporadas ao projeto pedagógico denominado “Educação Ambiental”, para alunos de segundos anos do Ensino Médio.

A elaboração e execução da intervenção pedagógica foi organizada em três fases: (a) seleção de um tema; (b) seleção dos conteúdos e elaboração dos planejamentos das aulas baseada no tema; (c) desenvolvimento das atividades em sala de aula, conforme Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011).

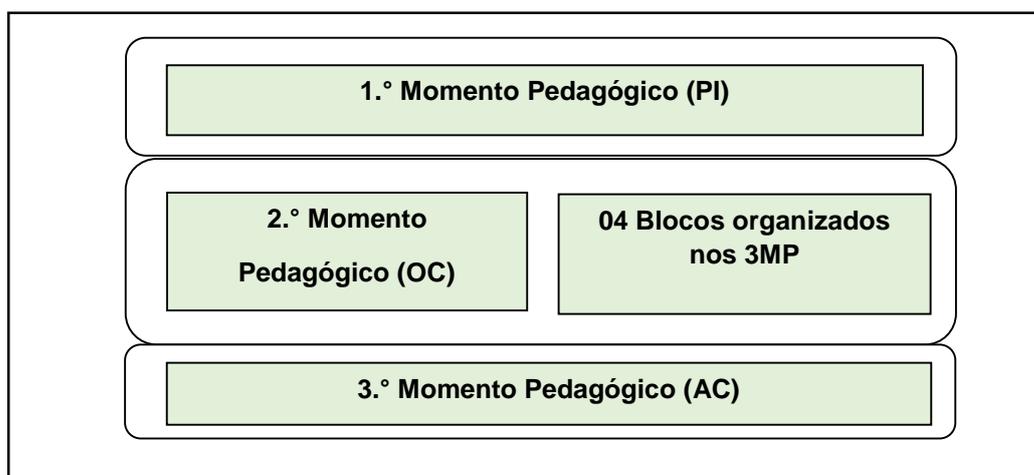
O tema escolhido “Poluição do ar da Grande Vitória e mudanças climáticas” norteou a organização dos três Momentos Pedagógicos (MP), tendo o meio ambiente como tema central e transversal ao currículo, sistematizado da seguinte maneira:

1.º Momento Pedagógico (PI): Inicialmente fizemos uma problematização das possíveis causas da poluição da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), que compreende os municípios de Vitória, Serra, Vila Velha, Cariacica, Fundão, Viana e Guarapari, buscando relacionar a poluição das indústrias, sobretudo a emissão de material particulado (sobretudo o pó preto) na atmosfera, e o aumento significativo de veículos nos últimos anos na região; ao aumento das temperaturas ambientes médias, principalmente no último verão

em que vivenciamos dias extremamente quentes, com sensação térmica chegando a atingir 51°C em fevereiro de 2019 em Vitória, conforme reportagens de jornais locais no Apêndice C.

2.º Momento Pedagógico (OC): A seguir, propusemos diversas problematizações em torno do tema, novamente estruturados nos três momentos pedagógicos, conforme figura 5:

Figura 3 — Estruturação dos Momentos Pedagógicos



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

3.º Momento Pedagógico (AP): Para aplicar o conhecimento, realizamos ao final da intervenção, um debate sobre o tema “Poluição do ar da Grande Vitória e Mudanças climáticas”, retomando questões levantadas na problematização inicial.

Ao se realizar a primeira etapa do processo de Investigação Temática (FREIRE, 1987), denominada de levantamento preliminar, foi constatado um problema que representava uma contradição social vivenciada pelos moradores dos municípios da Grande Vitória e do interior do Estado, incluindo a região serrana. Tal contradição estava relacionada à problemática das elevadas temperaturas do verão do ano de 2019, que provocaram sensações térmicas superiores às experimentadas nos últimos três anos, reportadas em jornais locais.

Em 2016, a região Metropolitana da Grande Vitória e vários municípios do Estado

do Espírito Santo sofreram com um período de seca que provocou racionamento de água.

A problemática vivenciada em 2019 levou os alunos a se queixarem constantemente das elevadas sensações térmicas na sala de aula tendo em vista que na escola a sala ambiente de Física se localiza no último andar do prédio que é coberto por telhas de amianto tendo o teto forrado com revestimento isolante térmico que havia despencado em alguns trechos produzindo uma irradiação térmica direta no interior da sala, conforme mostra a figura 4.

Figura 4 — Sala ambiente de Física



Fonte: Autoria própria (2019)

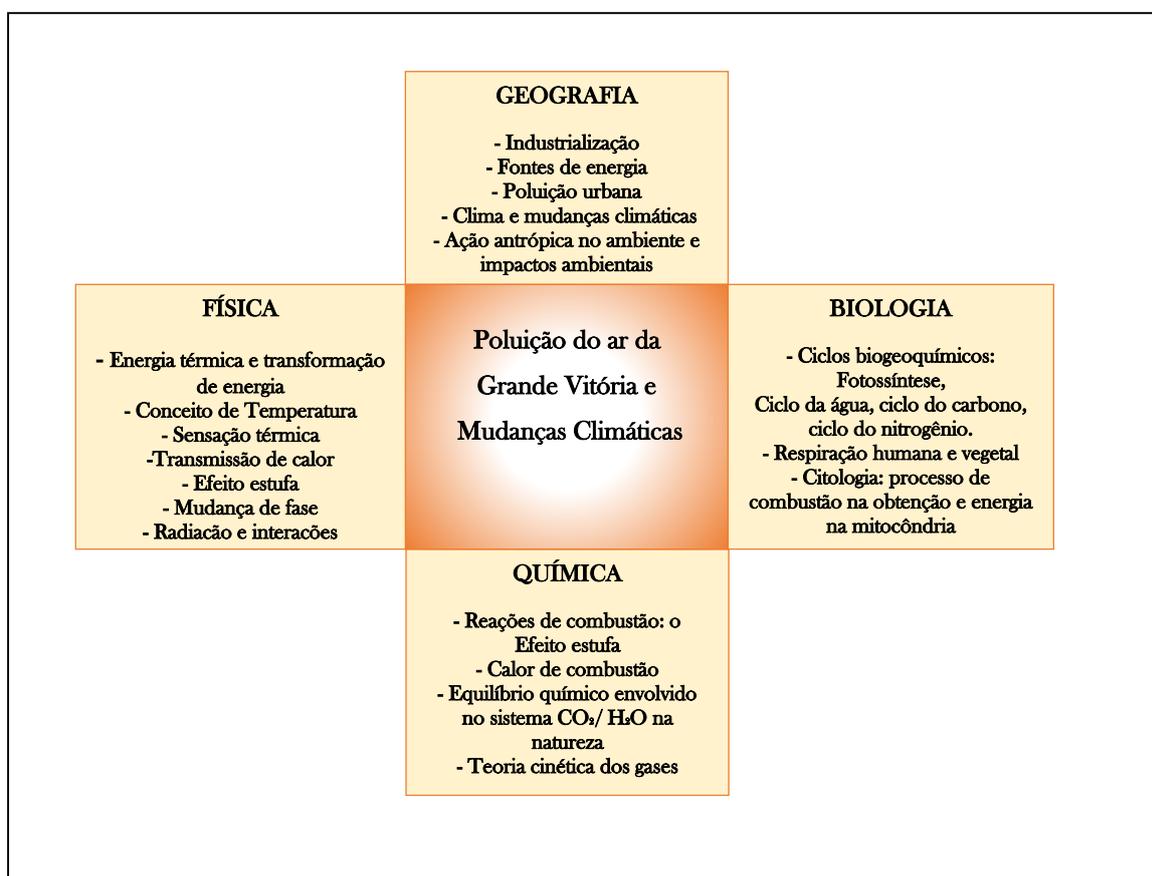
Além disso, as janelas possuem paredes duplas de vidro que inicialmente pretendiam isolar o ar frio no ambiente em função do ar condicionado central instalado pela faculdade que funcionava nesse prédio, mas que atualmente está com defeito, produzindo o efeito contrário.

A identificação da situação problema (situação limite) e a indagação das possíveis causas para a ocorrência da mesma, resultou em um tema gerador para ser trabalhado em sala de aula denominado: “poluição do ar da Grande Vitória e mudanças climáticas”.

Para implementar o tema gerador foram selecionados, durante o processo de Redução Temática (FREIRE, 1987), alguns conteúdos/conceitos relevantes de Física, Química, Biologia e Geografia, em torno do conceito unificador “combustão” identificado a partir da compreensão de que uma das causas da poluição urbana provem do uso da energia, suas transformações e degradação. A partir deste conceito-chave é possível estabelecer três eixos temáticos

estruturantes: (i) a compreensão da combustão envolvida em processos biológicos e não biológicos nos quais se identifica os conceitos de *respiração*, *fermentação* e *fotossíntese* que possibilitam uma interpretação tanto dos processos biológicos intervenientes na poluição como na relação desta com seus efeitos; (ii) a produção de resíduos da combustão em processos não biológicos e (iii) a combustão e exploração dos recursos naturais e as relações estabelecidas entre poluição, degradação do meio ambiente e suas consequências (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 303 - 304).

Figura 5 — Conteúdo programático elaborado a partir do tema gerador.



Fontes: Elaborado pela autora (2019). Currículo Básico Comum da Rede Estadual do Espírito Santo (2009).

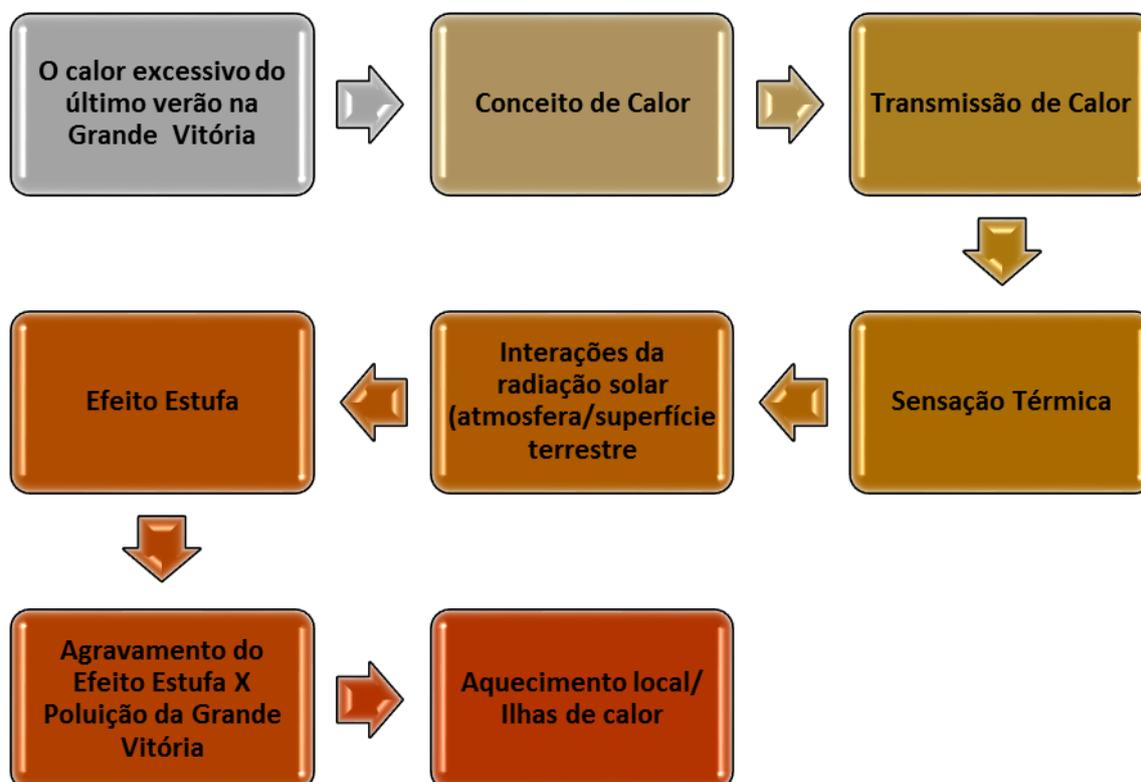
No Apêndice A, apresentamos um esquema com uma proposta de uma rede de significados elaborada como ponto de partida para o desenvolvimento da intervenção didática que foi ampliada a partir do esquema de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), p. 306 - 307. As setas lá representadas sugerem uma

interdependência entre os diferentes conceitos/subtemas, bem como entre as diferentes áreas do conhecimento, não sendo lineares nem ascendentes. Nessa estrutura, a fim de contemplar os princípios/objetivos da Educação Ambiental crítica e promover a inter/transdisciplinaridade, utilizamos os seguintes eixos temáticos que incluem os eixos descritos no parágrafo acima: (i) Natureza — Cultura — Trabalho — Desenvolvimento — Ambiente; (ii) Energia — Fontes de energia — Processos de transformação de energia — Energia e Desenvolvimento — Energia e Ambiente (iii) Sol — Terra — território vivido (CNE/CEB, 2010, p. 65).

ORGANIZAÇÃO DAS AÇÕES

A sequência da aplicação pedagógica ocorreu resumidamente como demonstrado na figura 06.

Figura 6 — Sequência de aplicação pedagógica



Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

Após a escolha do tema e a elaboração do esquema do Apêndice A, a partir dos eixos temáticos, selecionamos os conteúdos de cada disciplina a partir do tema gerador. Posteriormente as etapas citadas anteriormente, estruturamos os momentos pedagógicos e planejamos, individual e coletivamente, as atividades da aplicação pedagógica, conforme descrito no quadro 2.

Quadro 2 – Etapas da Intervenção pedagógica

Momento Pedagógico	Etapas da Intervenção pedagógica	INTRUMENTOS DE PESQUISA UTILIZADOS/ ATIVIDADES	PERÍODO DE DURAÇÃO
Primeiro Momento Pedagógico	<i>Problematizando a Poluição do ar da Grande Vitória e o verão rigoroso de 2019</i>	<p>1ª aula: Aplicação de um questionário inicial: Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes.</p> <p>2ª aula:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Exibição de slides com as questões problematizadoras e com figuras e reportagens de um jornal local. 2) Problematização inicial com as questões: “Quais são as possíveis causas da poluição do ar na Grande Vitória?” e “Que relação pode haver entre as elevadas temperaturas médias da Grande Vitória no último verão e a poluição do ar proveniente do aumento do uso de veículos automotores na região nos últimos 10 anos?” 3) Discussão das questões em grupos. 	02 aulas
	<p>Industrialização, fontes de energia e Poluição do ar da Grande Vitória</p> <p><i>Compreendendo os impactos da industrialização e da queima de combustíveis fósseis no ambiente da Região Metropolitana da Grande Vitória</i></p>	<p>1º bloco organizado nos 3MP:</p> <p>1º MP: Questões para debate e resposta em duplas.</p> <p>2º MP:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Socialização das respostas das questões com a turma. 2) Atividade em duplas - Estudo dirigido sobre “Fontes de energia e impactos ambientais” cujas questões foram respondidas a partir de pesquisa no livro didático 3) Pesquisa sobre as possíveis causas da poluição do ar da Grande Vitória e produção de um texto em duplas, a partir de reportagens de jornais locais. <p>3º MP: Atividade interdisciplinar com Geografia – Confecção em grupo de um mapa mental em folha tamanho A3 em torno do tema central “Poluição do ar da Grande Vitória” relacionando os temas/conceitos POLUIÇÃO DO AR – INDUSTRIALIZAÇÃO - FONTES DE ENERGIA – EFEITO ESTUFA – MUDANÇAS CLIMÁTICAS, entre outros relacionados à temática.</p>	03 aulas
Segundo Momento Pedagógico	<p>Energia Térmica e Sensação térmica</p> <p><i>Compreendendo a evolução histórica do conceito de calor, os processos de transmissão de calor e a sensação térmica</i></p>	<p>2º bloco organizado nos 3MP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evolução histórica do conceito de calor: vídeos, artigo científico e atividade. - Estudo dirigido. Simulação computacional. Sistematização com slides. Lista de exercícios. - Texto sobre sensação térmica. Vídeo. Atividade. - Atividade experimental demonstrativa. 	08 aulas

	<p>Efeito estufa e balanço de radiação</p> <p><i>Compreendendo o fenômeno do efeito estufa e relacionando com o efeito estufa terrestre</i></p>	<p>3º bloco organizado nos 3MP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimento demonstrativo investigativo sobre efeito estufa. - Sistematização do conhecimento com slides: estufa, efeito estufa terrestre, espectro eletromagnético e balanço de radiação - Vídeo sobre balanço de radiação e efeito estufa terrestre - Simulação computacional do efeito estufa. - Vídeo sobre os gases do efeito estufa. 	03 aulas
	<p>Efeito estufa e os ciclos naturais</p> <p><i>“Compreendendo a relação entre o efeito estufa e os ciclos naturais (água, ar)”</i></p>	<p>Aplicação do conhecimento do bloco anterior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Confecção de um terrário. Diário de bordo do aluno. Questões sobre o terrário. Socialização das questões - Aula sobre os ciclos naturais (Profª Biologia) 	03 aulas
	<p>Calor de combustão e poluição do ar</p> <p><i>“Relacionando calor de combustão à produção de resíduos que provocam a poluição do ar e à intensificação do efeito estufa”</i></p>	<p>4º bloco organizado nos 3MP:</p> <p>a) Calor de combustão e alimentação - Leitura e discussão de textos do livro didático. Atividade envolvendo transformação de unidades de energia térmica.</p> <p>b) Calor de combustão, respiração e fotossíntese (atividade interdisciplinar com Biologia).</p> <p>c) Calor de combustão e máquinas térmicas</p> <p>d) Calor de combustão e poluição do ar (atividade interdisciplinar com Química).</p>	05 aulas
Terceiro Momento Pedagógico	<p>Poluição do ar da Grande Vitória e mudanças climáticas</p> <p><i>“Problematizando efeito estufa e sua relação com o aquecimento global e os impactos ambientais dele decorrentes”</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade integradora – Redação sobre “Poluição do ar da Grande Vitória e mudanças climáticas”. - Atividade de intervenção – Carta à direção escolar 	02 aulas
	Avaliação da Pesquisa	Questionário	01 aula

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

O tema gerador (FREIRE, 1996) “Poluição do ar da Grande Vitória e Mudanças temáticas”, cuja centralidade versa sobre a questão socioambiental, norteou a estruturação e o desenvolvimento da intervenção pedagógica.

DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA



O primeiro momento com os educandos foi apresentar o tema do projeto pedagógico que seria desenvolvido de forma interdisciplinar com outras disciplinas. Assim, o primeiro momento de conversação (CARVALHO, 2009) foi no intuito de desafiar os alunos a compreender onde estaria a temática ambiental

a ser estudada nas aulas no cotidiano deles, ou seja, em nossa sociedade, sobretudo a capixaba.

O tema gerador (FREIRE, 1996) “Poluição do ar da Grande Vitória e Mudanças temáticas”, cuja centralidade versa sobre a questão socioambiental, norteou a estruturação e o desenvolvimento da intervenção pedagógica. Justificamos a escolha do tema com os estudantes pelos seguintes motivos: I) Por sua constante presença no Exame Nacional do Ensino Médio — Enem, tanto na área de Ciências como nas demais disciplinas, por possibilitar a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade. Como professora de Física do Ensino Médio e participante por dois anos em um preparatório para o ENEM, víamos refletindo a forma como os temas socioambientais são abordados de forma fragmentada nas disciplinas e avaliados no ENEM de forma inter e transdisciplinar e II) Frente às crescentes agressões ao ambiente, em função do modelo de desenvolvimento predatório e excludente que coloca em risco o futuro da humanidade, urge promover uma educação socioambiental que dê conta de construir conhecimentos social e cientificamente sustentáveis na perspectiva de uma ação cidadã.

Sendo assim, propusemos uma abordagem do tema gerador promovendo uma interdisciplinaridade no âmbito da Física com conceitos de energia e o princípio de conservação da energia, abordados em Mecânica no primeiro ano do Ensino Médio, aplicados à compreensão da obtenção da energia térmica no segundo ano. Além disso, para a compreensão das características da radiação solar foi necessário a apresentação de uma introdução à Ondulatória, presente no currículo do segundo ano destacando as características do espectro eletromagnético.

Iniciamos a intervenção pedagógica com a aplicação de um questionário inicial para levantamento das concepções dos estudantes acerca dos conceitos que seriam abordados ao longo da aplicação, disponível no Apêndice B.

Na sequência, demos início ao desenvolvimento dos momentos pedagógicos, conforme já foi descrito resumidamente no quadro 02, cujo detalhamento apresentaremos a seguir.

1º Momento Pedagógico (PI)

Iniciamos a problematização inicial com as seguintes questões norteadoras:

“Quais são as possíveis causas da poluição do ar na Grande Vitória? Que relação pode haver entre as elevadas temperaturas médias medidas na Grande Vitória no último verão e a poluição do ar proveniente do aumento do uso de veículos automotores na região nos últimos 10 anos?”

Apresentamos em slides recortes de manchetes de um jornal local, de distribuição gratuita, com notícias sobre a elevada sensação térmica vivenciada nos últimos meses do verão da Grande Vitória e outra sobre o aumento significativo de veículos automotores na Grande Vitória nos últimos 10 anos (Vide APÊNDICE C). Ainda, um slide com um *print* de tela do smartphone feita pela professora/pesquisadora em março de 2019 na sala de aula, à tarde, no qual o aplicativo de previsão do tempo indicava uma sensação térmica de 40°C no bairro no qual a escola está situada.

Após a exibição dos slides, solicitamos que os educandos discutissem e respondessem às questões norteadoras em duplas. A seguir, cada grupo socializou suas respostas com a turma em uma roda de conversa.

2º Momento Pedagógico (OC)

O segundo momento pedagógico da intervenção pedagógica foi organizado em quatro blocos, cada um estruturado nos três momentos pedagógicos.

1.º bloco da OC – *Problematizando industrialização, fontes de energia e poluição do ar da Grande Vitória*

A primeira etapa do segundo momento pedagógico teve por objetivo compreender os impactos da industrialização e da queima de combustíveis fósseis, sobretudo pelos veículos automotores, sobre o ambiente da Região Metropolitana da Grande Vitória. Desenvolvemos as atividades desse bloco em três aulas.

I. Problematização inicial

Na primeira aula, apresentamos em slides as seguintes questões para que os alunos respondessem em duplas, retomando algumas questões da problematização inicial da intervenção didática:

1. Cite pelo menos 02 (duas) possíveis causas da poluição do ar da Grande Vitória. Como essa poluição é produzida?
2. Quais são as consequências da poluição do ar para a população? Como ela afeta o ambiente?
3. Que medidas poderiam ser tomadas para reduzir ou evitar a poluição do ar?
4. Que fatores podem ter contribuído para a percepção de uma sensação térmica tão elevada na sala de Física quando o aplicativo acusava uma sensação térmica de 40°C no bairro Santa Luzia? Explique o que você entende por “sensação térmica” e os fatores que interferem na produção da mesma.
5. Que relação pode haver entre as elevadas temperaturas médias da Grande Vitória e a poluição do ar proveniente do aumento do uso de veículos automotores na região nos últimos 10 anos?

II. Organização do conhecimento

Na segunda aula do bloco, promovemos a socialização das respostas das questões com a turma. A seguir, solicitamos que os estudantes fizessem um pequeno texto sobre as figuras e reportagens trazidas por cada grupo sobre “a poluição do ar da Grande Vitória”.

Na terceira aula, solicitamos que os educandos respondessem às questões de um estudo dirigido sobre “Fontes de energia e Impactos ambientais” (APÊNDICE D) a partir de uma pesquisa no capítulo cinco do livro didático (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2017, p. 98-127) para dar suporte à elaboração de um mapa mental, atividade interdisciplinar de Física com Geografia.

III. Aplicação do conhecimento

Lançamos aos educandos uma proposta de elaboração de um mapa mental em papel tamanho A3, em grupos de quatro pessoas, relacionando os conceitos POLUIÇÃO DO AR – FONTES DE ENERGIA – INDUSTRIALIZAÇÃO e demais

conceitos relacionados ao tema e às disciplinas de Física e Geografia, como uma atividade extraclasse com prazo de 15 dias para sua elaboração.

O mapa mental foi uma proposta de integração entre as duas disciplinas em torno da temática do projeto, tendo o meio ambiente como tema central. A professora de Geografia costuma propor atividades no formato de mapas mentais aos alunos e sugeriu essa atividade nessa etapa da intervenção.

2.º bloco da OC - *Problematizando sensação térmica, temperatura, calor*

A segunda etapa do segundo momento pedagógico, “Energia Térmica e Sensação térmica”, teve por objetivo a apresentação da evolução histórica do conceito de calor; a compreensão da natureza do calor enquanto energia obtido a partir de outro tipo de energia, obedecendo o princípio de conservação; a compreensão dos processos de transmissão de calor e do conceito de sensação térmica. Desenvolvemos as atividades desse bloco em oito aulas.

I. Problematização inicial

Na primeira aula, retomamos com os alunos as questões:

- a) Como o calor pode ser obtido? O que você entende por calor?
- b) Dê 03 (três) exemplos de situações que envolvam transmissão de calor (ou trocas de calor).
- c) O que você entende por “sensação térmica”? Como pode ser explicada?

II. Organização do conhecimento

A seguir, propusemos uma sequência de atividades de História e Filosofia da Ciência (HFC) cujo objetivo foi trabalhar as concepções sobre a natureza do calor, com ênfase nos séculos XVIII e XIX, com duração de duas aulas. Iniciamos com a leitura de um pequeno texto do livro didático (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2017, p. 29) intitulado “Evolução do conceito de calor”, a seguir solicitamos que alguns deles relatassem oralmente sua compreensão acerca do texto. Após termos discutido o conteúdo do texto, exibimos dois vídeos para irmos aprofundando na compreensão do assunto. São eles: A teoria do calórico e a evolução do conceito de calor. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=qggBcAtgQG4&t=72s>. Acesso em: 05 Mai. 2019 e James Prescott Joule, William Thomson e a Descoberta da Energia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8v3jxSJoMVc>. Acesso em: 05 Mai. 2019.

Por fim, na segunda aula, propusemos uma atividade a partir do artigo A ascensão e queda da teoria do calórico — *Luciano Carvalhais Gomes*, Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá — a partir do qual extraímos trechos e construímos um texto para apresentarmos a evolução das teorias sobre o calor.

A partir da síntese do artigo, dos vídeos e do texto do livro didático solicitamos que os estudantes respondessem às seguintes questões em duplas:

- 1) Até fins do século XVIII a ideia que se tinha sobre o calor era diferente da que conhecemos hoje. Identifique nos textos cientistas que defendiam as teorias do flogístico e do calórico. Como elas concebiam o calor?
- 2) Como e quando a teoria do calórico foi colocada em “xeque” contribuindo para seu declínio?
- 3) Como a teoria mecânica concebia o calor? Que cientistas contribuíram para seu desenvolvimento?
- 4) Quais foram as contribuições do cientista inglês James Joule para o estudo do calor?
- 5) Que fatores favoreceram ou dificultaram o desenvolvimento dessas teorias?
- 6) Que trechos dos textos evidenciam a interdependência entre os estudos dos cientistas para o avanço de suas teorias?
- 7) Na ciência não há “verdades absolutas”. Comente.

Na terceira aula, os alunos realizaram uma pesquisa no livro didático a fim de responder às questões de um estudo dirigido sobre *conceitos de temperatura, calor, equilíbrio térmico e transmissão de calor*.

Figura 7 — Exibição de vídeos sobre as teorias do calor



Fonte: Autoria própria (2019)

Na quarta aula, realizamos a correção do estudo dirigido com slides, articulando-a às questões sobre o vídeo e o artigo, retomando a evolução da concepção do calor como substância (o calórico) para a concepção do calor como energia térmica que pode ser obtida de outro tipo de energia, conforme o princípio de conservação da energia.

Na quinta aula, prosseguimos com a correção do estudo dirigido com os slides e utilizamos uma simulação em laboratório virtual sobre “Estados da Matéria” para uma melhor compreensão do conceito de *temperatura* enquanto a medida da energia interna das moléculas de um corpo. O simulador computacional possui opções de escolha do estado físico das substâncias, da escala de temperatura (Celsius ou Kelvin) e proporciona o aquecimento ou resfriamento das partículas.

A figura 8 mostra uma simulação do aquecimento do gás monoatômico Neônio a partir do estado gasoso.

O simulador computacional também possibilitou a percepção de que à medida que nos aproximamos do zero absoluto ($T = 0 \text{ K}$) os átomos/moléculas vão possuindo um nível mínimo de energia.

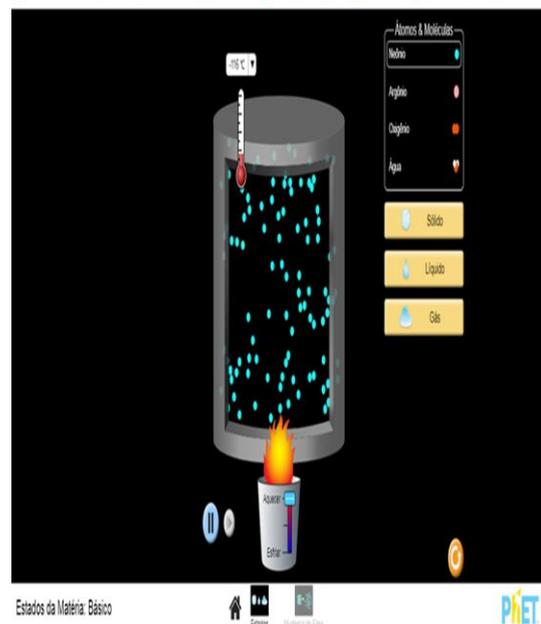
Na sequência utilizamos mais duas aulas, quinta e sexta aulas, para resolução de exercícios e correção dos mesmos.

III. Aplicação do conhecimento

Finalizamos o primeiro bloco de atividades aplicando os conhecimentos

adquiridos no momento anterior a uma situação que foi levantada na

Figura 8 - Simulação do aquecimento do gás monoatômico Neônio



Fonte: Phet (Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics). Acesso em: 15 Jun. 2019.

problematização inicial da intervenção sobre as elevadas sensações térmicas vivenciadas na Grande Vitória nos primeiros meses do ano de 2019.

Iniciamos a oitava aula com a exibição de uma reportagem de um noticiário local sobre o aumento das temperaturas ambientes médias que chegou a $37,7^{\circ}\text{C}$, igualando-se a maior registrada há três anos levando a um desconforto térmico na população. O conteúdo do vídeo pode ser lido na reportagem no apêndice E (texto 01).

Após a exibição do vídeo, realizamos uma discussão em torno dos fatores que influenciam na percepção da sensação térmica, refletindo inclusive sobre o que tornava a sala ambiente de Física tão quente em determinados dias. Propusemos então uma atividade em duplas sobre sensação térmica, a partir de alguns textos compilados (vide Apêndice E), com as seguintes questões:

- 1) O que é “sensação térmica”? Que fatores interferem na percepção da mesma pelo corpo humano?
- 2) Quais são os fatores que levam a temperatura registrada por um termômetro numa avenida urbana durante o dia, diferir daquela medida por outro termômetro numa área arborizada da mesma localidade naquele mesmo horário?

Figura 9 — Experimento demonstrativo sobre propagação de calor



Fonte: Autoria própria (2019)

- 3) Que elementos presentes na sala de aula de Física contribuem para um aumento na sensação térmica em dias no qual se registra uma elevada temperatura ambiente?

Outra atividade para aplicação dos conceitos de energia térmica e sua propagação foi proposta na nona aula desse bloco da intervenção. Utilizamos um experimento teórico-prático no qual em uma barra metálica, parafusos foram fixados com parafina e, ao serem aquecidos

com a chama de uma vela, os mesmos iam caindo gradativamente. Solicitamos aos alunos que elaborassem uma explicação em trios para o fenômeno observado e registrasse por escrito.

Num segundo momento, realizamos uma socialização das explicações de cada grupo com mediações docentes. A seguir, solicitamos que os estudantes elaborassem uma nova explicação para o fenômeno observado a partir das discussões com a turma.

3.º bloco da OC - Efeito estufa e balanço de radiação

A terceira etapa do segundo momento pedagógico, “Efeito estufa e balanço de radiação” teve por objetivo possibilitar a compreensão de que o Sol é nossa fonte principal de energia; a descrição da composição da radiação solar (espectro), bem como suas interações com a atmosfera, com os oceanos/lagos/rios e com a superfície terrestre, proporcionando a ocorrência do efeito estufa, do ciclo da água e do ciclo dos ventos. Objetivamos ainda, proporcionar a compreensão do calor e da luz como onda eletromagnética, localizando suas respectivas faixas no espectro eletromagnético (DELIZOIVOV; ANGOTTI, 1992).

Desenvolvemos as atividades desse bloco em seis aulas.

I. Problematização inicial

Na primeira aula desse bloco, retomamos as questões com os alunos:

- 1) Saberá dizer o que é uma estufa? Para que serve? Como funciona?
- 2) Na sua concepção, o que o Sol emite? Qual é a importância do Sol para o planeta Terra?
- 3) Qual importância o efeito estufa tem para o planeta Terra? Dê uma breve explicação de como ele ocorre.

II. Organização do conhecimento:

A seguir, realizamos um experimento demonstrativo sobre efeito estufa. Solicitamos que os alunos se organizassem em trios e que, após a realização do experimento, elaborassem uma explicação para o fenômeno observado. Procedemos à socialização das respostas dos grupos, com a mediação docente,

Figura 10 — Aparato montado para a realização do experimento demonstrativo



Figura 11 — Aluno verificando em qual dos potes a água havia esquentado mais após a lâmpada ser apagada



Figura 12 — Após a lâmpada ser desligada, a água evaporada condensou no plástico filme



Fonte: Autoria própria (2019).

e na sequência solicitamos que os alunos elaborassem uma nova explicação para o fenômeno observado. As respostas foram organizadas em dois momentos: antes e depois do debate. O aparato utilizado no experimento encontra-se nas figura 10 .

Antes de inserirmos um dos potes com água dentro do recipiente de plástico forrado com alumínio, solicitamos que dois alunos colocassem os dedos na água das duas cumbucas que continham a mesma quantidade de água.

A seguir inserimos um dos potes com água no recipiente aluminizado, cobrimos com plástico filme e acendemos a lâmpada por aproximadamente 10 minutos sobre ambos os recipientes. Enquanto isso, os educandos discutiam em grupos qual das duas águas iria esquentar primeiro, buscando elaborar uma resposta para o fenômeno observado.

Decorrido o tempo previsto, desligamos a lâmpada e

solicitamos que os mesmos alunos verificassem em qual dos dois potes a água havia esquentado mais. A diferença de temperatura era perceptível ao toque, sendo que a água contida no recipiente que ficou dentro da caixa apresentava uma temperatura maior.

As medições do termômetro acusaram uma diferença de 3°C entre as temperaturas da água de cada recipiente que inicialmente se encontravam a 26,2°C e após, serem submetidas à iluminação, 26,2°C e 29,2°C cada uma.

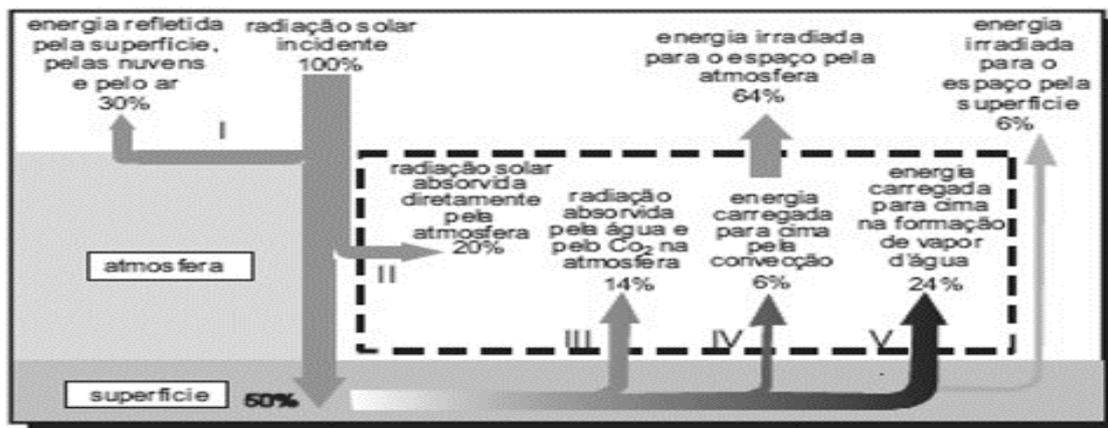
Após esse momento, socializamos as possíveis explicações de cada grupo para o fenômeno observado. Ao final do debate mostramos a cada grupo a vasilha coberta com plástico que foi ficando molhado internamente enquanto discutíamos. A seguir, cada grupo elaborou uma nova explicação para todos os fenômenos observados.

Na segunda aula, iniciamos perguntando aos educandos quais seriam as possíveis aplicações tecnológicas para o efeito observado no experimento demonstrativo. A partir desse levantamento, sistematizamos o conhecimento com slides apresentando uma aplicação tecnológica: a estufa de salgados. Após estabelecer as semelhanças com o experimento realizado, avançamos para outra situação na qual observamos o efeito estufa, que pode ser verificada dentro de veículos fechados que ficam expostos ao sol. Seguimos discutindo mais uma aplicação — a estufa de plantas — e por fim o efeito estufa terrestre. Estabelecemos nesse ponto a diferença entre estufa e efeito estufa terrestre.

Na terceira aula levantamos as concepções dos educandos sobre “o que o sol emite” ao que obtemos por resposta: luz, calor, energia, raios ultravioletas. A partir dessas concepções apresentamos a noção de que o sol emite um “pacote” de radiação composto por radiações de várias frequências que vão da faixa do infravermelho, passando pela luz visível até o ultravioleta. Comentamos que a natureza composta da luz branca foi demonstrada pela primeira vez por Isaac Newton, em 1664, quando decompôs a luz solar por meio de um prisma, projetando-a numa tela. A imagem alongada e colorida do Sol foi chamada por ele de “espectro”. A seguir, apresentamos o espectro eletromagnético no qual identificamos a faixa de frequências emitidas pelo Sol.

A partir dessas noções foi possível introduzir o assunto sobre balanço de radiação para se compreender as interações da radiação solar com a atmosfera e com a superfície terrestre. Explicamos que a palavra “balanço” se refere à quantidade de energia que a Terra recebe e emite. Assim, como a mesma está em equilíbrio térmico a taxa de energia recebida deve ser igual a emitida. A figura abaixo foi utilizada nessa parte da aplicação para melhor compreensão do balanço de radiação.

Figura 13 — Balanço de Radiação



Fonte: Serway e Jewett Jr. (2014)

Após explorarmos o conteúdo da figura acima, pontuamos que a superfície terrestre, ao ser aquecida, irradia ondas de calor (radiação infravermelha). Da interação dessa radiação com as moléculas de água da atmosfera e com alguns gases, como o metano e o gás carbônico, resulta o efeito estufa. Comentamos ainda sobre a formação do ciclo da água e dos ventos. A seguir, exibimos um vídeo sobre o balanço de radiação e o efeito estufa para melhor compreensão do assunto.

Na sequência utilizamos um simulador computacional do efeito estufa para a percepção de que quanto mais gases do efeito estufa existirem na atmosfera, mais a temperatura da baixa atmosfera aumenta.

A figura 14 mostra que aumentamos a concentração dos gases do efeito estufa da concentração de gases existentes atualmente na atmosfera terrestre para

uma maior, consequentemente a temperatura aumentou de 15°C (média da baixa atmosfera) para 20°C.

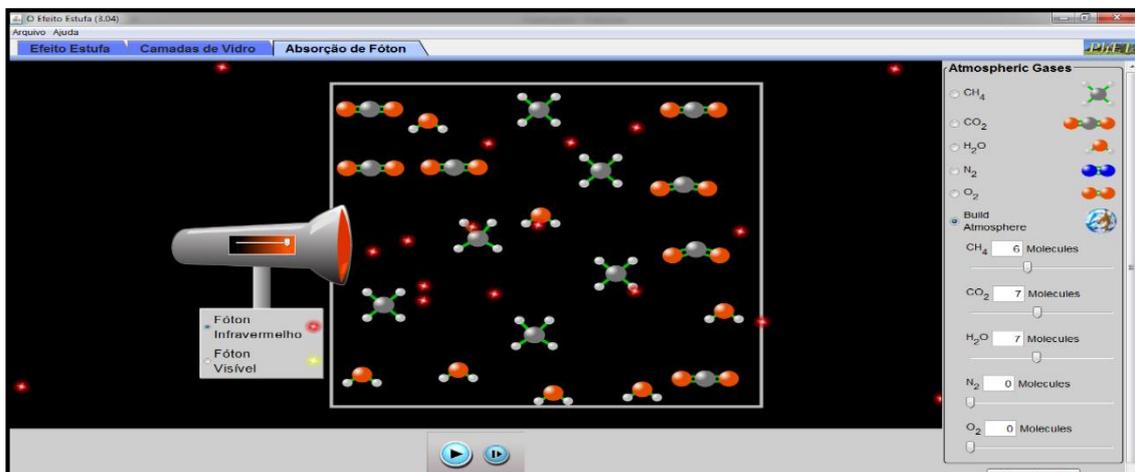
Figura 14 - Simulação referente ao aumento da concentração dos gases do efeito estufa na atmosfera



Fonte: Phet interactive simulations. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse). Acesso em: 05 Jul. 2019.

Ainda, foi possível observar que alguns gases não interagem com a radiação infravermelha como o nitrogênio e o oxigênio, enquanto outros como o metano (CH₄), o dióxido de carbono (CO₂) e o vapor d'água (H₂O) interagem com o infravermelho ganhando energia interna e vibrando, conforme mostra a simulação (Figura 20).

Figura 15. Simulação da interação da radiação infravermelha com os gases da atmosfera



Fonte: Phet (Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/greenhouse)

Ao final da aula exibimos um pequeno vídeo sobre “Como os gases do efeito estufa realmente funcionam” que ilustra as interações das ondas de calor irradiadas pela Terra (radiação infravermelha) com os gases do efeito estufa. O vídeo pode ser acessado a partir do endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=2oxCnVUJCwQ>.

III. Aplicação do conhecimento

Finalizamos o segundo bloco de atividades aplicando os conhecimentos adquiridos no momento anterior a fim de proporcionar uma compreensão entre o efeito estufa e os ciclos naturais. Para tanto propusemos de forma interdisciplinar com Biologia, em grupos de quatro pessoas, a montagem de um artefato pedagógico — o terrário. Os grupos deveriam observar em suas residências o artefato por um período mínimo de uma semana e anotar no diário de bordo o que observaram nesse período. A seguir, na quarta aula desse bloco, solicitamos que os alunos levassem os terrários para a escola e socializassem com a turma o que anotaram nos diários de bordo.

Figura 16 - Terrários



Fonte: Autoria própria (2019).

Na quinta aula, realizamos a socialização das seguintes questões propostas para os grupos a partir do terrário:

1. Como você explicaria a formação de água nas paredes do terrário e no plástico/tampa que o cobria?
2. Por que os seres vivos não morreram no terrário?

3. Estabeleça uma comparação entre a estufa do experimento demonstrativo e o terrário.
4. O terrário pode ser considerado uma estufa? Justifique.
5. Considerando que o terrário pode, até certo ponto, ser considerado um modelo de planeta Terra, estabeleça um paralelo entre os elementos do terrário e a Terra. Por que “até certo ponto”?
6. Explique o fenômeno do efeito estufa terrestre e sua relação com as mudanças climáticas que a Terra vem sofrendo em decorrência do atual modelo de desenvolvimento.

Após a socialização das respostas às questões acima, a professora de Biologia realizou uma aula no horário da sua disciplina (sexta aula do bloco) sobre os ciclos naturais que poderiam ser observados no terrário estabelecendo um paralelo entre o mesmo e os ciclos geoquímicos do planeta Terra. Ao final da aula foi solicitado que os alunos respondessem por escrito as seguintes questões: 1) Que ciclos podemos observar no terrário e no planeta Terra? 2) Como o carbono é absorvido durante a fotossíntese?

4º bloco da OC - Problematizando calor de combustão e poluição do ar

O quarto e último bloco do segundo momento pedagógico, “calor de combustão e poluição do ar”, teve por objetivos compreender o que é calor de combustão; relacionar o processo de obtenção de energia pelo corpo humano à produção de resíduos eliminados na respiração (dióxido de carbono e vapor d’água); compreender o que é combustão completa e incompleta; relacionar os diversos processos que envolvem a combustão à produção de resíduos que provocam a poluição do ar e a intensificação do efeito estufa. Desenvolvemos as atividades desse bloco em quatro aulas.

I. Problematização inicial:

Na primeira aula desse bloco, retomamos com os alunos as questões:

1. Que fatores têm influenciado o agravamento do efeito estufa terrestre? Cite pelo menos duas consequências para o ambiente desse agravamento.
2. Qual é a origem da poluição dos veículos automotores? Como este tipo de poluição intensifica o efeito estufa?

II. Organização do conhecimento:

A seguir, apresentamos as unidades de energia térmica para os educandos e as relações entre elas, incluindo o equivalente mecânico do calor. Após alguns exercícios de conversão entre unidades, propusemos uma atividade teórico-prática sobre essas unidades a partir de leitura de rótulos de embalagens de alimentos. Dividimos os alunos em grupos que organizaram um lanche coletivo e realizaram a atividade seguindo o seguinte roteiro:

1. Listar os alimentos trazidos pelo grupo com as respectivas quantidades e valores nutricionais por porção (Kcal e KJ).
2. Anotar as quantidades de alimentos, em Kcal, ingeridas por cada componente do grupo.
3. Somar as quantidades ingeridas por cada componente do grupo em Kcal e converter para KJ.
4. Totalizar as quantidades ingeridas pelo grupo em Kcal e KJ.

Figura 17 — Atividade de leitura de rótulos de alimentos



Fonte: Autoria própria (2019).

Na segunda aula, realizamos uma leitura coletiva de uma página do livro didático (figura 18) que tratava de calor de combustão e apresentava em uma mesma tabela os valores do calor de combustão de diversos alimentos e de vários combustíveis.

A seguir, propusemos a leitura de um texto sobre calor de combustão e alimentação (figura 19) e realizamos uma atividade sobre o assunto.

Figura 18 — Calor de combustão de alguns alimentos e combustíveis

Tabela 2.2 Calor de combustão de alguns alimentos e combustíveis

Alimento	Calor de combustão (cal/g)	Combustível	Calor de combustão (cal/g)
batata frita	2 740	gás natural	11 900
pão	2 690	gás hidrogênio	29 000
arroz cozido	1 670	gasolina	11 100
carne magra	1 460	óleo <i>diesel</i>	10 900
feijão cozido	670	álcool etílico	6 400
leite cru	630	lenha	2 800 a 4 400

Fonte: ESTUDO Nacional da Despesa Familiar (ENDEF), Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1997.

Fonte: GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, R.P.; CARRON, W. Física. V.02. 2017. P.44

Figura 19 — Texto sobre obtenção de energia pelo corpo humano a partir dos alimentos

Física explica  Veja comentários e respostas desta seção no Manual do Professor.

Alimentos e energia

A manutenção da vida, por incluir inúmeras atividades, consome muita energia, fornecida pelos alimentos. A quantidade de energia necessária varia de uma espécie animal para outra e conforme a atividade exercida. Diferentes atividades envolvem diferentes consumos de energia.

Um adulto de vida sedentária consome cerca de 2 200 kcal/dia, enquanto um trabalhador, em atividade física intensa, pode necessitar de 6 000 kcal/dia a 8 000 kcal/dia. Do total calórico da dieta humana, cerca de 50% provém dos carboidratos, 30% a 35% das gorduras e 15% a 20% das proteínas.

Caso a oferta calórica seja inferior à necessidade, o organismo utiliza as reservas de glicogênio e de gordura; se essas reservas chegarem próximo do final, as proteínas passam a ser usadas como fonte de energia, levando ao consumo da massa muscular e dos constituintes celulares. A desnutrição calórico-proteica em que predomina a deficiência calórica é conhecida como marasmo e pode levar à morte por inanição, isto é, por falência energética do organismo.

"Se a miséria de nossos pobres não é causada por leis da natureza, mas por nossas instituições, grande é a nossa culpa." (Charles Darwin).

BRITO, Elias Avancini de; FAVARETTO, José Arnaldo. *Biologia, uma abordagem evolutiva e ecológica*. São Paulo: Moderna, 1997. p. 218-219. v. 2.

Trabalho em equipe 

Façam um levantamento sobre as condições de alimentação da população da cidade onde vocês moram ou de um bairro dela, caso a cidade seja muito grande. Avaliem se o número de calorias ingeridas e a dieta estão dentro dos padrões mencionados na seção **Física explica**. Procurem se informar sobre o que o seu município tem feito para combater a desnutrição. Apresentem seu trabalho em sala de aula e discutam os resultados.

Fonte: Fonte: GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, R.P.; CARRON, W. Física. V.02. 2017. P. 45

A professora de Biologia realizou uma aula (terceira do bloco), no horário da sua disciplina, sobre calor de combustão e alimentação trazendo uma visão integrada do corpo humano a partir da interdependência do sistema digestório e

respiratório na obtenção de energia pelo organismo. Esse processo de queima de combustíveis orgânicos, como a glicose, ocorre por meio do processo de respiração celular na mitocôndria onde ocorre a extração de energia química por meio de reações metabólicas que liberam energia que é armazenada em moléculas especiais denominadas ATP (adenosina trifosfato). Nesse processo, a glicose (carboidrato) combina-se com o oxigênio do ar formando resíduos com menos quantidade de energia (gás carbônico e água). Ao longo dessas transformações é como se a glicose fosse “desmontada”. Esses resíduos são oxidados ou "queimados" liberando energia. A respiração celular pode ser representada pela equação seguinte: *Glicose + Oxigênio => Gás Carbônico + Água + Energia.*

Ao final da aula de Biologia foi solicitado que os alunos respondessem por escrito as seguintes questões:

- 1) Explique como ocorre o processo de obtenção de energia pelo corpo humano a partir do calor de combustão liberado no metabolismo dos alimentos que ingerimos. Evidencie a interdependência entre o aparelho respiratório e o digestório.
- 2) Por que durante nossa respiração inspiramos oxigênio (O₂) e expelimos gás carbônico (CO₂)?

Na aula seguinte, quarta aula do bloco, realizamos uma aula sobre “Máquinas térmicas” com slides retomando a discussão das teorias substancialista e mecânica do calor e a importância do experimento de Joule na compreensão do calor como energia, obtido a partir de outro tipo de energia, e a obtenção do equivalente mecânico do calor a partir desse experimento.

Ainda, pontuamos a utilização das máquinas térmicas na Primeira Revolução Industrial, no final do século XVIII, tanto nas indústrias têxteis, como nas minas de carvão para retirar água das minas, como nos transportes como a locomotiva e o navio a vapor. Nessa altura da apresentação, pontuamos como o modelo de desenvolvimento capitalista, instaurado nessa época, intensificou a expropriação dos recursos naturais, sobretudo o carvão utilizado como combustível nas máquinas térmicas e que a exploração não era apenas da natureza, mas do capitalista sobre a mão de obra dos trabalhadores das fábricas. Finalizamos a aula comparando o funcionamento da locomotiva a vapor e com o motor de

quatro tempos dos veículos automotores. Estabelecemos também uma analogia da máquina térmica (motor de combustão interna) com o corpo humano que obtém energia a partir da queima de combustíveis, como a glicose, liberando resíduos como a água e o dióxido de carbono que é eliminado na respiração.

III. Aplicação do conhecimento

Finalizamos o terceiro bloco de atividades aplicando os conhecimentos adquiridos no momento anterior, cujo objetivo foi proporcionar uma compreensão da produção de resíduos numa combustão, completa e incompleta, e a intensificação do efeito estufa. Para tanto, propusemos, de forma interdisciplinar com Química, uma atividade sobre os resíduos produzidos na combustão de combustíveis em veículos automotores, a poluição do ar a partir desses resíduos e o tratamento desses pelos catalisadores automotivos.

Após apresentarmos a proposta do projeto de Educação Ambiental à professora de Química em nosso planejamento de área, a mesma propôs abordarmos o uso de catalisadores nos veículos para atenuar a poluição do ar por monóxido de carbono (CO) que é prejudicial à saúde.

Como a professora estava em outro conteúdo e sem folga em seu planejamento para aplicar a atividade, a mesma foi proposta como uma pesquisa extraclasse e socializada na aula de Física. Seguem as questões da pesquisa:

Atividade Interdisciplinar com Química

- 1) Explique o que é combustão completa e incompleta.
- 2) Quais são os principais resíduos produzidos durante o processo de combustão em veículos automotores?
- 3) Quais são os principais gases do efeito estufa? Como são produzidos?
- 4) Como os catalisadores utilizados nos veículos automotores contribuem para a redução de gases nocivos à saúde e ao ambiente?

Por fim, na quinta aula da sequência, promovemos a socialização das respostas da pesquisa acima em sala de aula.

3.º Momento Pedagógico (OC)

O terceiro momento pedagógico da intervenção pedagógica teve como objetivo problematizar o efeito estufa e sua relação com o aquecimento global, bem como identificar os impactos ambientais decorrentes da intensificação desse efeito, contextualizando à realidade local dos educandos, a Grande Vitória. Foram utilizadas duas aulas nessa última etapa.

A fim de dar seguimento à pesquisa de algumas questões importantes que foram anteriormente levantadas, solicitamos aos educandos que realizassem a seguinte atividade extraclasse:

- 1) Explique o fenômeno do efeito estufa terrestre. Faça um mapa mental a partir de sua pesquisa sobre o assunto.
- 2) Que fatores têm influenciado o agravamento do efeito estufa terrestre? Cite pelo menos duas consequências para o ambiente desse agravamento.
- 3) Como o IPCC (Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas) de 2018 definiu “poluição do ar”? Quais são as relações entre mudança climática e poluição do ar?
- 4) Os grupos, no início do projeto, apontaram o pó preto como o principal agente poluidor do ar da Grande Vitória. Explique qual é a sua constituição, origem, concentração no ar permitida por Lei e como pode influenciar no clima da Grande Vitória.

Para aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da intervenção e retomarmos questões levantadas na problematização inicial, realizamos ao final da intervenção uma roda de conversa sobre “Poluição do ar da Grande Vitória e Mudanças climáticas” a partir de três textos, cuja leitura foi proposta como atividade extraclasse. Os textos são:

COUZEMENCO, F. Precisamos reativar o Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas com urgência. **Jornal Século Diário**. Vitória, 20 de mai. de 2019. Disponível em: <https://seculodiario.com.br/public/jornal/materia/precisamos-reativar-o-forum-capixaba-de-mudancas-climaticas-com-urgencia/>. Acesso em: 07 nov. 2019.

THOMPSON, P. Frota cresceu 4 vezes mais que a população. **Metro jornal**. Espírito Santo, 18 de mar. de 2019. Disponível em: www.metrojornal.com.br/. Acesso em: 07 nov. 2019.

COUZEMENCO, F. Reflorestamento e poços de petróleo são temas prioritários sobre clima no ES. **Jornal Século Diário**. Vitória, 12 de set. de 2019. Disponível em:

<https://seculodiario.com.br/public/jornal/materia/reflorestamento-e-pocos-de-petroleo-sao-temas-prioritarios-sobre-clima-no-es/>. Acesso em: 07 nov. 2019.

Na aula seguinte, propusemos uma atividade integradora com os educandos na qual, a partir das reportagens lidas, do debate realizado na aula anterior e a partir do esquema do Apêndice A, que interliga diversos conceitos ao tema do projeto, elaborassem uma redação de no máximo 30 linhas com o título “Poluição do ar da Grande Vitória e Mudanças Climáticas”. A professora de Português auxiliou os educandos na elaboração da redação em sua aula.

Solicitamos também que os alunos em duplas escrevessem uma carta à direção escolar explicando fisicamente os motivos pelos quais as salas do último andar do prédio da escola ficam tão quentes, principalmente no verão, propondo soluções para esta situação e solicitando providências. As cartas foram encaminhadas à direção escolar por meio do grêmio estudantil para as devidas providências.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G.S. **Educação científica para todos**. Portugal: Edições Pedagogo, 2009.

AIKENHEAD, G.S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.) **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

AMARAL, I. A. Currículo de ciências: das tendências clássicas aos movimentos atuais de renovação. In: BARRETO, E. S. S. (Org.). **Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras**. Campinas: Autores Associados: São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 1998.

BAZZO, W.A.; PALACIOS, E.M.G.; GALBARTE, J.C.G.; VON LINSINGEN, I.; CERESO, J.A.L.; LUJÁN, J.L.; GODILLO, M.M.; OSORIO, C.; PEREIRA, L.T.V.; VALDÉS, C. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: OEI, 2003.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais - Educação Básica (2012). **Resolução CNE/CEB n.º 2, de 30 de janeiro de 2012**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9864-rceb002-12&category_slug=janeiro-2012-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 25 abr. 2019.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais – Ensino Fundamental (1998). **Resolução CNE/CEB n.º 2, de 7 de abril de 1998**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb02_98.pdf. Acesso em: 25 abr. 2019.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto, **Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n.º 79, 28 abr. 1999.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB). **Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1996/lei-9394-20-dezembro-1996-362578-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 25 abr. 2019.

BYBEE, R. W. (1987). Science education and the science-technology-society (STS) theme. **Science Education**, v. 71, n. 5, p.667-683.

CARRANO, P. Identidades culturais juvenis e escolas: arenas de conflitos e possibilidades. **Revista Movimento**, Faculdade de Educação da UFF, n. 1, p. 11-27, 2000.

CARRANO, P. Juventudes: as identidades são múltiplas. **Revista Movimento**, Faculdade de Educação da UFF, n. 1, p. 11-27, 2000.

CARVALHO, A.M.P. Critérios estruturantes para o ensino das ciências. In: CARVALHO, A.M.P. (org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

CARVALHO, J.M.; SILVA, S.K.; DELBONI, T.M.G.F. A Base Nacional Comum Curricular e a Produção Biopolítica da Educação como Formação de “Capital Humano”. **Revista e-curriculum**. São Paulo, V. 15, B.2 p. 481 – 503./ junho, 2017.

CARVALHO, S. H. M.; ZANETIC, J. Ciência e arte, razão e imaginação: complementos necessários à compreensão da física moderna. In: IX ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA –IX EPEF, **Anais, Jaboticatubas**. SP: SBF, 2004. 1 cd-rom.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Rev. Bras. Educ.** Rio de Janeiro, n.22, Jan./Abr. 2003

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortês, 2011.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETRECOLA, M., (Org) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora** (pp. 125-150). Florianópolis/SC: UFSC. 2001

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física**. 2ed.rev. São Paulo: Cortês, 1992.

ESPÍRITO SANTO (Estado), Secretaria de Educação e Cultura. **Ensino médio: área de Ciências da Natureza**. Vitória: SEDU, 2009. (Currículo básico escola estadual; v.2)

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 4 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983

GUIMARÃES, O., PIQUEIRA, R. P., CARRON, W. **Física**. Física térmica, Ondas e Óptica. Vol 2. 2 Ed. São Paulo: Ática, 2017.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**, 4(10), 47-56, 2003. Disponível em: <http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=786&dd99=view&dd98=pb> Acesso em: 10 Jun. 2019

LANES, K. G.; LANES, D. V. C.; PESSANO, E. F.C.; FOLMER, V. O Ensino de Ciências e os temas transversais: sugestões de eixos temáticos para práticas pedagógicas no contexto escolar. **Revista Contexto & Educação**, Editora Unijuí, v. 29, n. 92, p. 21-51, 2014.

LEFÉBRVE, H. **Lógica formal e lógica dialética**. 3 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1987.

LEITE, S. Q. M. et al. (org.). Práticas experimentais investigativas em ensino de ciências. **Caderno de experimentos de física, química e biologia – espaços de educação não formal – reflexões sobre o ensino de ciências**. Vitória: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo e Secretaria de Estado de Educação do Espírito Santo, 2012. Disponível em: https://educimat.ifes.edu.br/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/Livros/ifes_Livro-Praticas-Experimentais-_2012.pdf. Acesso em: 20 Jun. de 2019.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1999.

LOBINO, M. G. F. **Ensinando Física na infância: o som nosso de cada dia**. Uma experiência inovadora. Vitória: Novas edições acadêmicas, 2015.

LOBINO, M. G. F. **Influência dos diferentes saberes e concepções na práxis ambiental docente: limites e possibilidades**. Vitória, 2002. 157 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo.

MENEGOTTO, J. C., & ROCHA FILHO, J. B. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, 7(2), 298–312, 2008.

MIGUEL, J. C. **Ressignificação curricular em um contexto de formação continuada: a interdisciplinaridade no ensino médio por meio da abordagem temática**. Orientadora: Maria Celina Recena. Campo Grande: 2016. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2016.

MUENCHEN, C., AULER, D., Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos. **Ciênc. educ. (Bauru)** [online]. 2007, vol.13, n.3, pp. 421-434

PRENSKY, M. Digital Native immigrants. **On the horizon**, MCB University Press, Vol. 9, N.5, October, 2001. Disponível em:

<https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>. Acesso em: 07 set. 2019.

QUADRADO, Susana Isabel Gonçalves. **Podcasting no Ensino da Física:** Estudo piloto (quase experimental) sobre reforço de aprendizagem de conteúdos. 2009. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, 2009.

SANTOS, W.L.P.S.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência –Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v.02, n. 02, p. 01-23, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/21/52>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

SANTOS, B. S. **Os processos da globalização**, in B. S. Santos (org.), *Globalização: Fatalidade ou utopia?* Porto: 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física. In: CARVALHO, A.M.P *et al.* **Ensino de Física. Coleção Ideias em ação**. São Paulo. Ed. Cengage learning, 2010.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR, J. W. **Princípios de Física:** movimento ondulatório e Termodinâmica. Vol.2. 5ª Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

APÊNDICE B

Questionário Inicial

Este questionário faz parte de uma pesquisa que está sendo realizada pela professora Evelyn de Oliveira Vieira, para buscar informações sobre as possibilidades de se trabalhar a temática ambiental o ensino de Física, visando analisar as contribuições que esta abordagem pode trazer ao processo educativo na aprendizagem de conteúdos relacionados à Física. Todas as respostas serão analisadas e utilizadas na elaboração de uma dissertação de Mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física do IFES, do qual a professora participa. Nenhuma pessoa que participar da pesquisa terá seu nome divulgado! Lembre-se que sua participação é muito importante! Favor não fazer consultas à Internet.

1. Como o calor pode ser obtido? O que você entende por calor?
2. Dê 03 (três) exemplos de situações que envolvam transmissão de calor (ou trocas de calor).
3. Na sua concepção, o que o Sol emite? Qual a importância do Sol para o planeta Terra?
4. Qual a importância do efeito estufa para o planeta Terra? Dê uma breve explicação de como ele ocorre.
5. Saberá dizer o que é uma estufa? Para que serve? Como funciona?
6. Que fatores têm influenciado o agravamento do efeito estufa terrestre?
2. Na questão 6, cite pelo menos 02 consequências para o ambiente do agravamento do efeito estufa terrestre.

APÊNDICE C

Figuras utilizadas na problematização inicial



Sem trégua. Instituto de Meteorologia registrou 37,6°C, às 15h. Sensação térmica chegou a 51°C em Vitória

O calor não tem dado trégua. Pelo segundo dia consecutivo, a sensação térmica em Vitória atingiu a marca de 51°C, aquecendo as reclamações e os memes também nas redes sociais (confira ao lado).

Segundo o Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia), Vitória registrou ontem, às 15h, 37,6°C. Foi o segundo dia mais quente de 2019. No último domingo, a máxima foi de 37,7°C, a mais alta desde dezembro de 2015, quando o Instituto marcou 38°C. Nas ruas, os termômetros marcaram 39°C à tarde.

Com tanto calor, especialistas alertam que é preci-

FONTE: Jornal Metro, 26 de Fevereiro de 2019



FONTE: Jornal Metro, 19 de março de 2019



AccuWeather

APÊNDICE D

Questões do estudo dirigido sobre fontes de energia e impactos ambientais

- 5) Explique a importância da radiação solar para nosso planeta.
- 6) Cite os diversos usos da energia solar.
- 7) Explique o princípio de funcionamento: a) do aquecedor solar; b) das células fotovoltaicas
- 8) O que são combustíveis fósseis?
- 9) Dê a relação entre combustíveis fósseis e a emissão de dióxido de carbono.
- 10) O que são biocombustíveis? Dê exemplos.
- 11) Explique o que são fontes alternativas de energia. Dê exemplos.
- 12) Observe a figura da questão 1 (pg 103) e explique o que acontece com a radiação solar quando a mesma incide na atmosfera. (Balanço de radiação)
- 13) Diferencie efeito estufa de aquecimento global, explicitando os impactos ambientais decorrentes desse último.
- 14) Qual a importância da camada de ozônio para a Terra?
- 15) Escreva sobre os principais agentes poluidores do ambiente.
- 16) Quais são as vantagens e desvantagens dos usos dos biocombustíveis?
- 17) O que é sustentabilidade? Dê exemplos de atitudes pautadas na consciência ambiental.

APÊNDICE E

Textos de apoio para a realização da atividade sobre sensação térmica

Texto 1

Vitória tem os dias mais quentes desde 2016, diz Incaper.

Temperatura atingiu os 37,7 graus neste domingo (24) e segunda-feira (25), se igualando ao calor registrado há 3 anos. Meteorologista explicou o que causa o calor intenso.

Por G1 ES e TV Gazeta

25/02/2019

O calor que atingiu o Espírito Santo nos últimos dias fez com que Vitória registrasse os dias mais quentes desde 2016, segundo informações do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Os termômetros na capital atingiram os 37,7°C, neste domingo (24) e nesta segunda-feira (25). A sensação térmica ficou em torno dos 42°C.

Em Cachoeiro de Itapemirim a temperatura nesta segunda chegou a 39,7 °C com sensação de 46 °C. Em Alegre, os termômetros marcaram 38,4 °C, e o índice de calor foi de 40°C.

Em fevereiro de 2016, o Espírito Santo registrou a mesma onda de calor. Na ocasião, a média das temperaturas máximas ao longo do mês foi de 34,3 °C. Este ano, até esta segunda-feira (25), a média das máximas em fevereiro de 2019 está em 34 °C.

Termômetros instalados em pontos da capital chegaram a marcar 40°C nesta segunda (25). Mas, segundo o Incaper, isso acontece por causa da localização do equipamento, que muitas vezes está próximo ao asfalto e cercado por construções de concreto. Já os números informados pelo Incaper correspondem a uma medição oficial, que segue critérios mundiais.

Alternativas

Para enfrentar o calorão, a aposentada Geni de Moraes usou o guarda-chuva como guarda-sol. "Está de torrar, né?", disse. Para encarar o dia de trabalho, um motorista de ônibus instalou um ventilador no coletivo. "Ajuda, minimiza um pouquinho a situação", explicou. Até dentro de casa está difícil de aguentar. A dona de casa Madalena Egídio conta que o ventilador tem trabalhado o dia todo. Para melhorar, ela tem usado uma técnica que aprendeu na televisão, que é colocar gelo próximo à fonte de ventilação. "Tivemos que colocar uma bacia com gelo para a gente suportar melhor o calor, porque está tenso", contou.

Por que tão quente?

De acordo com o meteorologista do Incaper, Hugo Ramos, o calor intenso é causado pela combinação de três fatores:

- Fevereiro já é climatologicamente considerado o mais quente do ano;

- O fenômeno El Niño contribuiu para que as temperaturas fiquem mais elevadas;

- A presença de um forte sistema de Alta Pressão tem impedido o avanço de sistemas que possam mudar as condições de tempo no estado, como também a formação de nuvens para a ocorrência de chuva. "A atuação de um sistema de pressão atmosférica inibe a formação de níveis de chuva e impede os avanços das frentes frias que estão vindo pelo Sul do Brasil não chegam ao Espírito Santo em razão desse bloqueio", disse Hugo Ramos.

A temperatura segue alta ao longo da semana, mas não são esperados novos recordes de temperatura no estado, de acordo com o Incaper.

Sensação térmica

A estimativa para medir a sensação térmica (ou estresse térmico) geralmente leva em conta a temperatura, a umidade do ar e a velocidade do vento, segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-Inpe).

O Brasil não possui um índice oficial. Ao redor do mundo, há mais de 160 maneiras de cálculo. A sensação térmica também é subjetiva: cada pessoa tem uma percepção do calor ou do frio, sobretudo por causa do índice de gordura corporal.

"Além de a gente receber o calor direto do sol, toda a estrutura de prédios, asfalto, eles emitem esse calor e acabam contribuindo para esse calor além do que é medido pelo termômetro. Se tiver em um campo um pouco mais aberto, com vento, acaba atenuando um pouco a sensação do que é medido no termômetro. Por isso é que pode estar 39°C em toda a Grande Vitória, mas em cada ambiente a gente tem uma sensação de calor diferente", explicou o meteorologista.

Texto 2

Sensação térmica

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

Sensação térmica ou **temperatura aparente** é a forma como os nossos sentidos percebem a temperatura do ar, e que pode diferir da temperatura real. Tal se deve a condicionantes climáticos que afetam a transferência de calor entre o corpo e o ar: como são a umidade, a densidade e a velocidade do vento. A pele, o nosso maior órgão, recebe as sensações que identificamos, como a dor, pressão, frio e calor (estas duas chamadas "sensações térmicas"), etc. Como exemplo, damos o vento de ar quente, que, ao bater-nos na pele parece-nos frio (devido à velocidade dele, e umidade do ar ou da pele); este ar aquecerá o espaço onde tenha entrado, contudo, enquanto é vento (enquanto tem movimento), poderá até parecer-nos frio aos sentido - ao parar deixa-nos perceber com maior realismo a sua temperatura mais elevada.

Após um banho, é normal que se sinta um pouco de frio. A evaporação de um líquido faz baixar a

temperatura, por esse motivo é que há sensação de frio quando molhado. Tal fato ocorre porque a fina camada de água que adere à pele absorve uma quantidade significativa de calor, por isso ocorre a sensação de frio. Mais frio ainda é sentido quando está ventando, pois o vento intensifica a evaporação da água, que provoca o abaixamento da temperatura corporal.

Para quem vive num clima quente, ou onde há estações quentes, o conceito de sensação térmica associada ao vento pode parecer de pouca importância, embora também aí se saiba que a brisa e o vento dão a sensação térmica de refrescamento (como já foi dito). Porém, em países mais frios, ou épocas frias, o abaixamento de temperatura causado por ventos fortes pode ser mais evidente e provocar diversos problemas sérios a um corpo pouco protegido, como por exemplo a hipotermia.

O termo sensação térmica foi popularizado após a Segunda Guerra Mundial, quando as tropas alemãs fracassaram numa tentativa de invasão à Rússia durante o seu inverno rigoroso. Foi a partir daí que o exército americano criou um índice de avaliação da sensação térmica relacionado à velocidade do vento. Esse índice popularizou-se e passou a ser divulgado juntamente com as temperaturas.

Texto 3

Sensação de calor

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

Sensação de calor refere-se às maneiras como o ser humano sente a temperatura ambiente elevada.

Entender a forma como o corpo humano perde calor é de fundamental importância para entender a sensação de calor.

Formas de perda de calor do corpo humano

Há três formas do corpo humano perder calor: por irradiação (ondas infravermelhas), por condução (pelo contato com substâncias mais frias, como o ar) e por evaporação (suor). Mas a perda de calor por irradiação e condução só é possível para o corpo humano quando a temperatura do ar está menor do que a temperatura da pele, que é metabolicamente regulada para em torno 33 °C^[1]. Portanto, acima de 33 °C de temperatura ambiente, a evaporação do suor é a única forma de perda de calor capaz de garantir a regulação em 33 °C da temperatura da pele que, por sua vez, permite a regulação da temperatura interna do corpo de cerca de 36 °C.

A evaporação do suor

A transpiração do suor é o principal mecanismo de perda de calor do corpo humano, sendo este o mecanismo primordial de regulação da temperatura do corpo quando a temperatura ambiente está maior do que a da pele (acima de 33 °C).

Caso a evaporação do suor seja impedida ou dificultada, quanto mais a temperatura ambiente se aproxima de 33 °C, maior o desconforto térmico. Se a temperatura ambiente supera 33° e a evaporação do suor for dificultada, não apenas o desconforto térmico se torna cada vez mais extremo como também pode levar à morte por hipertermia.

A evaporação do suor permite o resfriamento evaporativo do corpo, possibilitando que a superfície do corpo (e daí a temperatura interna) possa alcançar temperaturas menores do que a ambiente, dissipando o calor gerado pelo próprio metabolismo corporal e a garantindo manutenção da temperatura corporal interna em torno de 36 °C.

Veremos adiante os principais fatores que promovem ou dificultam a evaporação do suor, isto é, uma maior ou menor sensação de calor.

Papel primordial da ventilação e da umidade relativa do ar na taxa de evaporação do suor

Quanto maior a **taxa de evaporação do suor**, mais o corpo é resfriado. Dois fatores determinam a taxa de evaporação do suor: a **umidade relativa do ar** e a **ventilação**:

a) **Umidade relativa do ar**: Quanto menor a umidade relativa do ar, maior a taxa evaporativa do suor. Se a umidade relativa se aproximar de 100%, isto significa que a capacidade do ar de conter mais vapor do que já contém tende a ser nula, reduzindo ao mínimo a taxa de evaporação do suor e levando ao máximo o desconforto térmico no caso de a temperatura ambiente se aproximar ou superar a do corpo humano. Felizmente, na maioria dos climas da terra, a umidade relativa se aproxima de 100% apenas durante precipitações (chuva), fenômeno atmosférico que, por si mesmo, reduz significativamente a temperatura ambiente. Em geral, quanto maior a temperatura ambiente, menor é a umidade relativa do ar (inclusive em climas tropicais úmidos), visto que, quanto maior a temperatura, mais o ar se expande, aumentando sua capacidade de conter vapor (inversamente, quanto menor a temperatura, mais o ar se contrai, reduzindo sua capacidade de conter vapor).

b) **ventilação**: quanto maior a velocidade do ar que passa sobre a superfície do corpo humano, maior a taxa de evaporação do suor. Deve-se observar que a ventilação por si mesma não reduz a temperatura ambiente, ela apenas aumenta a taxa de evaporação do suor, isto é, promove o resfriamento evaporativo do corpo humano. Ademais, a ventilação dissipa a umidade que se acumularia no interior da construção, melhorando o conforto térmico.

Eficácia do resfriamento mediante a evaporação do suor

Pode-se verificar em nosso corpo a enorme eficácia do resfriamento evaporativo quando, num dia quente, permanecendo molhado após um banho, secamos nosso corpo em frente a um ventilador. Por exemplo, no dia 4 de fevereiro de 2010, no Rio de Janeiro, a temperatura do ar alcançou 40 °C, a máxima do ano, por volta de 4 horas da tarde (<http://www.wunderground.com/history/airport/SBAF/2010/2/4/DailyHistory.html>), mas a umidade relativa do ar estava em 27%, e a pressão atmosférica estava em 1009 hPa; conseqüentemente, a temperatura de bulbo úmido era de apenas 24,2 °C, sendo esta a temperatura alcançada por uma superfície molhada exposta ao ar, como por exemplo, a pele molhada, naquele dia mais quente do ano. Para calcular a temperatura de bulbo úmido (wet bulb temperature) a partir da temperatura do ar e da umidade relativa, há na internet calculadoras como esta.