

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO RECURSOS DE
INVESTIGAÇÃO E APRENDIZAGEM DOS FENÔMENOS
TÉRMICOS NO ENSINO MÉDIO**

Véra Maria Munhoz Rubira

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. Berenice Vahl Vaniel

Rio Grande
Dezembro de 2015

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO
RECURSOS DE INVESTIGAÇÃO E APRENDIZAGEM DOS FENÔMENOS
TÉRMICOS NO ENSINO MÉDIO

Véra Maria Munhoz Rubira

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal do Rio Grande.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Berenice Vahl Vaniel

Rio Grande
Dezembro de 2015

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO
RECURSO DE INVESTIGAÇÃO E APRENDIZAGEM DOS FENÔMENOS
TÉRMICOS NO ENSINO MÉDIO

Véra Maria Munhoz Rubira

Orientadora:
Profª. Drª. Berenice Vahl Vaniel

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ensino de Física, pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

Aprovada por:

Prof. Dr. Alexsandro Pereira Pereira - UFRGS

Prof. Dr. Valmir Heckler - FURG

Profa. Dra. Débora Pereira Laurino – FURG

Profa. Dra. Berenice Vahl Vaniel - FURG

Rio Grande
Dezembro de 2015

Ficha catalográfica

R896s Rubira, Véra Maria Munhoz.
Uma sequência didática envolvendo recursos de investigação e aprendizagem dos fenômenos térmicos no ensino médio / Véra Maria Munhoz Rubira. – 2015.
122 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Rio Grande/RS, 2015.
Orientadora: Dr^a. Berenice Vahl Vaniel.

1. Ensino de física 2. Sequência didática 3. Aprendizagem
I. Vaniel, Berenice Vahl II. Título.

CDU 53:37

Catálogo na Fonte: Bibliotecário Me. João Paulo Borges da Silveira CRB 10/2130

Dedico esta dissertação à minha família, principalmente aos meus pais que sempre estiveram presentes em minha carreira docente, dando-me apoio e esperança de dias melhores.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por mais essa oportunidade e pelo apoio nos momentos de desespero e angústia. Agradeço aos meus pais que sempre estiveram presentes em minha trajetória docente, dando-me suporte e auxílio em minhas tarefas diárias como mãe e esposa.

Agradeço aos meus filhos pelas horas de crise, em que as atividades diárias que me tiravam a paciência, mas que deixo esse trabalho como exemplo de que tudo é possível quando dedicamos nosso tempo para coisas que achamos importantes.

Agradeço a minha orientadora e amiga Berenice Vahl Vaniel pela paciência e dedicação, dando-me o devido respaldo nas horas em que precisei e pelo grande aprendizado que ela me proporcionou.

Agradeço aos meus colegas de mestrado pelo coleguismo, amizade, e pelas trocas de conhecimentos.

Agradeço também ao meu esposo Sergio pelo carinho e paciência.

Agradeço principalmente a turma 203 do ano de 2014 da ETE Getúlio Vargas onde apliquei meu produto e realizei minha pesquisa, e que sem eles isso não seria possível.

RESUMO

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO RECURSO DE INVESTIGAÇÃO E APRENDIZAGEM DOS FENÔMENOS TÉRMICOS NO ENSINO MÉDIO

Véra Maria Munhoz Rubira

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Berenice Vahl Vaniel

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ensino de Física, pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

Este resumo emerge de uma pesquisa realizada no âmbito do Programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de física- MNPEF do Polo 21, sediado na Universidade Federal do Rio Grande- FURG. A pesquisa tem por objetivo investigar como a aprendizagem dos conceitos físicos que envolvem os fenômenos térmicos pode ser potencializada com o uso de diferentes recursos didáticos, tais como atividades experimentais, mapas conceituais, produção textual, questionário, simuladores e vídeos. A pesquisa foi aplicada aos estudantes de uma turma de segunda série do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas. A mesma teve como suporte teórico autores que defendem a investigação das concepções prévias dos estudantes e os que apresentam as atividades experimentais como ferramenta para o ensino de física, Heckler(2007) e também, entre outros, Moran (2000), trazendo as novas tecnologias e mediação pedagógica, bem como Carvalho *et al* (2010), com as questões referentes aos processos de ensinar e aprender física. O produto desta dissertação é uma sequência didática que contempla nove atividades, cada uma delas traz um plano de aula e um roteiro de atividades. A análise de dados foi realizada com base na metodologia de Análise Textual Discursiva, Moraes e Galiazzi (2007), constituída de três momentos: unitarização, categorização e meta texto. Os resultados estão apresentados no capítulo 4, no qual procuro identificar o que os estudantes me dizem através de suas produções, e registrar, também, as minhas compreensões desta produção e, os avanços no entendimento dos estudantes em relação aos conceitos sobre calor e temperatura.

Palavras-chave: Ensino de Física, sequência didática, aprendizagem significativa.

Rio Grande/Novembro de 2015

ABSTRACT

A SEQUENCE TEACHING INVOLVING PHENOMENA OF RESEARCH RESOURCES HEAT IN HIGH SCHOOL

Véra Maria Munhoz Rubira

Orientadora:
Prof.^a Dr.^a. Berenice Vahl Vaniel

This summary emerges from a conducted survey under the Programa Mestrado Nacional profissional em Ensino de física- MNPEF do Polo 21, based at the Fundação Universidade do Rio Grande - FURG.

This summary emerges from a conducted survey under the Programa Mestrado Nacional profissional em Ensino de física- MNPEF do Polo 21, based at the Fundação Universidade do Rio Grande - FURG.

This summary emerges from a survey conducted under the National Programme Professional Masters in Education physically MNPEF Polo 21, based at the Federal University of Rio Grande-FURG. The research aims to investigate the learning of physical concepts involving thermal phenomena can be enhanced with the use of different teaching resources, such as experimental activities, concept maps, textual production, questionnaire, simulators and videos. The research was applied to students of a class of second high school series Technical School Getulio Vargas. The same was theoretically supported authors who advocate investigation the preconceptions of students and those with the experimental activities as a tool for physical education, Heckler (2007) and also, among others, Moran (2000), bringing new technologies and pedagogical mediation and Carvalho et al (2010), with questions relating to the processes of teaching and learning physics. The product of this work is a didactic sequence that includes nine activities, each of which brings a lesson plan and activity script. Data analysis was based on the methodology of textual analysis Discursive, Moraes and Galiazzi (2007), consists of three stages: unitarization, categorization and metatext. The results are presented in Chapter 4, in which I try to identify what students tell me through their productions, and record also my understanding of this production, and advances in the understanding of the students regarding the concepts of heat and temperature.

Keywords: Physics Teaching, Didactic Sequence, Meaningful Learning.

Rio Grande/November 2015

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ATD	Análise Textual Discursiva
CADEP	Centro de Aprendizagem Profissional
CFC	Cloro Flúor Carboneto
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ETEGV	Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
IF UFRS	Instituto de Física- Universidade federal do Rio Grande do Sul
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da educação e Cultura
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
OGMO	Órgão gestor de Mão de Obra
OVA	Objetos Virtuais de Aprendizagem
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
SD	Sequência Didática
SEDUC-RS	Secretaria Estadual de Educação e Cultura do Rio Grande do Sul
TLS	<i>Teaching-Learning Sequence</i>

Índice de Tabelas

Quadro 1: Categorias iniciais sobre calor.....	25
Quadro 2: Sensações de quente e de frio.....	30
Quadro 3: Categorias dos mapas conceituais dos impactos ambientais.....	40
Quadro 4: Consequências das más atitudes em relação ao planeta.....	49
Quadro 5: Atitudes para ajudar o planeta.....	50
Quadro 6: Planejamento da Sequência Didática (Cronograma das aulas).....	61

Índice de Figuras

Figura 1: Estudante com a mão direita no pote com água gelada (branco) e a esquerda com água quente (azul).....	29
Figura 2: Estudante com as duas mãos nos potes de água em temperatura ambiente (marrom).....	29
Figura 3: Linha do tempo (Histórico do calor).....	33
Figura 4: Mapa Conceitual 1	41
Figura 5: Mapa conceitual 2	42
Figura 6: Mapa Conceitual 3	43
Figuras 7a e 7b: Estudantes da turma 203	44
Figuras 8a e 8b: Representação das moléculas feitas pelos estudantes.....	45
Figura 9: Cientistas envolvidos no conceito de calor	75
Figura 10: Exemplo de mapa conceitual (Atmosfera).....	87
Figura 11: Simulador Construa uma molécula	90
Figura 12: Simulador Construindo uma molécula.....	91
Figura 13: Simulador de estados da matéria.....	96
Figura 14: Efeito Estufa.....	104
Figura 15: Efeito estufa natural favorável a vida na terra	106

Sumário

Índice de Tabelas	ix
Índice de Figuras	x
Sumário.....	xi
APRESENTAÇÃO.....	1
Capítulo 1	3
Reflexões da Experiência Docente na Escola.....	3
1.1 Vivência docente no Ensino de Termologia.....	3
1.2 Reflexões sobre a Aprendizagem	3
Capítulo 2	9
Em busca de novas estratégias.....	9
2.1 Desafios do enfoque CTS na Escola.....	9
2.2 Sequência didática: trabalhos relacionados e metodologia escolhida	12
2.3 Tecnologias Digitais: possibilidades de ensinar e aprender Física.....	14
Capítulo 3	18
Processo Metodológico	18
3.1 Caracterização da Escola e da turma em que foi realizada a pesquisa	18
3.2 Planejamento e implementação da sequência didática	18
3.3 Instrumentos De Coleta	19
3.4 Reflexões e análise dos dados	20
Capítulo 4	21
Apresentação do Produto.....	21
4.1 O que nos acontece durante a implementação da proposta	22
4.2 Primeiras intervenções: ideias iniciais dos estudantes	24
4.2.1 Calor como sinônimo de temperatura.....	25
4.2.2 Calor como agitação molecular	26
4.2.3 Calor como sensação térmica	27
4.2.4 Avanços nos entendimentos sobre conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico	28
4.2.5 Usando o Tato para avançar no conceito de calor	30
4.3 Calor: compreensão ao longo do tempo e sua contribuição aos processos de ensinar e aprender.....	31
4.4 Uso de vídeo como uma das estratégias pedagógicas: dilatação dos corpos....	35
4.5 Mapa conceitual.....	39
4.6 Entendendo o comportamento das moléculas	43
4.7 Estados da matéria a partir do uso de um simulador	45
4.8 Articulações possíveis: conhecimentos científicos, ambientais e sociais.....	47
Capítulo 5	51
Reflexões sobre as vivências	51
APÊNDICES	58
Apêndice 1A Quadro Planejamento da Sequência Didática	59
Apêndice 1B Plano de Aula 1.....	62
Apêndice 1C Plano de Aula 2.....	66
Apêndice 1D Plano de Aula 3	69
Apêndice 1E Plano de Aula 4.....	74
Apêndice 1F Plano de Aula 5	79
Apêndice 1G Plano de Aula 6	83
Apêndice 1H Plano de Aula 7	89
Apêndice 1J Plano de Aula 9.....	102

Apêndice 2 Termo de Consentimento	109
Referências	110

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação emerge de uma investigação realizada no âmbito do Programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF do Polo 21, sediado na Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Abrange o estudo sobre o desenvolvimento e a implementação de um produto educacional no Ensino de Física, em uma turma de Ensino Médio realizado a partir da articulação das minhas vivências acadêmicas e profissionais. O produto foi aplicado na Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas em Rio Grande/RS, na qual há quatorze anos exerço a docência, e atualmente, leciono no Ensino Médio Politécnico, especificamente com turmas de segunda série, que possui como objetivo possibilitar aos estudantes a compreensão das leis e princípios térmicos, bem como, associar ao cotidiano a Ciência e a Tecnologia.

Assim, o objetivo central deste estudo é compreender como a aprendizagem de determinados conceitos físicos, como o calor, a temperatura e o equilíbrio térmico pode ser potencializada com o uso de diferentes recursos didáticos, tais como atividades experimentais, Objetos Virtuais de Aprendizagem [OVA] e Mapas Conceituais, articulados ao movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade [CTS]. A partir dessa preocupação, organizei esta dissertação da seguinte forma:

No primeiro capítulo o estudo apresenta as minhas vivências profissionais, explico o contexto da escola em que foi aplicado o produto desta pesquisa, bem como justifico a escolha do tema e dos objetivos;

O Capítulo 2 apresenta uma breve revisão bibliográfica com interlocuções teóricas sobre o movimento CTS, sobre sequência didática e diferentes recursos didático-pedagógicos mapas conceituais, atividades experimentais e simuladores pelo viés da investigação;

O capítulo 3 explica a escolha do referencial que embasa o processo metodológico deste trabalho, os pressupostos da Metodologia de Análise Textual Discursiva [ATD] defendida por Moraes e Galiazzi [Moraes 2007]. O capítulo apresenta a caracterização da escola e da turma em que foi realizada a intervenção, a descrição do planejamento e implementação da sequência didática através de um quadro sequencial que mostra a ordem que essas intervenções foram aplicadas, a carga horária, o título, objetivos, conteúdos e os recursos metodológicos usados. Traz também os instrumentos de coleta

de informações, e como procedemos para realizar a reflexão e análise do conjunto de informações.

O capítulo 4 descreve e analisa as intervenções realizadas com os estudantes, mostrando o que nos acontece durante a implementação do produto. As ideias emergentes foram categorizadas e analisadas, com base na fundamentação teórica;

No capítulo final, procuro mostrar a contribuição que a pesquisa trouxe para possíveis mudanças na minha docência, indico também os avanços, contribuições e limites que cada recurso aplicado trouxe para a aprendizagem dos estudantes, visto pelo meu olhar.

Capítulo 1

Reflexões da Experiência Docente na Escola

1.1 Vivência docente no Ensino de Termologia

Considero pertinente me reportar às minhas primeiras vivências, aos primeiros anos de minha carreira docente em que trabalhei conteúdos relativos aos fenômenos térmicos com turmas da segunda série do Ensino Médio, pois é a articulação desta vivência com as novas aprendizagens construídas no mestrado que justificam a escolha do tema, do objetivo, dos recursos e das estratégias metodológicas.

Ao trabalhar conteúdos relativos aos fenômenos térmicos, pela maioria das respostas aos questionamentos feitos aos estudantes sobre esse tema, mesmo depois de ter explicado o conteúdo através de aula expositiva e sempre tendo como aporte o livro didático, eu observava que eles continuavam a confundir calor com temperatura e não entendiam o calor como algo que se transfere de um corpo para outro. Muitas vezes sentia-me frustrada, achando que o problema poderia estar comigo, pensava que, talvez eu não soubesse trabalhar aquele conteúdo. Muitas vezes, nós educadores, apresentamos certa preferência em trabalhar conteúdos específicos, ou pensava, ainda, que a falta de entendimento dos estudantes poderia estar relacionada à minha falta de experiência pedagógica no ensino de física.

Desde o início de minha docência, em 2000, as respostas aos questionamentos se repetiam e, então, percebi que os estudantes respondiam como pensavam, traziam à tona suas concepções prévias, as quais eram resultado dos conhecimentos construídos nas suas vivências cotidianas. Entre os anos de 2000 a 2004 trabalhava com muitas turmas, chegando a ter dezoito, pois eram duas horas-aula semanais de Física e havia a exigência por parte da mantenedora de fechar meu horário de quarenta horas semanais pelo fato de meu vínculo ser através de contrato temporário. Aliada a essa situação, tinha também a questão do livro didático que não ajudava muito, pois poucos traziam situações do cotidiano e, quando traziam, não havia muito tempo para serem exploradas, pois a preocupação era vencer o conteúdo estipulado pela escola.

1.2 Reflexões sobre a Aprendizagem

Assim, os anos foram passando e a cada novo ano, novos estudantes continuavam a confundir os conceitos de calor e temperatura, e eu não tinha muito tempo para pensar

novas estratégias, apesar de saber que havia a necessidade de fazer algo que modificasse esta situação de não-aprendizagem. Com o passar do tempo, a cada nova turma, procurava abordar o tema de forma científica e voltado a exemplos do dia a dia, visto que já apresentava certo amadurecimento pedagógico e, sendo assim, pedia que eles pensassem nas situações cotidianas a que estavam habituados, como uma chaleira com água no fogo, ou um churrasco, em que pudessem entender porque a água evapora e como a carne assa. Na verdade, com os exemplos citados acima poderia introduzir o conteúdo das mudanças de fase da matéria, visto que este é um conteúdo já trabalhado no Ensino Fundamental, tal como a água no fogo e os processos de transmissão do calor, mas que não possibilitava compreender o conjunto de fenômenos e modelos da termodinâmica, presentes nos processos citados. Acho importante salientar que, embora procurasse contextualizar essas situações cotidianas, esse processo era feito apenas de forma introdutória, sendo que o restante da aula seguia de forma tradicional, usando o livro para a resolução de exercícios.

No ano de 2003 com uma turma de terceiro ano, resolvi fazer um glossário de Física, pois nos anos anteriores, percebi que compreender o significado das palavras, também poderia auxiliar os estudantes, bem como, apresentar uma atividade diferente à que eles estavam habituados. Como exemplo, posso citar que, ao trabalhar o conteúdo dos movimentos, questionava-os em relação ao significado das palavras contidas no próprio título do conteúdo [MRU] Movimento, Retilíneo e Uniforme, tentando fazer com que percebessem que o título do conteúdo já adiantava o assunto que estava por vir, visto que para haver movimento em relação a certo referencial, tem que variar a posição. A palavra ‘retilíneo’, por sua vez, já informava que era em linha reta, e a palavra ‘uniforme’, que exemplificava com as escolas que os estudantes usam uniformes para que fiquem iguais, explicava que a velocidade neste movimento permanecia igual, digo, constante. O trabalho foi apresentado na Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas [ETEGV] como uma das atividades pela comemoração dos seus 50 anos.

No ano de 2007, já com sete anos de experiência em sala de aula, mesmo atuando quarenta horas nessa mesma escola, comecei a trabalhar na modalidade Educação de Jovens e Adultos [EJA] no turno da noite, mas em outra escola, criada dentro do Órgão Gestor de Mão de Obra [OGMO], no Porto do Rio Grande. Esta escola foi criada para atender aos funcionários que prestavam serviços dentro do Porto e que por algum motivo não haviam concluído seus estudos. A escola, além dos funcionários, atendia também a suas famílias, inclusive em algumas salas de aula encontrávamos pais e filhos com o mesmo grau de escolaridade, dividindo o mesmo espaço. A escola chamava-se Centro de

Aprendizagem e Desenvolvimento Profissional [CADEP]. Nesta escola eu tinha autonomia para trabalhar os conteúdos articulados ao cotidiano, aos fenômenos naturais em que esses estudantes estavam habituados a presenciar e relacioná-los às ideias que eles apresentavam em suas variadas idades, sendo de dezesseis até sessenta anos.

Jovens e adolescentes não costumam ser questionadores e o educador somente verifica se eles entenderam o conteúdo por meio de questionamentos orais ou, talvez, escritos, pois não tem como saber o que eles pensam ao não se manifestarem em sala de aula. Já com adultos as características são outras, eles questionam bastante e sentem-se desestabilizados quando se dão conta de que algum conhecimento novo que estão construindo desarticula as ideias que traziam de suas vivências para a sala de aula. E, além disso, esses conflitos aumentavam com o uso da matemática, que possibilita transformar em linguagem matemática estas situações cotidianas, tornando-as mais complexas. Isso acaba gerando discussões, que ao mesmo tempo desencadeiam momentos de diálogos, e assim, os educadores sentem-se forçados a repensar sua prática e criar novas estratégias pedagógicas, novas mediações que contemplem toda essa diversidade de conhecimento e pensamentos dos estudantes presentes na sala de aula.

Essa escola funcionou apenas dois anos, mas contribuiu significativamente em minha carreira docente, mostrando-me a importância de inovar frente aos desafios/dificuldades de aprendizagem que nossos estudantes enfrentam. Desafios que são provocados pelas mudanças sofridas pela sociedade e pelo avanço da Ciência e da Tecnologia. Este contexto também atinge a nós, educadores, forçando-nos a buscar uma trajetória de formação e atualização.

Esta vivência foi a que me mobilizou a ampliar minha trajetória formativa. Nos anos de 2010 a 2012 fiz uma especialização em Educação de Jovens e Adultos [EJA] pela FURG e, em 2013 ingressei no MNPEF através desta mesma instituição. Como já havia me referido acima, estou tendo a oportunidade de colocar em prática, através de minhas intervenções e pesquisa, algumas estratégias as quais acredito que contribuirão para facilitar a aprendizagem dos estudantes em relação ao conteúdo Calor, diferenciando-o do conteúdo Temperatura e, ainda, relacioná-los aos impactos ambientais, fazendo com que o estudante perceba de que maneira eles estão presentes na natureza.

Outro fator que contribuiu para a escolha do tema desta investigação foi a perturbação provocada pelas minhas vivências como docente durante a implementação da Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrado ao Ensino Médio [2011-2014] pela Secretaria Estadual de Educação do Rio

Grande do Sul [SEDUC-RS, 2011]. Nesta proposta, o governo do Rio Grande do Sul aponta o compromisso de efetivar uma política educacional capaz de modificar o quadro de crise em que se achava o Ensino Médio gaúcho. Tal proposta, com amparo legal da LDB [BR-LDB, 1996] traz como princípios orientadores a interdisciplinaridade entre as grandes áreas do conhecimento, a pesquisa como princípio pedagógico, avaliação emancipatória, e também a interlocução entre eixos das ciências tecnológicas, cultura e trabalho [SEDUC, 2011].

Esta nova proposta do Ensino Politécnico reúne as disciplinas antes abordadas de forma separadas, em quatro grandes áreas do conhecimento [Linguagens, Humanas, Natureza e Matemática]. Um fator importante é a intenção de trabalhar temas que promovam o trabalho integrado, entre os educadores das grandes áreas, em prol dos problemas vividos pela sociedade em que estão inseridos e pelo mundo de forma geral. Além disso, busca promover a contextualização para que o estudante relacione os conteúdos “científicos” com o cotidiano. Mas não é fácil sair da zona de conforto e buscar novas estratégias pedagógicas que permitam que o estudante possa perceber esses conteúdos de uma forma mais lógica e, assim, levá-los a um interesse maior pelos temas abordados durante a sua experiência escolar.

Apesar dessas mudanças apresentadas pela Secretaria de Educação e Cultura do Rio Grande do Sul [SEDUC] como o Ensino Politécnico, o qual traz novas propostas de ensino e aprendizagem que consideram a interdisciplinaridade e a contextualização fatores indispensáveis nos processos de ensinar e aprender, os educadores mostram ainda certa resistência a essas mudanças. Talvez esta resistência tenha origem na forma como as novas diretrizes são implementadas, sem antes haver uma ampla discussão e formação dos professores, acredito que isso contribua para agravar ainda mais os problemas enfrentados pela educação brasileira, embora essa proposta governamental force um encontro entre os educadores para que haja um planejamento interdisciplinar em sua área pedagógica. Esta interdisciplinaridade se caracteriza quando duas ou mais disciplinas relacionam seus conteúdos para aprofundar o conhecimento e levar dinâmica ao ensino.

Esta mudança para uma visão mais interdisciplinar trouxe outros conflitos, visto que neste contexto da SEDUC as disciplinas vão perdendo sua hierarquia e dão espaço a novas experiências interdisciplinares que geram conflitos, pois os educadores não foram e não estão preparados para essa nova proposta de ensino, sentindo dificuldade em abandonar um método tradicional de transmissão de conhecimento, no qual não é valorizada a bagagem cotidiana trazida pelo aluno para traçar as estratégias pedagógicas.

E foi exatamente isso que me levou a pensar em um produto educacional no Ensino de Física que pudesse, além de contribuir para minha própria aprendizagem, orientar possíveis colegas educadores, dentro ou fora da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que tenham interesse em fazer com que seu estudante construa o hábito de buscar formas de opinar, pensar e contribuir para resolver conflitos e, no caso das ciências da natureza, todo o tipo de problema socioambiental que surge ao longo de sua vida e que atinja não somente a ele, mas a toda sociedade em que está inserido. Nesse sentido, busquei usar alguns princípios da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade [CTS], como a alfabetização em Ciência e tecnologia, a fim de disponibilizar “recursos” aos estudantes que possibilitem a ação e tomada de decisão diante das situações cotidianas que envolvam os discursos dos especialistas, além de contribuir com a formação de atitudes e valores socioambientais destes estudantes, bem como o incentivo à participação ativa nas atividades, em contraposição aos posicionamentos passivos.

Com esse intuito, reforço que esta dissertação foi construída tendo alguns propósitos, entre eles: promover uma reflexão sobre a metodologia por mim desenvolvida durante nos anos de atuação no Ensino Médio, especificamente no segundo ano. Outro propósito, a partir destas vivências e produções, é auxiliar os educadores da área de Ciências da Natureza e outras que trabalham temáticas que abrangem fenômenos da termologia, entre os quais está o calor e os impactos causados por seus fenômenos, pois é essencial para a geração e manutenção da vida. Neste sentido, o calor é um conceito que está presente em outras disciplinas e por isso necessita ser bem entendido e compreendido por todos para que possam atuar de maneira sustentável.

Os noticiários mostram uma grande preocupação com o efeito estufa e o aquecimento global, mostrando somente os resultados das ações do homem sobre a natureza, ficando implícito o papel da escola de problematizar os conteúdos da vida, relacionando-os e contextualizando-os. Na escola, os estudantes podem ser educados e/ou orientados para buscar soluções que diminuam os problemas que o nosso Planeta enfrenta, os quais, muitas vezes, são gerados pelos seres humanos, por atitudes individuais e/ou coletivas, como a questão do lixo, por exemplo. Para que os estudantes percebam que são responsáveis também por buscar soluções, não basta que o conteúdo abordado apenas faça parte do currículo escolar; é preciso relacioná-lo à realidade do aluno e estar disposto a interagir com os colegas professores da sua área e também com as outras áreas do conhecimento na medida em que isso for possível.

Na intenção de articular a vivência docente acima exposta, construímos uma sequência didática para abordar os conceitos envolvidos nos fenômenos térmicos a partir de alguns pressupostos do movimento CTS, os quais visam propiciar a alfabetização em Ciência e Tecnologia e disponibilizar recursos aos estudantes que possibilitem a ação e tomada de decisão consciente diante das situações cotidianas, além de contribuir com a formação de atitudes e valores socioambientais destes estudantes. Para tanto, iniciaremos o próximo capítulo com uma breve revisão bibliográfica sobre a abordagem CTS e sequência didática.

Capítulo 2

Em busca de novas estratégias

Neste segundo capítulo apresentamos uma breve revisão bibliográfica dos aspectos teóricos que foram contemplados para a elaboração e implementação da sequência didática, os quais são: alguns aspectos do movimento CTS, o próprio entendimento do que é uma sequência didática, alguns aspectos teóricos referentes aos recursos metodológicos utilizados como o uso de vídeos e simuladores, atividades experimentais e mapas conceituais.

2.1 Desafios do enfoque CTS na Escola

Uma das formas de enfrentar os desafios relatados no capítulo anterior e defendida por Auler, Dalmolin e Fenalti [Auler2009, p. 71] é a organização de um currículo com enfoque CTS, o qual é estruturado em torno de temas sociais. Referindo-se a um levantamento bibliográfico sobre o movimento CTS, os autores destacam que a inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados. Essa recomendação justifica-se pelo fato dos temas sociais, trazerem à tona as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade, bem como contribuírem para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão nos alunos.

A perspectiva de implementar propostas com enfoque CTS na escola pode abranger distintas concepções. Santos e Mortimer [Santos 2000, p. 13] defendem a utilização de “problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais” Nesse sentido, interligam-se aspectos da Ciências, Tecnologia e Sociedade em sala de aula.

A fim de propiciar as mudanças e enfrentar os desafios já citados, é necessário relacionar esses conteúdos disciplinares de Física com o interesse dos estudantes, problematizar o uso desses conhecimentos científicos e suas implicações éticas e sociais.

Santos e Mortimer [Santos 2002] afirmam, ainda, que a necessidade do mundo contemporâneo é a alfabetização dos cidadãos em Ciência e tecnologia. Para os autores é necessário disponibilizar “recursos” que permitam ao cidadão agir, tomar decisões e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas. Esta tem sido a principal proposição dos currículos CTS.

Santos e Mortimer [Santos 2002] apresentam também algumas sugestões metodológicas adotadas no enfoque CTS, tais como: pensamento divergente, solução de problemas, atividade de tomada de decisão, controvérsias, debates, estudos de caso. Sugerem, ainda, que essas atividades devem ser realizadas em pequenos grupos, pesquisa, apresentações orais, resolução de problemas cotidianos e relatórios escritos, dentre outros. Todas essas sugestões metodológicas contribuem para que os alunos desenvolvam habilidades e atitudes necessárias à tomada de decisão. Os princípios diferenciadores do enfoque CTS são: a preocupação com a formação de atitudes e valores em contraposição ao ensino memorístico e programas alheios ao contexto deles, além de incentivar sua participação ativa nas atividades, em contraposição ao ensino passivo.

Mas, segundo os autores citados, é insuficiente apenas inserir temas sociais no currículo, deve haver uma mudança na prática e nas concepções pedagógicas e uma compreensão do papel social do ensino de Ciências, para que não haja uma “simples maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade”. [Santos 2002, p. 18]. Os conceitos de física envolvidos nos temas como: crises socioambientais de energia, aquecimento global e a escassez da água, não são conhecimentos específicos da Física. Sendo assim, esses conceitos devem ser pensados a partir do contexto vivenciado pelos estudantes, podendo ser estudados nos seus mais diferentes aspectos pelas diversas áreas do conhecimento, de forma interdisciplinar e integrada.

Sabe-se, também, da necessidade de mudanças por parte das escolas, principalmente em relação aos currículos. Hunsche e Auler [Hunsche2012] sinalizam algumas potencialidades e desafios encontrados no processo de uma reconfiguração curricular, pautada pela abordagem CTS. Já Carvalho e Gil-Pérez [Carvalho 1995] ressaltam que não basta elaborar cuidadosamente e fundamentar teoricamente um currículo, se os professores não forem preparados para desenvolvê-lo. Ou seja, é preciso que a formação, inicial e permanente, dos professores abarque tal perspectiva.

Deconto [Deconto 2014], em sua pesquisa sobre a abordagem CTS afirma que a educação científica não atende às necessidades da sociedade atual, pois não leva em consideração as identidades dos sujeitos que hoje estudam nas escolas de Ensino Médio, além de não considerar também a cultura em que eles estão inseridos. O autor afirma, ainda, que no Brasil essa abordagem - CTS - não é muito usada, devido a alguns aspectos como a própria formação do educador, que não conheceu tal abordagem durante a sua formação acadêmica.

Nesta visão de ensino tradicional, Deconto mostra que, nesse processo citado acima, a ciência não valoriza o trabalho coletivo de grandes cientistas, pois apresenta os conteúdos sob forma de uma única descoberta, sem ter sido aperfeiçoado ao longo do tempo, como é o caso do histórico do calor. Este ensino tradicional também contribui para manter a ciência e a sociedade desconectadas, mas Deconto citando Fourez [Deconto, 2014, p. 27] entende que a ciência é construída pelos seres humanos, e também para eles, o que se faz entender que os cientistas são seres humanos, com suas emoções, convicções e histórias de vida.

Para Deconto, outra questão a ser problematizada está no fato de a ciência e a tecnologia se apresentarem sob duas visões: em uma primeira visão, a tecnologia aparece como um produto da indústria para auxiliar nas tarefas do ser humano, em outra, em meio acadêmico, aparece como uma ciência aplicada, segundo ele:

“[...] ciência e tecnologia apresentam uma imagem convencional frente à sociedade, na qual normalmente são atribuídas visões que a consideram como um mero produto material (normalmente moderno) ou ainda como resultado da aplicação de conhecimentos científicos”. [Deconto, 2014 p.35].

Podemos usar a tecnologia para avançar na ciência e, assim, construir novos conhecimentos e uma maior facilidade em conteúdos teóricos, levando o estudante a melhores entendimentos desses conteúdos. Na atualidade as aulas de ciências podem tornar-se mais atrativas se o educador usar de ferramentas tecnológicas em suas aulas e assim abandonar o ensino tradicional. Mas não basta somente querer usar essas ferramentas, é preciso bem mais do que isso, além da formação do educador a escola também tem que estar preparada para essa mudança.

Deconto [Deconto 2014]apresenta um histórico em sua dissertação sobre a abordagem CTS, a qual emerge como resposta para a crise no ensino de ciências, e esta implica uma mudança nos contextos de ensino, mudanças metodológicas e de atitude por parte dos grupos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. Mas essa abordagem traz um propósito maior, que é promover uma alfabetização científica e tecnológica, tornando os cidadãos mais críticos, capazes de tomar decisões e atuar na solução dos problemas relacionados à tecnociência, por exemplo.

Pensando em defender a abordagem CTS e procurando reforço para suas palavras, Deconto, em sua pesquisa, cita Aikenhead, e este último diz: “em relação ao ensino tradicional, a educação CTS representa um tipo de mudança paradigmática e sua essência reside no ensino dos fenômenos naturais contextualizados em seu meio tecnológico e social”. [Aikenhead *apud* Deconto 2014, p.56]

A abordagem CTS pode ser um meio para romper com o ensino tradicional, usando uma sequência didática como estratégia pedagógica que, em um primeiro momento identifique, através das concepções prévias, os conhecimentos dos estudantes, e a, partir desses conhecimentos, utilizar diferentes estratégias como vídeos, palestras, simulações, atividades experimentais, contemplando assuntos globais como o aquecimento global e o efeito estufa, a fim de possibilitar aos estudantes uma maneira de ver o mundo com maior criticidade e responsabilidade nas suas ações cotidianas.

Neste sentido é que propomos uma sequência didática e estamos a cada nova atividade buscando estabelecer novas relações e compreensões em relação aos conceitos de Calor, Temperatura e Equilíbrio Térmico, articulados às questões socioambientais, a fim de possibilitar aos estudantes a aprendizagem significativa.

2.2 Sequência didática: trabalhos relacionados e metodologia escolhida

Em uma das disciplinas do mestrado, tive a oportunidade de ler vários artigos sobre sequência didática, e/ou sequência de ensino-aprendizagem, dos quais escolhi os que mais se aproximavam das minhas ideias para constituir este referencial teórico, pois acredito que os mesmos contribuíram para a elucidação do que é uma sequência didática e também para a escolha desta metodologia na implementação do produto educacional no Ensino Médio.

Fonteleet al [Fontele2013], bolsistas do PIBID, investigaram as dificuldades que os alunos do terceiro ano do Ensino Médio apresentaram em relação ao conteúdo de Eletricidade e propuseram a elaboração de uma sequência didática. A referida sequência apresenta os seguintes elementos: a) novo assunto, b) teste de sondagem sobre o assunto, c) literatura associando o assunto ao dia a dia; d) experimento que aborda o assunto; e) resolução de exercícios e f) teste de avaliação de rendimento.

Os autores citados relatam, como resultados da aplicação da sequência didática, a necessidade de os professores de Física do Ensino Médio renovarem continuamente seus métodos de ensino, principalmente utilizando atividades experimentais para proporcionar que o aluno entenda “de forma concreta o que foi exposto nos livros e em sala de aula.” [Fontele 2013, p. 200].

Realizar um estudo sobre a escolha das estratégias e seus propósitos pode auxiliar o educador nas diferentes abordagens dos conteúdos a que ele pretende trabalhar. Rodrigues, Pietrocola e Piqueira, ao elaborarem uma sequência didática a fim de abordar

o tema ‘Mecânica Quântica para cursos de Engenharia’ com a preocupação de que a aprendizagem fosse significativa, utilizaram alguns princípios norteadores da sequência, qual seja:

“Trazer para a sala de aula resultados recentes em áreas de pesquisa da quântica, em especial da ótica quântica. Utilização de tecnologia de informação e comunicação e ferramentas computacionais. Ênfase nas problematizações e dúvidas produzidas por alunos e instrutores. Utilização de um sistema alinhado de ensino e aprendizagem. Atividades coletivas de Engajamento. Criação e aplicação de instrumentos de verificação de aprendizagem e/ou de conhecimentos prévios que leve em conta a visão de ciência dos alunos (epistemologia). Discussão detalhada com os alunos a respeito dos princípios da sequência didática e seus objetivos”. [Rodrigues, 2012, p. 07].

A sequência didática elaborada pelos autores citados teve como objetivo propiciar a vivência de um laboratório de inovação e atualização curricular, tanto em relação ao conteúdo quanto aos aspectos metodológicos.

Continuando nosso levantamento de trabalhos relacionados, encontramos o produto educacional e a dissertação elaborados para o Mestrado Profissional de Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, por Leal [Leal 2013], o qual é constituído de uma sequência didática que utiliza um jogo cooperativo para ensinar ciências nas séries finais do Ensino Fundamental.

Para Leal, a sequência didática é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas pelo professor que contribuem para a reflexão crítica do próprio professor, quando este:

“elabora e aplica uma sequência didática, está planejando o ensino, ao formular a sequência, a mesma apresenta-se como uma eficaz ferramenta para a aprendizagem do professor, podendo constituir instrumento de análise crítica reflexiva de sua prática docente”. [Leal, 2013, p. 103]

Na maioria das sequências didáticas, as primeiras atividades eram destinadas a identificar as concepções prévias dos estudantes, assim, esse foi um dos fatores que me levou a continuar pesquisando tal metodologia.

Ao longo do tempo, percebi o quanto as ideias dos estudantes em relação aos fenômenos da termologia eram relevantes e apresentavam-se fortemente presas ao senso comum, principalmente para os temas ligados a Calor e Temperatura, visto que eles percebem esses conhecimentos como sinônimos e isso prejudica no entendimento dos fenômenos cotidianos.

Os outros fatores que me levaram a escolher a sequência didática foram: a necessidade de trabalhar os conteúdos a partir de uma sequência de atividades contendo

diferentes recursos didáticos, dentre eles as tecnologias digitais, vídeos, simuladores e atividades experimentais associados aos conteúdos e articulados às questões ambientais. A seguir, trazemos algumas questões teóricas sobre o uso dos recursos tecnológicos digitais.

2.3 Tecnologias Digitais: possibilidades de ensinar e aprender

Física

Fazer o uso das tecnologias como ferramenta metodológica, ainda é um problema que nós educadores enfrentamos, pois apesar dos computadores, celulares e *tablets* ocuparem um espaço físico nas escolas, falta formação por parte dos educadores e também dos educandos, para fazer o uso adequado desses aparatos e, assim poder criar diferentes estratégias de ensino e aprendizagem.

A valorização do uso da tecnologia para tornar os processos de ensinar e aprender mais eficazes desenvolve-se lentamente, visto que a maioria das escolas e universidades que formam educadores continua com a convicção que educar é simplesmente transmitir conhecimentos de maneira sistematizada em suas determinadas áreas. Segundo Masseto:

“o professor é formado para valorizar conteúdos e ensinamentos e acima de tudo, privilegiar a técnica de aula expositiva para transmitir esses ensinamentos; dessa forma, a avaliação é feita em forma de prova para verificar o grau de assimilação das informações pelos alunos.” [Masseto, 2008, p.134]

Esta, sem dúvidas, ainda é realidade das escolas brasileiras, a qual necessita ser problematizada e discutida, para permitir outros entendimentos e possibilidades de trabalhar em sala de aula, incluindo o uso da tecnologia, e também a mudança de estratégias metodológicas que considerem o estudante ativo em seu processo de aprendizagem.

Heckler afirma que:

“Conseguimos, através do material desenvolvido, apresentar os conteúdos de forma mais atraente e ilustrativa o que os simples exercícios propostos ou as meras descrições de fenômenos efetuados na maioria das aulas tradicionais, propiciando assim o maior envolvimento dos alunos nas aulas de física. O uso de animações e simulações permitiu a abordagem de um número maior de fenômenos num intervalo de tempo menor e propiciar uma realimentação imediata do aluno”. [Heckler, 2007, p. 273]

Heckler aponta, no parágrafo acima, contribuições do uso da tecnologia para envolver os estudantes. E na citação abaixo o referido autor apresenta algumas desvantagens as quais deveremos ficar atentos:

“O computador apresenta algumas desvantagens ao ser usado como recurso didático, entre as quais a mais notável é facilidade de distração. Além do forte apelo apresentado pelas imagens móveis, de certa maneira, desestimular a leitura de textos explicativos, levando os alunos a ficarem apenas observando as imagens e as simulações do material, também existe a grande possibilidade de eles desviarem a atenção do assunto da aula para utilizarem outros cursos disponibilizados pelo computador e que podem ser mais atraentes do que a aula”. [Heckler,2007, p. 273]

As tecnologias digitais podem, além de tornar as aulas mais atrativas, servir de apoio para apresentar o conteúdo que se quer ensinar, instigar os estudantes a procurar soluções para possíveis questionamentos que tenham sido apresentados pelo educador.

O simples fato de usar as tecnologias digitais não quer dizer que se efetive a aprendizagem. Existe a necessidade de tomar o cuidado de não utilizar estas tecnologias e continuar com a mesma prática pedagógica, valorizando o ensino tradicional, com apenas a transmissão de conhecimentos. Essa prática desconsidera a ideia do que o estudante traz sobre determinados conteúdos de Física. Desta forma, não estaríamos contribuindo para a construção de novos conhecimentos, pois “o fator isolado que mais influencia a aprendizagem significativa é aquilo que o aluno já sabe” [Moreira,1999, p.152]. Moreira firma, ainda, que esse conhecimento trazido pelo estudante deve servir de âncora, pois são conhecimentos relevantes, denominados subsunçores por Ausubel, os quais já estão construídos e presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Mobilizar esses conhecimentos poderá contribuir para que ocorra a aprendizagem significativa, se o educador se colocar como mediador desse processo, o qual ainda pode ser potencializado com uso de Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA).

Para Tarouco [Tarouco, 2006 p.147], OVA “são recursos digitais reutilizáveis que podem contribuir na aprendizagem de uma teia de conceitos ou teorias, e estimular o desenvolvimento da imaginação, da percepção e da criatividade através de atividades práticas.”

Hay e Knaack [2007, p. 6] afirmam que OVA são materiais educacionais com objetivos pedagógicos que servem para apoiar o processo de ensino-aprendizagem e podem ser definidos como “ferramentas interativas baseadas na web que apoiam o aprendizado de conceitos específicos incrementando, ampliando, ou guiando o processo cognitivo dos aprendizes”.

Os OVA podem ser usados desde que sejam escolhidos com determinada função, antes ou depois do conteúdo de que se quer efetivar a aprendizagem, enfatizando o grau de interatividade, o que exige do educador um maior tempo de planejamento. Na disciplina de atividades experimentais do mestrado aprendi que um experimento real ou

virtual nunca deve ser usado para transpor os conteúdos, ele deve ser usado, acima de tudo, para instigar, provocar o estudante, ou seja, ele pode ser apresentado como um problema a ser resolvido, onde o estudante irá buscar uma maneira para resolvê-lo.

Vivemos em uma era tecnológica, na qual os educadores tentam aprimorar-se para aproximar o estudante que já faz parte dessa realidade e as escolas, tentando criar esses recursos para promover diferentes estratégias pedagógicas que envolvam seus estudantes.

Corroborando com essa ideia, Heckler afirma que as tecnologias digitais contribuem para as mudanças nos processos de ensino e aprendizagem a partir do momento em que pressionam as escolas a se inserirem e utilizarem tais tecnologias com recursos pedagógicos, e ainda afirma que:

“As animações e simulações são consideradas, por muitos, a solução de vários problemas que os professores de física enfrentam ao tentar explicar para seus alunos fenômenos demasiados abstratos para serem “visualizados” através de uma descrição em palavras, e demasiado complicados para serem representados através de uma única figura”. [Heckler, 2007. p. 268]

A maioria das escolas possui laboratórios virtuais, que são resultados de políticas públicas, mas não devemos esquecer que nem todos os educadores estão preparados para usufruírem destes laboratórios, e assim desconhecem muitas oportunidades de usar dessas tecnologias para apresentar diferentes aulas para que o estudante sinta-se atraído e com um maior interesse em aprender física. Esses recursos oferecidos pelas tecnologias digitais possuem um grande potencial para ser utilizado como ferramenta metodológica. Heckler, em sua pesquisa sobre o uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de Ótica¹, afirma que no uso das tecnologias digitais pode-se:

“Apresentar os assuntos estudados de uma forma mais atraente e ilustrativa do que os simples exercícios propostos ou as meras descrições de ajuda na compreensão dos mesmos por parte dos alunos. - Ilustrar fenômenos que se processam muito devagar, por exemplo, as fases da Lua, os eclipses, de fenômenos, efetuadas na maioria das aulas tradicionais. - Mostrar uma grande quantidade de fenômenos num intervalo de tempo menor e proporcionar uma realimentação (*feedback*) imediata ao aluno. - Mostrar fenômenos que se processam muito rápido, de uma maneira mais lenta, através da simulação, o que maneira mais rápida, através da simulação. - Permitir ao aluno a repetição de determinado fenômeno quantas vezes forem necessárias para a compreensão do mesmo. - Motivar estudantes que eventualmente estavam, de alguma forma, aborrecidos ou entediados com as aulas tradicionais”. [Heckler, 2004, p. 85].

As tecnologias digitais sem dúvida podem auxiliar o educador em seus processos de ensinar e aprender, mas sempre tomando o cuidado no preparo dessas aulas, a fim de

apresentar os conteúdos de forma investigativa, explorativa e voltados ao cotidiano desses estudantes, na forma de contextualização dos fenômenos socioculturais.

O educador, neste processo, constitui-se o mediador, justamente com o objetivo de mediar, de realizar a mediação pedagógica. Para Vaniel, a mediação pedagógica implica em um conversar constante e recursivo, na busca de reconstrução de significados através do diálogo, da negociação significativa. Portanto, esse “é um processo evolutivo em espiral, no qual o conhecimento e os significados são reconstruídos a partir das interações e relações estabelecidas a cada momento.” [Vaniel, 2008, p. 35]

Capítulo 3

Processo Metodológico

3.1 Caracterização da Escola e da turma em que foi realizada a pesquisa

A escola em que foi realizada a pesquisa não possui laboratório de Ciências e, além do Ensino Médio, ela oferece, por ser técnica, os cursos de Secretariado, Contabilidade e Comércio Exterior, possuindo apenas escritórios-modelo e laboratório de informática, o qual possibilitou o desenvolvimento de algumas atividades como a aplicação dos simuladores. Apesar de ser um experimento virtual, está bem próximo da realidade dos estudantes, que se vêem inseridos em uma era tecnológica e possuem saberes operacionais que deixam a maioria dos educadores em segundo plano frente a estas tecnologias, e isso, de certa forma contribui para o diálogo, que permeia uma troca, onde ambos os lados serão aprendizes. A maioria dos educadores em nosso país trabalha entre quarenta e sessenta horas semanais, devido ao baixo salário, impossibilitando dessa forma uma possível qualificação no uso das ferramentas tecnológicas e, assim, esse fato acaba por contribuir para uma discussão quando se quer usar a tecnologia como mediação pedagógica.

A turma é composta por 30 estudantes, adolescentes e menores de idade, entre 15 e 17 anos, sendo 17 meninos e 13 meninas, moradores de bairros afastados do centro da cidade, filhos de trabalhadores das mais variadas profissões, como comerciários, pescadores, feirantes, dentre outros. A turma foi bem assídua e participativa, somente no primeiro dia que faltaram três alunos, mas pediram para realizar a atividade em casa, que era de investigação das ideias em relação a certos fenômenos do cotidiano deles. Eles expressam desejos de frequentar a universidade na busca de qualificação para diferentes profissões, dentre elas Direito, *Design*, Enfermagem, Medicina, dentre outras. Todos aceitaram participar da pesquisa mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido [Apêndice 2] por seus responsáveis.

3.2 Planejamento e implementação da sequência didática

Iniciamos o planejamento aberto do conjunto de aulas, para levar em consideração os conhecimentos e necessidades dos estudantes. Neste período, fizemos uma pesquisa de instrumentos didáticos, leituras de referenciais teóricos que ajudassem na escolha de

tais atividades experimentais, dos simuladores e dos vídeos. Este planejamento foi realizado nos meses de março a junho de 2014 e a aplicação ocorreu nos meses de agosto, setembro e outubro, totalizando 20 horas-aula.

O detalhamento de cada atividade foi feito a partir da aplicação da intervenção anterior, que teve início com a aplicação de um questionário com o objetivo de identificar as ideias dos estudantes em relação aos conteúdos envolvidos nos fenômenos térmicos. Os questionamentos dos estudantes em relação às questões propostas serviram como apoio no detalhamento da proposta. Por exemplo, a ideia da construção da Linha do Tempo para explicar o histórico do Calor, surgiu durante a aula em que eles faziam a experiência da sensação térmica, para que os estudantes percebessem a importância da observação e que esses conceitos foram aperfeiçoados ao longo do tempo, ou seja, em um entendimento da Ciência como uma construção humana.

O quadro de Planejamento da Sequência Didática [Apêndice A1], apresenta a ordem da aplicação das aulas da sequência didática, a quantidade de atividade, a data da realização, o título, os objetivos, os conceitos físicos envolvidos e os recursos/ estratégias pedagógicas usadas para a realização da intervenção.

3.3 Instrumentos De Coleta

A fim de realizar a coleta de dados para identificar o conhecimento dos estudantes em relação aos conceitos relacionados aos fenômenos térmicos, bem como para refletir sobre o processo, elaborei três instrumentos, sendo um questionário, um texto e um experimento. O questionário [Apêndice 1B, p.56] contou com 11 questões, sendo que sete dissertativas e quatro objetivas. O texto foi criado pelos estudantes a partir de palavras-chave sobre Calor, Temperatura e Fenômenos Térmicos e a atividade final foi o experimento dos potes: Quente ou Frio?- A relatividade da Sensação Térmica [Apêndice 1D, p. 63-65]. Estes instrumentos foram aplicados para 30 alunos da 2ª série do Ensino Médio Politécnico. A fim de manter o anonimato dos estudantes, eles receberam pseudônimos com as letras do alfabeto de A até Z, totalizando 23 estudantes para essa classificação; os restantes receberam os pseudônimos de A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7, compondo assim os 30 estudantes.

Também foram utilizados para a análise e reflexão sobre a experiência vivida, os dados coletados em todos os registros feitos pelos estudantes durante todas as atividades que compõem o produto, desde registros escritos, como também, imagens e vídeos, além dos produzidos pela pesquisadora em seu diário de bordo.

3.4 Reflexões e análise dos dados

A reflexão sobre a aplicação do produto e a análise dos dados coletados durante essa aplicação foram realizadas levando em consideração alguns princípios da metodologia de Análise Textual Discursiva, Moraes e Galiazzi [Moraes 2007], a qual é constituída de três momentos: unitarização, categorização e metatexto. E, através deles, emergem reformulações da maneira de pensar e compreender o fenômeno que está sendo investigado, que estamos refletindo.

O processo de reflexão com os princípios da ATD foi realizado da seguinte forma: de posse das respostas dos questionários, li-as atentamente, após, digitei e procurei identificar e agrupar as ideias que tinham aproximação, que eram parecidas e/ou iguais. Também elenquei os títulos para cada grupo de ideias parecidas, em que eu poderia estabelecer algum tipo de relação, depois comecei um processo de categorização, visando identificar o entendimento dos estudantes sobre Calor, Temperatura e Equilíbrio Térmico. O mesmo procedimento foi utilizado para a produção escrita de todas as atividades realizadas pelos estudantes. Além disso, também utilizei minhas anotações diárias após as atividades. Para compor o texto relatório reflexivo, procurei articular o pensamento dos estudantes a partir das novas estratégias utilizadas, somadas às ideias dos teóricos, a fim de reconstruir os entendimentos sobre o fenômeno estudado. Ao aplicarmos os princípios desta metodologia, tivemos como resultado o capítulo 4, com o título “Apresentação do produto”.

Capítulo 4

Apresentação do Produto

O produto da minha dissertação é uma sequência didática que contempla um plano de aula e um roteiro de atividades para cada intervenção, os quais estão disponibilizados nos apêndices 1B a 1J desta dissertação. As três primeiras atividades foram realizadas com o propósito de identificar as concepções prévias dos estudantes a respeito dos conteúdos Calor, Temperatura e Equilíbrio Térmico, da seguinte forma:

A atividade 1[Apêndice 1B] consta de um questionário com onze questões, sendo sete dissertativas e quatro objetivas. A atividade foi realizada de forma individual, tentando conhecer o entendimento dos alunos em relação aos conteúdos;

Na atividade 2[Apêndice 1C] foram disponibilizadas, através de um pequeno texto, situações do cotidiano e algumas palavras-chave. Com os elementos disponíveis no texto e com as referidas palavras, os estudantes foram solicitados a explicar as situações que se apresentavam no enunciado;

Na atividade 3[Apêndice 1D] foi realizado um experimento para identificar a compreensão dos estudantes quanto à sensação térmica (tato), à transferência de energia e ao equilíbrio térmico.

Uma linha do tempo foi construída pelos estudantes na atividade 4 [Apêndice 1E], para apresentar o histórico do conceito de Calor. Foram escolhidos treze cientistas que contribuíram com esse conceito, como: Aristóteles, Platão, Benjamim Thompson, Antoine Lavoiser, Johannes Kepler, Pierre Gassendi, Galileu Galilei, James Prescott Joule, Hermann Von Helmholtz, Robert Boyle, Isaac Newton, Roger e Francis Bacon. Os estudantes apresentavam os pensamentos dos cientistas em ordem cronológica e ao final criaram um texto com as contribuições dos referidos cientistas tentando relacionar fatos históricos, tecnologias existentes na época, economia, o contexto das épocas em que viveram e as ideias e conceitos relacionados ao tema defendidos por cada cientista. Esta atividade foi realizada de forma interdisciplinar com a disciplina de Filosofia.

Na atividade 5 [Apêndice 1F] foi assistido um vídeo com o título “Calor y Temperatura”¹, na língua espanhola. O referido vídeo expõe as causas e os efeitos do calor, suas formas de propagação e as questões socioambientais a que esse assunto

¹Tesla, Wegener. Calor y temperatura. 2012. Vídeo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=m_Uvjs4mLmA. Acesso em: 01/08/2014.

engloba. Depois de assistirem o vídeo, os estudantes foram convidados a pensar e debater criticamente sobre o tema, e, a seguir, escrever como esses conhecimentos podem ser utilizados para contribuir na sustentabilidade do planeta através de implementação de atitudes cotidianas.

Na atividade 6 [Apêndice 1G] foi proposta aos estudantes a construção de um mapa conceitual envolvendo os conceitos físicos abordados nas atividades anteriores, até a presente data. Para realização da atividade, antes eles fizeram a leitura de um texto explicativo de como construir um mapa conceitual, bem como um *feedback* do conteúdo até aquela data.

Na atividade 7 [Apêndice 1H] foi proposta a utilização do simulador “Construindo uma molécula”[UCB 2014] como um recurso pedagógico². Com o uso deste simulador, os estudantes puderam manusear e construir várias moléculas juntando diferentes átomos a fim de compreender a diferença entre molécula e átomo, bem como construir esses dois conceitos.

Para a atividade 8 [Apêndice 1I] também foi usado um simulador como recurso didático, o qual possui o título “Estados da Matéria”³. Com essa atividade tivemos como objetivo que os estudantes compreendessem o comportamento molecular nos diferentes estados físicos da matéria [sólido, líquido, gasoso] que haviam manipulado com o simulador anterior, bem como de que maneira era afetado esse comportamento quando variasse a temperatura do corpo e o estado físico da matéria.

Na atividade 9 [Apêndice 1J] os estudantes assistiram o vídeo “Efeito Estufa”⁴, que trata da importância do Efeito Estufa para o planeta e também de perceber as relações deste fenômeno com os impactos ambientais, como o aquecimento global. Na seção a seguir iremos fazer um relatório reflexivo sobre a implementação desta sequência didática.

4.1 O que nos acontece durante a implementação da proposta

Ao olhar para a produção dos estudantes após a implementação da sequência didática, percebo que é possível potencializar os processos de ensino e de aprendizagem, a partir do momento em que o educador faça suas escolhas teóricas, epistemológicas e

² Simulador disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-a-molecule. Acesso em 08/10/2014.

³ Simulador disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/states-of-matter. Acesso em 08/10/2014

⁴ Vídeo disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=nr0e4pOgAHQ>. Acesso em 08/10/2014

pedagógicas. A partir destas escolhas, surge a necessidade de escolher também os recursos didáticos disponíveis para desenvolver os conteúdos a partir do vivenciado pelos estudantes.

Em meu produto procurei usar recursos, entre eles algumas tecnologias digitais, como os simuladores, pois acreditava que estes modelos poderiam auxiliar a compreensão dos estudantes em relação ao comportamento molecular de algumas substâncias, os estados da matéria e também a diferenciar um átomo de uma molécula. Entre outros recursos, os vídeos também tiveram um papel importante, pois na apresentação destes procurei voltá-los aos impactos socioambientais sofridos pelo planeta, podendo, desta forma, afastar-me de um ensino de Física mais tradicional, que ao longo do tempo vem desmotivando os estudantes, pois esse ensino quase sempre procura primar pela memorização e pelas soluções algébricas de exercícios. Este fato pode estar ligado à ideia de que tanto os estudantes como a sociedade entendem que apenas se deve aprender na escola o que possa ser cobrado futuramente em concursos, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o Vestibular.

Inserida neste contexto e, por falta de tempo e também por outros motivos, não reagia, nem procurava outras formas e estratégias pedagógicas que pudessem contribuir para a aprendizagem dos estudantes. Por exemplo, percebia que os mesmos apresentavam o entendimento dos conceitos de calor e temperatura como sinônimos, mas não mudava minha forma de ação.

Foi através das aulas do mestrado, com o planejamento, a aplicação e a escrita reflexiva sobre o produto educacional, que comecei a perceber e entrar em conflito sobre estas questões. A seguir, emergiu uma nova visão de escola, de ensinar e de aprender. Esta nova visão surgiu também a partir dos relatos e compartilhamentos de experiências cotidianas em sala de aula vividas por mim e pelos colegas professores de outras escolas e da Universidade que também buscam articular os saberes dos estudantes ao conhecimento científico. Outro fator que comecei a perceber foi a importância da contextualização dos fenômenos cotidianos, de forma a efetivar a aprendizagem e despertar o interesse dos estudantes pelos temas apresentados pela disciplina.

Na preparação da sequência didática procurei manter o cuidado de não apresentar aulas iguais as àquelas a que os estudantes estavam habituados, e desta maneira o produto educacional só adquiriu forma a partir das respostas deles em relação às três primeiras intervenções, que foram instrumentos de investigação de suas concepções e percepções para situações que faziam parte de suas vidas.

A cada intervenção, as ideias surgiam para dar base às minhas estratégias pedagógicas, e muitas surgiram após o questionamento dos estudantes, pois estavam trabalhando os conteúdos de forma diferenciada do tradicional, incluindo vídeos, simulações, atividades experimentais, construção de mapas conceituais, e atividades envolvendo a história da Ciência.

No dia em que foi entregue o termo de consentimento para levarem para casa, conversei com os estudantes explicando como seria a pesquisa, mas não disse quais recursos usaria, somente que seriam aulas diferentes do que estavam habituados. Os estudantes, durante a aplicação, mostraram-se entusiasmados com a nova proposta de aula, pois sempre foram participativos e assíduos, e sempre questionavam querendo saber como seria a próxima intervenção.

Durante a realização da atividade experimental “Quente ou frio? – A relatividade da sensação térmica”, notei que eles ficaram inquietos e instigados com aquela situação de percepção relativística causada pela sensação térmica, mas mesmo assim alguns estudantes conseguiram avançar no entendimento do conceito de calor como energia em trânsito.

Durante as dez semanas em que apliquei o produto educacional, os estudantes apresentaram um comportamento que, por vezes, me causou surpresa, como por exemplo, a aula em que construíram uma linha do tempo para apresentar o histórico do calor, pois nesta aula pude ouvir comentários entre eles dizendo que a aula estava interessante, prazerosa e legal, e fizeram os mesmos comentários ao se referirem às aulas que utilizaram simuladores.

Ao analisar as atividades feitas pelos estudantes, percebi, através das respostas e dos comentários feitos por eles que, as estratégias pedagógicas escolhidas e aplicadas por mim auxiliaram no entendimento dos conteúdos relacionados aos fenômenos térmicos envolvidos em situações cotidianas e também promoveram uma sensibilização quanto à necessidade de promover ações que minimizem os impactos ambientais, que são notícias diárias e, a partir delas, pensar em possíveis soluções para esses conflitos socioambientais.

4.2 Primeiras intervenções: ideias iniciais dos estudantes

Neste item olho a produção realizada pelos estudantes a partir das três primeiras atividades e identificar o que eles me dizem através dessas produções, e dizer, também, as minhas compreensões destas produções, as quais estão dispostas da seguinte forma:

Calor como sinônimo de temperatura; Calor como agitação molecular; Calor como sensação térmica e Avanços nos entendimentos sobre conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico.

Em relação à primeira atividade [Apêndice 1B], uma das questões analisadas era: Em sua opinião o que é calor? Buscou-se compreender o entendimento dos estudantes em relação ao conceito de calor. Nesta questão, após análise, emergiram sete categorias diferentes sobre calor, as quais estão relacionadas no quadro a seguir. Das sete emergentes, optei por analisar as três mais frequentes: calor como sinônimo de temperatura, calor como agitação molecular e calor como sensação térmica.

O quadro 1 apresenta as ideias dos estudantes em relação a primeira questão do questionário[Apêndice 1B] – Em sua opinião o que é calor?

Categorias iniciais sobre calor	Percentual
Calor como sinônimo de temperatura	48%
Calor como agitação molecular	14,8%
Calor como sensação térmica	14,8%
Calor associado a raios solares	7,4 %
Calor como manifestação de energia	7,4 %
Calor como equilíbrio de temperatura	3,7 %
Calor como atração dos corpos	3,7 %

Quadro 1: Categorias iniciais sobre calor

4.2.1 Calor como sinônimo de temperatura

Ao olhar a produção dos estudantes, percebi que 48% deles relacionavam calor com temperaturas mais elevadas e até como sinônimo desta, os fragmentos abaixo exemplificam esse entendimento.

“Calor é a temperatura”. [Estudante G]; “Calor é o nome dados as altas temperaturas”. [Estudante H]; “Calor acontece quando o corpo começa a receber mais temperatura e o corpo aquecer”. [Estudante I]; “É a elevação de temperatura de um corpo.” [Estudante P]; “Calor é quando a temperatura sobe e fica quente”. [Estudante E].

Estas afirmações podem estar relacionadas ao senso comum, ao que o estudante traz consigo e que serve para ancorar seu conhecimento, digo dar suporte para a (re)significação do seu conhecimento e está fortemente presente na sua estrutura cognitiva. Assim, para Moreira, Ausubel diz que:

“O fator mais importante de que depende a aprendizagem de um aluno é aquilo que ele já sabe, ou seja aquilo que está incorporado na sua estrutura cognitiva. Para Ausubel, a aprendizagem significativa, como incorporação substantiva, não meramente memorística de um novo conhecimento numa estrutura cognitiva prévia, está em oposição à aprendizagem em sala de aula pode localizar-se ao longo de duas dimensões independentes, que são dois contínuos, o contínuo aprendizagem mecânica - aprendizagem significativa e o contínuo aprendizagem por recepção - aprendizagem por descoberta”. [Moreira,2000, p. 04]

A fim de avançar na (re)construção dos conhecimentos relativos aos conceitos de calor e temperatura, para que eles superem a ideia de que calor e temperatura são sinônimos e, construam significado sobre os referidos conceitos é que acreditamos que necessitamos utilizar essas ideias prévias deles identificadas acima e, a partir delas, construir nossas próximas estratégias pedagógicas para efetivar nossa mediação, apostando nos questionamentos, no diálogo e na interação entre colegas e educadores.

4.2.2 Calor como agitação molecular

Continuando a olhar para a produção dos estudantes, outro aspecto que emergiu foi a ideia de calor como agitação molecular, isso ocorre na percepção de 14% dos estudantes quando afirmam que:

“Calor é um trânsito de moléculas que se agitam aquecendo o ambiente a sua volta, e a temperatura sobe.” (Estudante B); “É a agitação das moléculas que aumenta a temperatura.” (Estudante C); É quando as moléculas se agitam produzindo calor. (Estudante X); É quando as moléculas do corpo começam a acelera e dilatar. (Estudante A1);

Os estudantes acima citados apresentam uma confusão dos conceitos calor e temperatura, como explico a seguir: O estudante B diz que a temperatura está diretamente relacionada com o movimento das moléculas, ou seja, com sua energia cinética, mas para ele o calor é o trânsito de moléculas no sentido de caminho feito por elas e não de energia transferida. O estudante C conceitua calor como sendo a agitação, mas, como os estudantes X e A1, ele não entende que é o calor que produz a agitação, e não o oposto, e que esta faz o corpo dilatar.

Na produção elaborada a partir da segunda atividade eles continuavam a apresentar o calor como sinônimo de temperatura, conforme registro no relato do estudante D.

“Ao colocarmos um copo com temperatura ambiente no congelador, o copo ao passar do tempo começa a ter a mesma temperatura do congelador, isso acontece porque o copo com água absorve a temperatura do ambiente que está e isso acontece por ter um equilíbrio entre o corpo e o congelador”. [Estudante D]

Ao analisar o fragmento acima, verifica-se que o estudante D não percebe o calor como energia em trânsito e sim a temperatura, sendo ela absorvida pelo corpo até chegar ao equilíbrio térmico.

No fragmento abaixo, a estudante G afirma que é fácil explicar algumas coisas através do senso comum, mas ao tentar explicar um dos questionamentos entregues a ela, sua explicação se aproxima de um modelo do contexto cotidiano e não de um modelo científico, pois ela afirma que a água fica mais quente devido ao calor, mas não sabe explicar como isso ocorre e como houve a variação de temperatura.

“No dia a dia, ocorrem muitas coisas que, no senso comum, são até fáceis de explicar. Porém, no científico, vemos que são coisas bem mais complexas. Uma das coisas, aparentemente banais, que ocorrem diariamente e, que pode ser explicado através da Física, são as trocas de temperatura. [...] Se pegarmos um copo d’água da geladeira e colocarmos na mesa, por exemplo, ele irá ficar mais quente. Isso deve-se ao calor. Irá ocorrer uma troca de temperatura”. [Estudante G]

Neste momento, a aluna G ainda não entende que a temperatura é a grandeza física utilizada para medir o grau de agitação das moléculas de um corpo e que ela está diretamente relacionada com a energia cinética (movimento das moléculas), e que o calor é resultado da transferência de energia de um corpo para outro quando eles apresentam diferentes temperaturas, ocorrendo do corpo de maior para menor temperatura, então se percebe nos fragmentos de falas que eles pensam que há a transferência de temperatura, e não de energia.

4.2.3 *Calor como sensação térmica*

Na sequência da análise o que os estudantes dizem, observo que mais 14.8% dos estudantes entendem o calor como uma sensação térmica. No início da fala do estudante L, logo a seguir, quando ele diz: “Calor é um tema associado à transferência de energia térmica...” observamos uma aproximação com o modelo científico atualmente aceito, o da teoria cinética dos gases, mas logo ele associa o calor a uma sensação muito quente. O que mostra certa confusão que precisa ser superada.

“Calor é um tema associado à transferência de energia térmica de um sistema a outro, acho que o calor é uma sensação térmica muito quente”. [Estudante L] “É quando um corpo se sente quente, pois está com calor”. [estudante N] “É o aquecimento do ambiente”. [Estudante O]

Da mesma forma faz o estudante N, quando diz que o corpo está quente porque está com calor e o estudante O relaciona calor ao aquecimento do ambiente. Em nenhum dos casos a temperatura aparece como responsável por essa sensação de quente, digo, se o corpo está quente é porque sua temperatura tem um valor alto.

A análise do resultado destas duas atividades discutidas acima foi o que me orientou para a escolha da atividade três, “Quente ou frio? A relatividade da sensação térmica”, pois entendo que ela pode instigar a problematização dos conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico, bem como promover a discussão sobre o fato de que o equilíbrio térmico é um fenômeno que acontece quando corpos de diferentes temperaturas são colocados em contato, desta forma os estudantes podem avançar nas suas compreensões referentes ao tema.

4.2.4 Avanços nos entendimentos sobre conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico

Neste item expresso aspectos emergentes da análise da atividade experimental “Quente ou frio? A relatividade da sensação térmica”, realizada com potes contendo água em diferentes temperaturas, a qual descrevo abaixo.

O experimento “Quente ou frio? A relatividade da Sensação Térmica” (Apêndice 1D) foi realizado com quatro potes, um contendo água quente, outro água gelada e a terceiro e quarto água com temperatura ambiente para que eles pudessem colocar ambas as mãos em contato com a água, foram utilizados dois potes. Os estudantes mergulharam as mãos, uma em cada pote: no de água quente e a outra mão no pote de água gelada, esperaram alguns minutos (no mínimo três) e posteriormente mergulharam ambas as mãos nos potes que continha a água natural (figuras 1 e 2).

A figura 1 registra a estudante realizando os dois momentos do experimento, ou seja, a estudante mergulha a mão direita no pote branco, que contém a água gelada, e a mão esquerda no pote azul, que contém a água quente, e permanece assim por uns três minutos, caracterizando o primeiro momento.



Figura 1: Estudante com a mão direita no pote com água gelada (branco) e a esquerda com água quente (azul).
Foto: Vera Rubira

No segundo momento, a figura 2 apresenta a mesma estudante mergulhando ambas as mãos nos potes contendo a água em temperatura ambiente, imediatamente após tê-las sido retiradas dos potes branco e azul, aguardando também os três minutos.

Na medida em que realizavam o experimento, alguns estudantes apresentaram



Figura 2: Estudante com as duas mãos nos potes de água em temperatura ambiente (marrom).
Foto: Vera Rubira

questionamentos quanto às sensações por eles sentidas, como por exemplo: “Como pode, professora, a mão que estava quente estou sentindo fria e, a mão que estava na água fria estou sentindo ela quente?”, despertando desta forma a curiosidade dos colegas e, assim, toda a turma realizou o experimento.

Após, eles receberam o roteiro do experimento presente no anexo I desta dissertação e, em duplas, deveriam responder as questões levando em consideração as

sensações percebidas. Durante a realização do experimento eu também questionava-os em relação às sensações sentidas por eles ao colocarem as mãos em contato com a água nas diferentes temperaturas.

Depois de realizada a atividade, as respostas foram categorizadas e elaborado o seguinte quadro:

Concepção do estudante	%
Troca de calor	39 %
Troca de temperatura	27 %
Doa calor para realizar equilíbrio térmico	15 %
Não explicaram nada	09 %

Quadro 2: Sensações de quente e de frio

4.2.5 Usando o Tato para avançar no conceito de calor

Com base nas respostas dos estudantes que foram categorizadas e registradas no quadro acima, podemos perceber que ao usarem o tato, eles conseguem avançar no conceito de calor, apresentando uma pequena, mas significativa diferença entre calor e temperatura, calor como energia em trânsito (ganhando e perdendo calor) e com suas palavras tentam conceituar equilíbrio térmico, como é apresentada pela resposta do estudante F:

“a sensação é de troca de calor, a mão que está na água fria, quando colocada na água natural fica mais quente porque ela doa calor, e a mão que estava na água quente quando colocada na água natural fica mais gelada porque ela perde calor, elas ficam sempre na mesma temperatura na água natural, isso é o equilíbrio térmico”. [Estudante F]

A estudante I também relaciona a troca de temperatura à troca de calor entre os corpos, como mostra o parágrafo abaixo:

“Para que possamos entender como a temperatura trocou, sabemos que aconteceu uma troca de calor até que fiquem com uma temperatura igual, e nessa troca de calor, sentimos a mão quente ficar fria e depois o inverso”. [Estudante I]

Para o estudante a seguir, a explicação da inversão da temperatura vem da sensação térmica. Logo após, ele explica o calor como uma energia em trânsito entre a mão e a água pelo contato, ou seja, ele usa um modelo explicativo que se aproxima do modelo científico.

“Quando coloquei a mão esquerda na água quente e a direita na água fria senti a sensação de frio na mão direita e a sensação de calor na mão esquerda, mas quando coloquei as duas mãos na água natural, as temperaturas inverteram, a mão esquerda que estava quente ficou gelada e a direita que estava gelada ficou quente. Eu acredito que isso acontece, porque quando a mão gelada entra em

contato com a água natural, a água natural envia calor para a mão gelada e com isso sentimos que a mão está quente, e o contrário acontece com a mão quente, quando colocamos a mão quente na água natural, a água natural retira calor da mão quente e com isso sentimos que a mão está gelada". [Estudante D]

Frente a esses resultados e sendo minha terceira atividade, nota-se que alguns estudantes já não mais associaram o calor à temperatura, eles usam a sensação térmica para explicar o calor como uma energia que pode ser colocada ou retirada dos corpos.

Assim, podemos atribuir esse avanço no entendimento dos conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico à atividade experimental, e às mediações realizadas pela educadora sob forma de questionamentos em relação às sensações por eles vivenciadas em cada uma das mãos, quando estavam uma em água gelada e a outra em água quente, e, depois, quando eram mergulhadas na água natural, caracterizando a atividade experimental, e o porquê dessas sensações. A maioria dos estudantes respondeu às questões referentes às sensações de maneira correta, mas em relação ao porquê dessa relatividade nas sensações, digo, porque a mão que estava na água quente passou a ter sensação de frio e a mão que estava na água fria passou a ter sensação de quente, não foram respondidas integralmente. Apenas 39 % dos estudantes associaram essas sensações às trocas de calor; outros 27 % dos estudantes continuavam apresentando o calor e a temperatura como sinônimos; 15 % entenderam que as mãos quentes doaram calor para as mãos frias e depois de um tempo estariam com a mesma temperatura, o que caracteriza o equilíbrio térmico; e apenas 9 % não apresentaram uma explicação razoável para o experimento. Entendemos que quando o estudante realiza a atividade, ele torna a participação em aula mais efetiva e, ao ser questionado, ele cria hipóteses tentando resolver os questionamentos feitos pelo educador, aprimorando suas habilidades cognitivas.

4.3 Calor: compreensão ao longo do tempo e sua contribuição aos processos de ensinar e aprender

Nesta subseção iremos realizar reflexões sobre a atividade 4, Histórico do Calórico, (Apêndice 1E), a qual teve como objetivo compreender o histórico do calor, entender a linha de pensamento dos cientistas envolvidos no estudo do referido conceito e perceber o seu desenvolvimento como uma construção humana, além de exercitar nos estudantes as habilidades de fala, reflexão, argumentação e a criticidade.

Esta ideia de entender o conceito de calor como uma construção humana parte da ideia de Ciência trazida por Chassot [Chassot, 2013], na qual a Ciência é uma construção

humana que vai se transformando no tempo e no espaço, permeada por questões conflitantes. Em relação ao calor, não foi diferente. Até meados do século XIX acreditava-se que o calor era proveniente do fogo. Para Aristóteles, ele era produzido a partir do movimento do éter que era excitado pelo sol e pelas estrelas. Já Bacon, Kepler, Boyle e outros acreditavam que ele era resultado de um movimento. Galileu admitiu-o como sendo um fluido, enquanto Gassendi se referia a duas espécies de matéria térmica: uma responsável pela produção do calor e a outra pela do frio. Newton, por sua vez, pensava que o calor era proveniente das vibrações do éter. Lavoisier acreditava que o calor gerado nas reações químicas constituía-se num fluido imponderável, à semelhança da eletricidade e da luz, atribuindo-lhe o título de Calórico.

No princípio dessa teoria, a expansão térmica dos corpos era definida devido à simples adição desse fluido (calórico) e a contração pela retirada (subtração) do mesmo. Somente no final do século XVIII (1798) o engenheiro americano Rumford, influenciado pelas observações obtidas das experiências realizadas na perfuração de canos de canhões, observando enorme aquecimento tanto do material da broca quanto da água que envolvia o cilindro do canhão sempre que eram perfurados, contrapondo-se a ideia do calórico, introduziu a ideia cinética do calor, a qual é aceita até hoje, ou seja, hoje aceitamos a ideia de que o calor é uma forma de energia em trânsito, é a energia transferida de um corpo com maior temperatura para um corpo de menor temperatura.

Desta forma, podemos exemplificar que a Ciência não tem uma verdade única, mas que o entendimento dos diferentes fenômenos vai sendo construído historicamente, em consequência da natureza humana, como nos afirma Chassot: “[...] como consequência desta natureza humana, a Ciência não tem a verdade, mas aceita algumas verdades transitórias, provisórias em cenário parcial onde os humanos não são o centro da natureza, mas elementos da mesma”. [Chassot, 2013, p. 76].

Neste sentido, é necessário compreender como foi construído historicamente o conceito de calor e, a partir dessa compreensão pensar como traçar as estratégias e a mediação pedagógica, partindo do princípio de que os estudantes também trazem conhecimentos que são construídos através de suas experiências e vivências cotidianas ao longo da vida, e esses conhecimentos, muitas vezes, dificultam a aprendizagem dos conhecimentos considerados, hoje, mais adequados do ponto de vista da Ciência.

Os conceitos que envolvem os fenômenos térmicos são considerados de relevância social, pois através da compreensão deles é possível entender situações cotidianas como, por exemplo, as mudanças climáticas, o efeito estufa, efeitos dos raios solares e ainda

proporciona aos educadores trabalhar de forma interdisciplinar envolvendo as grandes áreas do conhecimento.

Outra questão importe desta aula foi o desejo de que os estudantes pudessem relacionar as suas próprias dificuldades e os seus processos de construção de conhecimentos, estabelecendo relações, inclusive, com a aula anterior, que tratava sobre a sensação térmica com o processo de construção de conhecimento referente ao histórico de calor vivido pelos referidos cientistas.

Para tanto, foram realizadas duas atividades, uma de leitura e discussão do texto Histórico⁵, e outra, de construção da linha do tempo do conceito de calor realizada a partir da dinâmica que consistiu em entregar, para cada dupla de estudantes, uma gravura com o nome, a foto, a época em que viveram alguns cientistas e as suas contribuições para a evolução desse conceito. A seguir, cada dupla deveria pesquisar em livros e na *Internet* maiores informações sobre os seus cientistas e, após, elaborar um texto, e por fim apresentar em forma de seminário, compondo a linha do tempo do conceito de calor.

Conforme a apresentação ia sendo realizada para a turma, os textos dos estudantes com essas ideias dos cientistas iam sendo coladas em um papel pardo de cinco metros de comprimento fixado no quadro. Os estudantes apresentaram seguindo uma ordem cronológica, construindo assim uma linha do tempo. A atividade foi realizada com a presença da professora pesquisadora e da professora de filosofia, buscando um trabalho interdisciplinar.



Figura 3: Linha do tempo (Histórico do calor)
Foto: Estudantes turma 203

A figura 3 apresenta o produto da aula, que foi organizada da seguinte forma: um dos estudantes da dupla registrava as ideias dos cientistas com o pincel atômico no papel pardo colado no quadro negro, logo após o outro estudante da dupla ter feito a

⁵Disponível em http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Beatriz/historico.htm.

apresentação oral dessas ideias e, ao final da exposição, fixaram a pesquisa impressa em papel ofício no papel pardo.

Neste encontro, percebemos que os estudantes participaram intensivamente defendendo as ideias dos cientistas os quais eles estavam representando, apontando o resultado de suas pesquisas.

O fragmento a seguir, da fala dos estudantes Z e A1 relacionado à atividade descrita acima, foi importante para que eles pudessem dar-se conta sobre os diferentes pontos de vista de cada cientista, que cada um tinha suas ideias. Cada um deles tinha suas ideias, tinham suas formas de pensar, alguns estudaram juntos e apoiaram um ao outro, cada um deles tem suas histórias de vida. [...] eles falavam muito sobre o calor, tudo precisa de calor. [Estudante Z e A1]

E também puderam perceber que o conhecimento é uma construção humana, e que para esta construção acontecer foi necessário se falar muito sobre calor. Foi discutido com eles também que a Ciência não se produz de forma linear, que este processo não é fruto de um consenso e nem uma verdade absoluta, mas esse dar-se conta só foi possível pelas discussões e confronto de ideias possibilitadas pela dinâmica da aula. A professora de Filosofia discutiu as questões sociais e culturais relacionadas ao avanço tecnológico a que esse conceito contribuiu nas diferentes épocas.

O estudo do contexto social em que a ciência se desenvolveu, para Martins:

“é importante para desmistificar alguns mitos acerca dos cientistas e de seu trabalho, entretanto afirma que não é válido limitar toda a História da Ciência à sociologia, já que uma análise puramente sociológica não consegue diferenciar entre inferências válidas e inválidas”. [Martins, 2000, p. 48]

Segundo Acevedo :

As pesquisas apontam que uma abordagem histórica no Ensino de Ciências permite aos estudantes adquirirem um conhecimento da Natureza da Ciência (NDC), o quê, conforme as concepções consideradas mais adequadas atualmente, permite a formação de um cidadão crítico, apto, inclusive, para a tomada de decisões tecno-científicas [Acevedo2005].

Durante essa atividade da confecção da linha do tempo, que faz parte do produto educacional disponível no apêndice 1E, os estudantes perceberam o quanto foi importante problematizar o fato de que esse conceito físico levou certo tempo para ser construído e que, por longa data, houve discussão entre vários cientistas até chegarem ao modelo atual, trazendo a ideia de uma Ciência como construção humana.

“Como vimos no experimento, calor é a energia em trânsito. O calor é transmitido de corpo a corpo, a partir do corpo mais quente para até que os dois corpos se igualem. Cada pensador tem sua postura segundo ao calor. Como por exemplo: Platão- substância obtida do fogo; Aristóteles-

fogo contido nas substâncias combustíveis; Boyle- quatro elementos da natureza; Isaac Newton- substância sem peso; Galileu Galilei- um fluido; Gassendi- duas espécies de matéria térmica, uma produzindo calor e a outra frio; Lavoiser- termo calórico; Benjamim Thompson- abandona a ideia de que o calor era um fluido, calor era energia; Thomas Young- apoiou Thompson”. [estudante A5 e L].

A partir da análise do início da fala dos estudantes A5 e L, podemos destacar que a dinâmica foi significativa como ferramenta metodológica, pois contribuiu para que os estudantes acima produzissem significado sobre o referido conceito. Eles fazem, também, a relação entre o experimento da aula anterior com a ideia de alguns cientistas sobre a evolução que o conceito de calor sofreu ao longo do tempo. Neste sentido, nos apoiamos em Greca e Freire [Greca, 2004] para mostrar que história social da ciência, contribui na compreensão da ciência e no seu processo de construção, bem como na construção de significado dos conceitos pertencentes ao campo das Ciências Naturais. Durante a realização da atividade que envolveu a discussão em torno da história da construção do conceito de calor, percebemos que tal estratégia tornou possível aos estudantes perceberem que essa construção foi feita de forma lenta, assim como a aprendizagem deles em relação aos fenômenos térmicos.

4.4 Uso de vídeo como uma das estratégias pedagógicas: dilatação dos corpos

Nesta quinta atividade, (Apêndice 1F), optei por usar um vídeo com o título Calor y Temperatura, por entender que alguns estudantes constroem de forma mais significativa seus conhecimentos a partir das percepções visuais, outros da auditiva; outros são mais sensíveis aos movimentos. Por esse motivo, é que se torna importante usar a integração de diferentes recursos visuais, textuais, sonoros e auditivos. Gardner [Gardner, 1995] afirma que nossas propostas pedagógicas devem privilegiar o desenvolvimento das diferentes inteligências: cinestésica, corporal, musical, lógico-matemática, espacial, interpessoal e a intrapessoal, pelo fato de que cada um produz seus conhecimentos a partir da mobilização de suas habilidades de forma diferente.

Outro fator importante a ser destacado, embora não tenha sido este o caso nesta atividade, é o de possibilitar ao estudante a participação ativa na produção dos seus vídeos, pois a grande maioria deles possuem acesso aos aparelhos celulares com câmera acoplada, inclusive, já houve casos em que os estudantes fizeram experimentos em casa e trouxeram o vídeo para mostrar tanto para a professora quanto para a turma.

“A partir das primeiras reproduções de imagens e som no final do século XIX, o processo de transformação dos meios audiovisuais foram se acentuando na

sociedade de forma rápida e constante. Desde os primeiros experimentos com a câmera escura, a fotografia e a reprodução das imagens passando pela diversidade dos usos de sincronia audiovisual, vivemos impregnados por uma cultura da imagem e do som. Ao mesmo tempo, vivemos um processo de evolução tecnológica e de avanço na qualidade de reprodução nos filmes e vídeos, das mais diferentes formas e possibilidades de usos de audiovisuais”. [Corrêa, 2007, p.37]

O vídeo pode auxiliar o educador nas aulas de física para trabalhar um conteúdo, como também serve de apoio para o educador/estudante apresentar um experimento onde não seja viável o transporte do material utilizado para a realização do experimento.

Para Moran [Moran, 2000, p.11]“todos estamos experimentando que a sociedade está mudando nas suas formas de organizar-se, de produzir bens, de comercializá-los, de divertir-se, de ensinar e aprender.” Em relação a mudança que essa tecnologia digital e as demais vem provocando na sociedade, percebemos que os estudantes estão à frente da maioria dos educadores. Esse fato não deve intimidar o professor, pelo contrário, é o momento para demonstrar aos seus estudantes que ele não é o detentor de todos os conhecimentos. Para utilizar um vídeo, preocupação do educador deve estar centrada em fazer a mediação pedagógica, em problematizar, questionar o que está sendo discutido, possibilitar que os estudantes pensem sobre o que estão assistindo, provocá-los a serem ativos em seu processo de aprendizagem, problematizando o conteúdo que é apresentado pelo vídeo.

O Vídeo proposto, Calor y Temperatura⁶, mostra como o ser humano constrói possibilidades de sobrevivência desde a pré-história a partir da produção de calor pela observação dos fenômenos naturais como os raios de um trovão. O vídeo também discute a diferenciação entre calor e temperatura, problematizava os processos de transmissão do calor, tais como a condução, a convecção e a radiação, bem como suas fontes naturais. Trata também como acontece o processo de receber ou perder calor, como ele pode afetar um corpo.

O vídeo apresentou, também, as causas e os efeitos do calor como transferência de energia nos diferentes materiais e as questões ambientais a que esse assunto engloba, dentre elas o efeito estufa, e como o homem pode fazer uso de fontes naturais como, por exemplo, o Sol.

⁶Tesla, Wegener. Calor y temperatura. 2012. Vídeo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=m_Uvjs4mLmA. Acesso em: 01/08/2014.

Em relação ao uso de vídeos em sala de aula, Heckler [Hackel 2014] em sua tese, dialoga com Laws [2013] e Laurillard [2004]. Laws [2013] defende a ideia de que vídeos curtos e imagens são materiais alternativos para as atividades de laboratório em cursos de Ciências.

“Esses artefatos utilizados na Educação em Ciências são meios comunicativos contemporâneos no narrar, registrar, interpretar, comunicar e produzir informações sobre fenômenos que podem ser discutidos em sala de aula” [Laurillard *apud* Heckler, 2014, p.163]

Neste sentido, penso que o vídeo é uma ferramenta metodológica com potencialidade de contribuir com a aprendizagem dos estudantes, pois reúne situações do cotidiano contextualizadas através do conteúdo proposto pela pesquisa, que no caso é o calor. Embora, o uso de vídeos em sala de aula requer alguns cuidados conforme afirma Moran:

“O vídeo está umbilicalmente ligado à televisão e a um contexto de lazer, e entretenimento, que passa imperceptivelmente para a sala de aula. Vídeo, na cabeça dos alunos, significa descanso e não "aula", o que modifica a postura, as expectativas em relação ao seu uso. Precisamos aproveitar essa expectativa positiva para atrair o aluno para os assuntos do nosso planejamento pedagógico. Mas ao mesmo tempo, saber que precisamos prestar atenção para estabelecer novas pontes entre o vídeo e as outras dinâmicas da aula”. [Moran, 1995, p.01]

Pudemos observar exatamente essa expectativa dos estudantes, da qual nos aponta Moran, desde o início, mostraram-se entusiasmados, motivados com a proposta e com o conteúdo, o que era percebido no decorrer da leitura do vídeo, entre as pausas solicitadas por eles para questionamentos e conversas. Tal envolvimento foi observado também nos seus registros escritos ao final da atividade, dos quais trazemos alguns fragmentos para reflexão logo a seguir. Percebemos que eles puderam construir sentido e significado sobre alguns conteúdos, dentre eles, a dilatação térmica, como mostra o fragmento abaixo, no qual os estudantes B, N, A1 e A7 explicam porque alguns corpos aumentam de tamanho ao receberem certa quantidade de calor:

“[...] quando o calor afeta estas moléculas, elas se mexem muito a ponto de se expandir e se dilatar. (Estudantes B e N)”. E: “Porque as moléculas se expandem quando em altas temperaturas”. [Estudantes A1 e A7]

Na primeira fala, os estudantes B e N atribuem o movimento das moléculas ao fato de serem afetadas pelo calor e que neste processo elas (as moléculas) é que se expandem, ou seja, dilatam, mas não fica claro como acontece esse fato das moléculas serem afetadas pelo calor. A segunda dupla de estudantes deixa implícito que a expansão do corpo acontece devido a altas temperaturas, sem explicar que é recebendo calor que o

corpo eleva sua temperatura, fazendo-o desta maneira que as moléculas se agitem e ocupem novas posições e assim caracterizando a expansão (dilatação).

Em relação às Formas de Propagação do Calor, logo abaixo, as estudantes B e N diferenciam da seguinte forma:

“Condução é quando o calor vai afetando as moléculas progressivamente como nos soldadinhos de cera, convecção é quando o calor sobe e desce a temperatura, como na geladeira que o freezer fica em cima para manter a temperatura de cima p/ baixo e de baixo p/ cima, e a radiação é o calor transmitido por ondas como no caso do sol”. [Estudante B e N]

Percebe-se que as estudantes B e N, mesmo de maneira simplificada conseguem diferenciar as formas de propagação do calor. Os estudantes F e A6 procuram diferenciar através de pequenas frases como:

“Radiação: não precisa de meio para se propagar. Condução: precisa de meio para se propagar”. [Estudante F e A6].

Apesar de os estudantes terem usadas frases sucintas, percebo que houve entendimento em relação a essas formas de propagação do calor, pois eles se referem às principais características desses processos.

Nossa intenção com essa atividade também era possibilitar aos estudantes o estabelecimento de relações entre esses conceitos que envolvem os fenômenos térmicos com a necessidade de termos posturas e hábitos cotidianos que contribuam para a sustentabilidade do planeta e minimização dos impactos ambientais. “Desse modo, espera-se que esse enfoque educacional possibilite a formação de atitudes, valores e normas de comportamento, para que possam exercer responsabilmente sua cidadania e tomar decisões democráticas na sociedade”. [Moraes, Araujo, 2012, p. 75]

Nesse sentido, pedimos que eles nos escrevessem de que forma esses conhecimentos físicos podem ser usados para esse fim. Os estudantes O e A5 dizem:

“Um exemplo é usar placas solares, elas tem função de diminuir a energia usada da luz e usar a energia do Sol. [Estudante O e A5:]”

Para esses estudantes usar a energia do sol através das placas solares pode contribuir para a economia da energia elétrica disponibilizada nas residências, o que desejamos com este tipo de atividade, é o que também Moraes e Araújo[2012] defendem que os estudantes sejam capazes de se apropriar destes conhecimentos, apoderarem-se desses instrumentos para realizar tomadas de decisões de forma consciente, responsabilizando-se pelas questões socioambientais. Acredito que os estudantes continuam avançando seus conhecimentos a cada intervenção, mostrando relações corretas que apresentam continuidade.

O buraco na camada de ozônio e a Energia Eólica foram outros aspectos socioambientais abordados. No fragmento abaixo, os estudantes B e N apontam o homem como o causador das catástrofes a que o nosso planeta sofre e sofrerá em um futuro bem próximo, desta forma eles apresentaram um fator importante que é a ação nociva do homem sobre a natureza. Mas ao discutir esse tema, também precisamos ter o cuidado de não trazer somente os aspectos negativos, mas também as potencialidades de cada situação.

“Na atualidade se fala muito na camada de ozônio, que tem um buraco que está se expandindo sobre a atmosfera, que causarão muitas mudanças, e todos já sabemos quem são os culpados pelas destruições e consequências do planeta. (Estudante B e N) O uso de energia solar e eólica”. [Estudantes F e A6]

Esses estudantes F e A6 citam a energia eólica e solar como formas de energias para serem usadas a fim de minimizar os impactos ambientais. Construir essa consciência contribui para tomada de decisão adequada diante de situações cotidianas.

Além do avanço do entendimento dos estudantes em relação a percepção que a Física está intimamente ligada com as questões socioambientais, pude perceber que os estudantes apresentaram uma nova dificuldade em relação aos conceitos que envolvem o calor. Um estudante, ao observar o desenho do movimento das moléculas de um líquido, ao assistir o filme, perguntou: - Molécula e átomo são a mesma coisa, professora? Voltei-me para eles repetindo a pergunta e ninguém respondeu. Repeti o questionamento, logo após ter pausado o vídeo, mas percebi que continuaram com essa dúvida, pois uns diziam que sim e, outros diziam que não. Pedi que eles ficassem pensando sobre o assunto e voltamos a assistir o vídeo. Fiquei pensando como poderia intervir para que eles compreendessem a diferença entre átomos e moléculas. Lembrei que conhecia um simulador “Construindo uma Molécula”⁷, sendo assim, escolhi-o para a atividade 7. Esta situação me levou, também, a escolha de outro simulador, que demonstra o comportamento molecular de algumas substâncias em seus diferentes estados da matéria disponível no mesmo site e foi utilizado na atividade 8.

4.5 Mapa conceitual

Neste item faço reflexões a respeito do que foi construído na atividade 6, [Apêndice 1G], que contemplou a elaboração de mapas conceituais sobre o tema calor como agente na atmosfera, ou seja, quais seus efeitos para a vida e suas formas de

⁷ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR. Acesso em 22/09/2014.

propagação, bem como para os impactos ambientais levando em consideração que a atmosfera é um agente que possibilita a propagação do calor.

Ao solicitar que os estudantes fizessem mapas conceituais para representar seus conhecimentos acerca do conteúdo calor foi elaborada uma proposta para identificar através de diagramas qual a profundidade desse conhecimento, ou seja, quais e quantas hierarquias conceituais esses estudantes apresentavam em relação ao tema.

Mapas conceituais, para Moreira, são:

“diagramas que indicam relação entre conceitos. [...] podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento ou parte dele. [...] sua existência deriva da estrutura conceitual de um conhecimento”. [Moreira, 2006, p.10]

Ao analisar os mapas confeccionados pelos estudantes percebo que o modelo criado por eles não é um modelo em que os conceitos mais gerais e inclusivos aparecem na parte superior do mapa, e sim na parte central fazendo relações para cima e para baixo, para a esquerda e para a direita. Conforme já foi citado anteriormente, cabe ressaltar que estudos de Moreira sobre a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel [1978,1980]: “aquilo que o aluno já sabe, isto é, seu conhecimento prévio, parece ser o fator que mais influencia a aprendizagem subsequente”. Assim,

Os mapas conceituais se constituem em uma visualização de conceitos e relações hierárquicas entre conceitos que pode ser muito útil, para o professor e para o aluno, como uma maneira de exteriorizar o que o aluno já sabe. Obviamente não se trata de uma representação precisa e completa do conhecimento prévio do aluno, mas sim, provavelmente de uma boa aproximação. [Moreira,2006, p. 19]

A seguir, as categorias emergentes da análise dos mapas dos estudantes, em que a maioria deles abordou as formas de propagação do calor e os seus efeitos sobre o ambiente terrestre. Ressaltaram o efeito estufa e as grandes mudanças climáticas como aquecimento global e enchentes.

Categorias	Percentual
Calor ligado a impactos ambientais e suas formas de propagação	51,8 %
Calor e suas formas de propagação, ligados a fenômenos naturais	26,1 %
Calor e suas formas de propagação	22,1 %

Quadro 3: Categorias dos mapas conceituais dos impactos ambientais

Os estudantes, em grande parte (51.8%), fizeram relações entre o calor e os impactos ambientais e relacionando suas formas de propagação. Já 26,1 % dos estudantes

relacionaram as formas de propagação do calor aos fenômenos naturais e 22,1% desses estudantes apenas construíram relações entre temperatura, calor e suas formas de propagação.

No mapa conceitual abaixo, representado pela figura 4, o estudante A6 apresenta uma relação de fatos e consequências ligadas ao efeito estufa fazendo uma referência à temperatura e não ao calor.

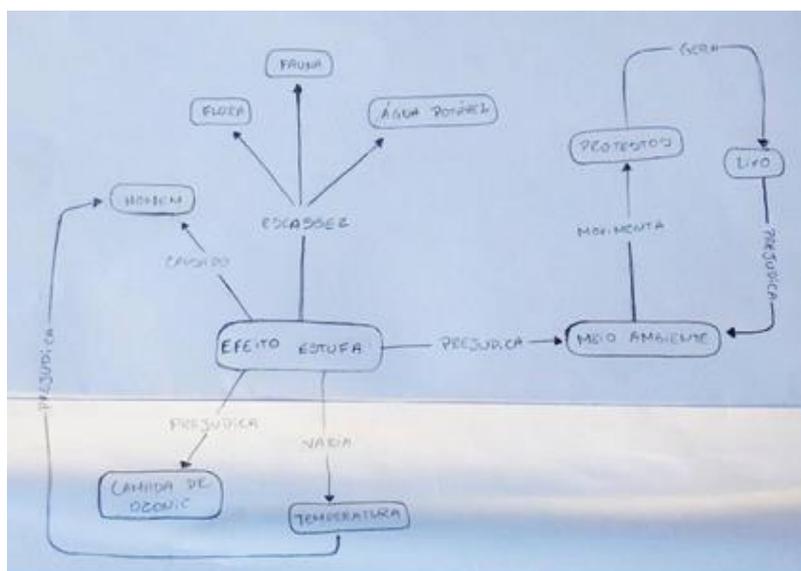


Figura 4: Mapa Conceitual 1
Elaborado pelo estudante A6

Para o estudante A6, o efeito estufa é o responsável por variar a temperatura, considera também que o efeito estufa é totalmente prejudicial, pois ele tece uma teia de acontecimentos em uma ordem em que o mesmo prejudica o ambiente trazendo consequências ruins para a fauna, a flora, a água, e ao homem. Fica caracterizado pelo estudante que o efeito estufa faz variar a temperatura do planeta, mas não se refere em nenhum momento ao calor e esse estudante não entende que se não fosse o efeito estufa não teríamos vida no planeta, fato este problematizado pela professora em seu papel mediador e explicitado no item 4.7, pois este aspecto apareceu de forma bem forte, logo, na atividade 9 [Apêndice 1J] este tema foi retomado, para que os estudantes percebessem a importância do efeito estufa como efeito natural para a manutenção da vida na Terra.

Para o estudante a seguir [Estudante L] as ideias estão representadas na figura 6, conforme mapa conceitual a seguir:

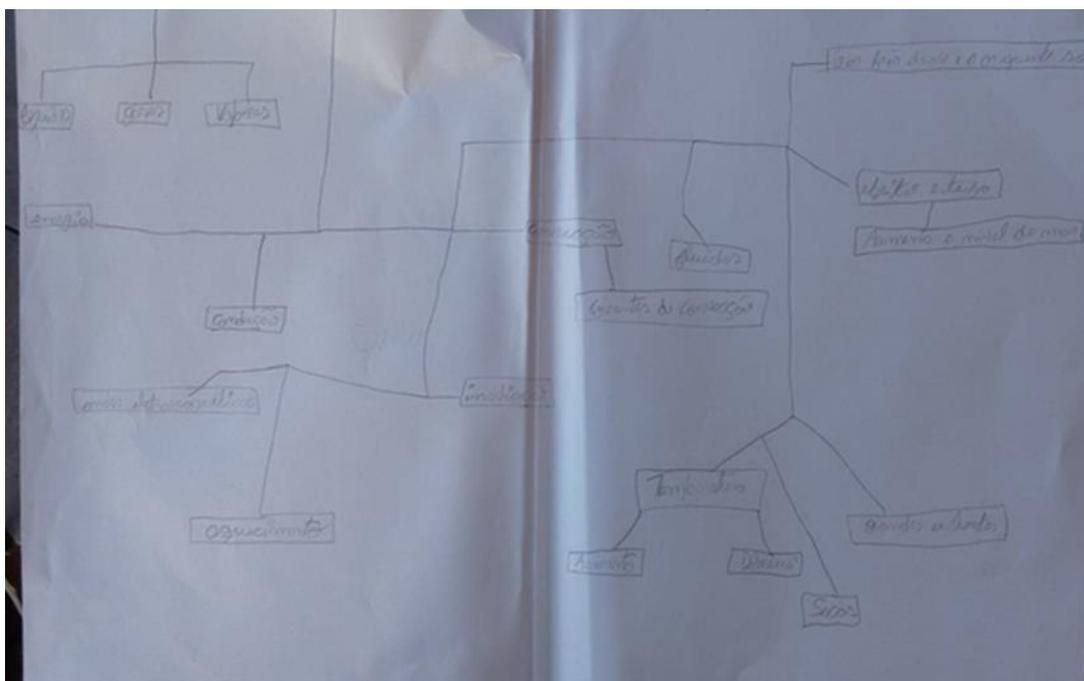


Figura 6: Mapa Conceitual 3
Elaborado pelo estudante L

O estudante L fez relações interessantes em seu mapa conceitual. Percebemos que ao lado superior esquerdo ele escreve a palavra calor que pode estar nos líquidos, gases e vapores, ramificou-o também à palavra energia e através dela às formas de propagação do calor e note que a palavra temperatura está ligada às palavras aumenta e diminui causando secas, enchentes e apresentando ligação com a palavra calor, e este, por sua vez, liga-se ao efeito estufa que, por consequência, faz aumentar o nível do mar.

Outro grupo de estudantes associou o calor as suas formas de propagação e fenômenos naturais como riscos de temporais, falta de água e câncer de pele devido à grande exposição solar sobre a pele e as equações do calor sensível e calor latente. ($Q = mc \Delta T$ e $Q = mL$). Estas equações foram retiradas do livro didático no qual eles levam para a aula.

4.6 Entendendo o comportamento das moléculas

A sétima atividade [Apêndice 1H] foi aplicada após a confecção dos mapas conceituais, mas sua escolha foi feita após os estudantes terem assistido o vídeo do Calor y temperatura, quando eles apresentaram dúvida em relação ao conceito de átomo e molécula.

Os estudantes foram levados para a biblioteca da escola para que pudessem acessar um computador, com acesso a internet e manusear um simulador chamado “Construindo uma molécula”⁸

A aula teve início com o questionamento de um estudante durante a execução do vídeo Calor y Temperatura [língua espanhola] que foi a quinta intervenção. Eles, mais uma vez mostraram-se interessados, uma vez que tinham que confeccionar suas moléculas com determinado número de átomos. O simulador apresentava os átomos dentro de bacias na parte inferior da tela e estes poderiam ser arrastados para a parte superior da tela compondo uma molécula. Os estudantes foram questionados logo que abriram o simulador em relação ao que estava dentro das bacias, ou seja, se eram átomos ou moléculas. A maioria dos estudantes respondeu após manusear o simulador e identificar que eram os átomos que estavam dentro das bacias e que quando eles se juntavam é que apareciam as moléculas. Cada aluno usou um *netbook*, mas as questões propostas foram feitas em grupo a fim de promover um diálogo sobre o tema proposto [figuras 7a e 7b].

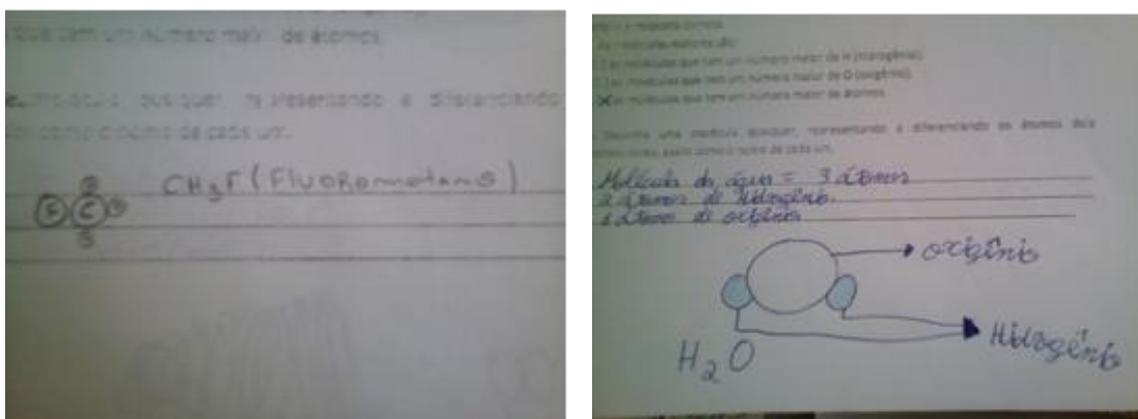


Figuras 7a e 7b: Estudantes da turma 203
Foto: Vera Rubira

Nesta atividade os estudantes mostraram-se muito satisfeitos com o uso do simulador, pois logo após seu manuseio eles realizaram a atividade, composta por seis exercícios dentre eles, tinham que desenhar uma molécula, todos acertaram as questões propostas, o que pode mostrar um possível entendimento do conteúdo apresentado pelo simulador.

⁸ Disponível em: www.phet.colorado.com.

As figuras a seguir mostram duas representações de moléculas construídas pelos estudantes.



Figuras 8a e 8b: Representação das moléculas feitas pelos estudantes

Ao manusear o simulador para a construção das moléculas os estudantes deixaram transparecer através de seus comentários e pelo desempenho na realização das atividades propostas que entenderam a diferença entre átomo e molécula, que antes tratavam como sinônimos, assim como faziam com o calor e a temperatura. Esta atividade foi uma das quais pude perceber que resultou em um grande significado para os estudantes vindo a fortalecer a possibilidade de usar OVAs como estratégia pedagógica.

4.7 Estados da matéria a partir do uso de um simulador

A educadora deu início a mais um encontro, a atividade 8 (Apêndice II), no qual os estudantes, através de um simulador Estado da Matéria, no mesmo site acima citado, puderam verificar como se apresentam as moléculas nos diferentes estados da matéria. Desta vez a atividade foi realizada em sala de aula, com seis grupos de quatro estudantes, onde foram disponibilizados os computadores, e os estudantes formaram grupos. Da mesma forma que as outras atividades, no decorrer da aula tinham que responder as questões solicitadas depois de manusear por um tempo o simulador.

A cada atividade proposta, eu procurava mediar com questionamentos para que eles pudessem perceber a diferença entre calor e temperatura. Nesta intervenção, o questionamento inicial foi: Como se apresentam as moléculas nos diferentes estados da matéria [sólido, líquido e gasoso]? Este questionamento surgiu posteriormente ao uso do simulador, que permitiu com que os estudantes pudessem confeccionar algumas

moléculas a partir dos átomos que estavam disponíveis em bacias para seu manuseio durante a intervenção anterior.

Esta intervenção também foi realizada com o uso de objetos de aprendizagem, visto que os estudantes sentem-se a vontade com o uso desta ferramenta. Este simulador permite que o aluno escolha a substância, o estado físico e a temperatura cujocomportamento molecular ele quer visualizar e permite também que este compreenda quais as implicações que ocorrem quando variar uma dessas grandezas.

Após algum tempo de manuseio do simulador, os estudantes realizaram a atividade seguindo um roteiro onde registravam os valores por eles escolhidos da temperatura inicial e final, fazendo o relato do comportamento molecular de cada substância frente a esses valores de temperatura escolhidos e, ao final, escreveram uma conclusão em relação à atividade. As substâncias escolhidas presentes no simulador foram: Neônio, Argônio, Oxigênio e Água.

No caso da água, os estudantes faziam uma contextualização da realidade, mostravam ao colega como se apresentava as moléculas quando a água virava gelo (sólido) e, logo após, elevavam sua temperatura que no simulador estava em Kelvin, o que já havia sido recapitulado no início da aula, visto que este conteúdo foi abordado no início do ano letivo, sabendo, assim, que deveriam subtrair 273 da temperatura Kelvin para ter uma ideia deste valor em Celsius.

Para o gás Neônio, os estudantes registraram:

“Temperatura inicial no estado sólido – 13k, Temperatura final- 84k. Na temperatura inicial as moléculas estão mais próximas e na temperatura final estão agitadas. No estado líquido: Temperatura inicial – 26k, Temperatura final- 2k. Na temperatura inicial as moléculas estavam um pouco agitadas e um pouco separadas no final estavam mais juntas e menos separadas. No estado gasoso: Temperatura inicial- 55k, Temperatura final – 149 k. Na temperatura inicial elas estavam separadas e em movimento e na final permaneciam ainda mais separadas e em movimento”. [Estudantes A7, P, X e M]

Para esses estudantes que resolveram registrar um aumento da temperatura somente nos estados sólido e gasoso, descreveram corretamente o comportamento molecular. No caso do estado líquido eles diminuíram a temperatura e também descreveram adequadamente seu comportamento de suas moléculas.

Ao final das atividades propostas, os estudantes deveriam escrever suas conclusões sobre o experimento, aqui destacadas: “[...] quando as moléculas são aquecidas elas entram em agitação e ficam separadas e quando resfriadas ficam unidas e menos agitadas” [Estudantes A7, P, X e M]. E aqui: “[...] Em todas com a baixa temperatura elas

se uniram e com o aumento aconteceu a separação dos grupos dentro do recipiente”. [Estudantes S, Q, I e A1].

Para o primeiro grupo de estudantes, o comportamento molecular em relação à variação da temperatura está correto, para o segundo grupo, a conclusão foi feita mediante verificação do o espaço ocupado pelas moléculas dentro do recipiente que, por sua vez, também está relacionado com a variação da temperatura.

Dos seis grupos, apenas quatro colocaram a conclusão e dois deles disseram que em baixas temperaturas as moléculas ficaram paradas, o que não está de acordo com o modelo científico atual. Mesmo com minha mediação, em que repetidas vezes disse que não havia repouso entre as moléculas, mesmo assim, dois grupos afirmaram essa situação, como mostram os relatos a seguir:

“Concluimos que: Quando aquecemos as moléculas, elas se agitam e se expandem pelo recipiente todo. Quando esfriamos, as moléculas diminuem a velocidade e se chega a 0K, elas param totalmente”. [Estudantes M, G, T e A2]. “[...] concluir que na maioria dos casos o aquecimento resulta no aumento da velocidade das moléculas, sejam elas aglomeradas ou não, ao diminuir a velocidade diminui ou até para as moléculas”. [Estudantes A3, F, K e H]

No uso do simulador, percebe-se a pequena vibração das moléculas quando estão com baixas temperaturas, mas os estudantes acima citados disseram em seu relato que elas paravam totalmente, poderiam ter afirmado isso por que não houve uma total ocupação do recipiente pelo movimento das moléculas, elas ficaram ocupando a parte inferior deste, mas apresentando uma pequena vibração.

Na realização desta atividade os estudantes já estavam bem mais habituados à metodologia das intervenções com a apresentação deste simulador que, através de uma visão microscópica, pode contribuir para o entendimento de outros conceitos físicos, como a pressão, devido ao somatório das constantes batidas das moléculas nas paredes do frasco e volume.

4.8 Articulações possíveis: conhecimentos científicos, ambientais e sociais

Procurando relacionar o calor e temperatura às questões socioambientais, como o efeito estufa e o aquecimento global, no nono encontro, atividade 9 (Apêndice 1J), os estudantes assistiram mais um vídeo⁹ e realizaram a leitura de um texto (Climatologia, Ed. Oficina de Textos) presente na nona atividade que compõe o produto educacional

⁹ Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=nr0e4pOgAHQ>

dessa dissertação. Nesta atividade, que composta por seis questões referentes ao texto e ao vídeo, houve maior participação e entusiasmo ao responderem as questões propostas.

O vídeo e o texto foram escolhidos tendo como propósito instigar os estudantes a buscar possíveis soluções para alguns problemas socioambientais contemporâneos, como o efeito estufa que foi apresentando primeiramente como sendo um efeito natural e necessário a vida no planeta, podendo desmistificar sua função nociva apresentando a porcentagem correta dos gases que compõe esse efeito, e como essa porcentagem é alterada trazendo outros problemas devido às ações do homem.

A cada intervenção os estudantes descobriam através das metodologias escolhidas na pesquisa, maneiras para entender alguns fenômenos da natureza, pois nesta nona e última atividade, os estudantes foram convidados a pensar e escrever sobre que ações podem ser realizadas, de que forma cada um pode contribuir para que Planeta Terra não sofra as consequências do aquecimento global. Entre esses relatos encontramos:

“Achamos que o principal é ter consciência do que acontece no planeta Terra é problema de todos, com pequenas ações no dia a dia esse problema pode ser evitado facilmente. O aquecimento global assim como os outros problemas que temos, gera várias consequências para nós, dentre elas, mudanças climáticas, derretimento das calotas polares, perda da espécie na fauna e na flora, entre outros. Basicamente, acreditamos que os problemas ambientais estão muito avançados. Portanto, é evidente que jamais poderemos ter nosso planeta 100% saudável novamente. Porém, se mudarmos nossa atitude no dia-a-dia, poderemos melhorar nossa vida e obtermos um planeta menos, melhor, habitável”. [Estudante A7 e X].

O relato dos estudantes A7 e X, após o desenvolvimento da proposta pedagógica, mostra que os mesmos apresentaram reflexões, e trouxeram a responsabilidade para si, para todos, atitudes que desejamos despertar quando optamos por trabalhar com alguns princípios da abordagem CTS.

“[...] uma capacidade de reflexão, análise crítica sobre os problemas reais que afligem a sociedade e o meio ambiente, além da incorporação de novos valores e atitudes, aspectos altamente relevantes que contribuirão para o exercício de sua cidadania”. [Moraes e Araújo, 2012, p. 114-150]

A abordagem CTS possibilita que os estudantes desenvolvam habilidades para o exercício da cidadania, a partir do momento em que os conteúdos científicos são abordados de forma crítica, e a partir do contexto socioambiental. Assim como os estudantes A7 e X, os estudantes A4 e G também destacam possíveis soluções para os problemas que agravam o planeta.

“Algumas das atitudes que podemos adotar são: utilizar cada vez mais veículos coletivos; as empresas poderiam criar medidas para diminuir a emissão de poluição; os criadores poderiam criar objetos que poluem menos” [Estudante A4 e G].

Essas ideias destacadas pelos estudantes A7, X, A4 e G em seus relatos são ideias que demonstram que os estudantes se apoderaram dos conhecimentos de Física e de Química para exercer sua cidadania. Dentre esses conteúdos de Física trabalhados com esses estudantes e que consideramos importantes para compreender essa realidade está o calor como uma forma de energia que passa de um corpo para outro, fazendo assim variar sua temperatura. Receberam destaque, também, as suas formas de propagação, fazendo com que o estudante percebesse de que forma ocorre o efeito estufa. Os estudantes perceberam que o efeito estufa é um efeito natural, mas devido a algumas ações do homem sobre a natureza este efeito, resultante da radiação solar que ao ser reemitida da terra para o espaço através dos raios infravermelhos, não conseguem ultrapassar devido à grande concentração dos gases emitidos por estas ações do homem, como as queimadas e os resíduos produzidos por veículos automotores, fábricas e que devemos estar atentos e procurar, através do conhecimento científico, buscar formas para amenizar estes problemas, exercendo desta forma a cidadania.

Consequências das más atitudes em relação ao planeta	
Derretimento das calotas polares	25 %
Desmatamento	25%
Secas	16%
Diminuição da flora e da fauna	9 %
Poluição do ar	16%
Aumento de tempestades e furacões	9 %

Quadro 4: Consequências das más atitudes em relação ao planeta

A reflexão acima vem ao encontro do que Freire, em seu livro Educação e Mudança, [Freire, 1979, p.30], traz justamente essa perspectiva, a de conhecer, compreender sua realidade para ter a possibilidade de transformá-la: Quando o homem compreende sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e, com seu trabalho, pode criar um mundo próprio: seu eu e suas circunstâncias.

No sentido de compreender a realidade, entender onde o conhecimento de Física está presente e propor ações para transformação desta realidade, os estudantes mostraram que somos também somos os agentes do desequilíbrio no planeta, e que os problemas que envolvem essas questões são sérios e precisam ser levados em conta, com a atitude de cada um, podemos amenizá-los. Outras categorias criadas para expor as ideias dos estudantes estão representadas nas tabelas abaixo:

Na tabela anterior (Quadro 4, p. 41), pode-se perceber que 25% dos estudantes mostraram entendimento e preocupação com um dos efeitos do aumento da temperatura no planeta, que causa o derretimento das calotas solares. Os estudantes argumentavam entre si que ouviam muito falar do derretimento das calotas, mas não entendiam porque esse fato estava ocorrendo, e que agora compreendiam melhor essa situação. Da mesma forma, outros 25% dos estudantes preocuparam-se com o desmatamento, 16% com as secas e poluição e 9% dos estudantes com a diminuição da flora e da fauna e com o aumento de tempestades e furacões.

Esses mesmos estudantes foram questionados quanto às possíveis soluções para tentar resolver esses problemas causados pela ação do homem sobre o planeta e estas soluções foram organizadas conforme a tabela abaixo.

Atitudes (Estudantes) para ajudar o planeta	
Não jogar lixo nas ruas	38%
Reciclagem	38%
Menos carro nas ruas	15%
Fiscalização dos filtros poluentes nas fábricas	9 %

Quadro 5: Atitudes para ajudar o planeta

Na tabela acima (Quadro 5) os estudantes apresentam suas ideias de acordo com possíveis atitudes, sendo as de maior porcentagem, no caso 38%, as atitudes que seriam facilmente por eles realizadas. Nos 15% essas atitudes também podem ser realizadas, mas, segundo relatos de alguns estudantes, essa atitude requer que na cidade em que moram o serviço de transporte público seja de qualidade, a fim de contribuir para que eles consigam cumprir com seus deveres, como ir à escola e ao trabalho dentro dos horários, sem nenhum atraso. Em relação aos filtros poluentes, deveria haver uma fiscalização mais eficaz para que todas as fábricas os colocassem, pois esta atitude é prevista na lei.

Capítulo 5

Reflexões sobre as vivências

Neste momento, apresento as reflexões sobre as experiências vividas durante esta dissertação, as quais ocorreram a partir de uma postura de observação, investigação e intervenção sobre a minha própria vivência em todas as fases do mestrado, desde as aulas teóricas e práticas, incluindo a revisão bibliográfica, a elaboração e aplicação do produto, bem como as reflexões sobre as mesmas no momento da escrita deste relatório reflexivo, mas principalmente, trago o meu olhar sobre o que os estudantes demonstraram de aprendizagem nos seus registros escritos, além das limitações presentes nesta vivência. Estas vivências implicaram mudanças significativas no meu modo de ensinar Física no Ensino Médio, conforme relato a seguir.

Assim, busquei, com o desenvolvimento desta sequência didática, propiciar aos estudantes a construção de conhecimentos que eles possam usar para resolver problemas apresentados pela sociedade, pelo planeta. Acredito que abordar os conteúdos a partir de um problema vivido pela sociedade, de uma maneira geral ou específica, como a falta de água, as altas temperaturas, as enchentes, as quais estamos enfrentando, contribuiu para que os estudantes construíssem a sua consciência crítica para atuar de forma responsável no cotidiano.

Ao final das ações que envolveram a realização do produto, percebi que, embora as palavras “contextualizar” e “interdisciplinaridade” estejam sempre no foco da discussão, torná-las parte do cotidiano ainda é um grande desafio para nós, educadores em geral, ou seja, mostrar ao estudante que o que ele aprende é para ser usado em sua vida, é para dar sentido a ela, é para explicar como explicá-la e que, no caso das ciências da natureza, podemos ainda usar de atividades experimentais e uso de simuladores digitais para facilitar esse caminho.

Percebi, ao longo dos anos que trabalhava os conteúdos ligados aos fenômenos térmicos, que as concepções dos estudantes do Ensino Médio sobre esse conteúdo eram derivadas do senso comum e que precisavam receber uma especial atenção. A partir de uma sequência didática, composta por um conjunto de aulas pensadas e articuladas e que compuseram o produto educacional desta dissertação, com o propósito de ensinar Física contemplando alguns aspectos da abordagem CTS, privilegiando algumas estratégias voltadas às tecnologias digitais como vídeos e simuladores e também diferentes recursos didáticos, entre eles: questionários, atividades experimentais e mapas conceituais,

podemos fazer com que os estudantes sintam-se mais acolhidos no seu cotidiano e, ao mesmo tempo, abandonar o ensino tradicional que ao longo do tempo vem contribuindo para o desinteresse dos estudantes pela Ciência e principalmente pela Física com suas aulas puramente matemáticas.

Na aplicação das três primeiras atividades, o propósito foi investigar as concepções desses estudantes sobre calor, temperatura e equilíbrio térmico através de recursos como um questionário e uma produção textual a partir de uma situação específica e também uma atividade experimental através do tato, ou seja, da sensação térmica. Ao analisar essas concepções, percebi que a maioria dos estudantes tratava o calor e a temperatura como sinônimos, mas durante a realização da atividade experimental, com a ajuda de mais um dos nossos sentidos além da visão e da audição a que estavam habituados nas aulas tradicionais, o tato veio a contribuir no avanço do conceito de calor, pois ao perceberem, através da sensação térmica, uma inversão na temperatura devido às trocas de calor entre as mãos e a água, caracterizando a relatividade da sensação térmica surgiu um maior interesse dos estudantes em realizar a atividade, à fim de saberem por que na água natural a mão que estava na água quente apresentava sensação de frio, e a mão que estava na água gelada apresentava a sensação de quente. Essas questões restaram explicadas através do texto oferecido, que apresentou valores para as temperaturas da água e das mãos e, com o auxílio de setas, puderam perceber a energia em trânsito e, assim, tentar conceituar o Calor.

Na tentativa de conceituar o calor a partir da experiência vivenciada pelos estudantes, como próxima intervenção surgiu a ideia de construir uma linha do tempo, para apresentar a evolução deste conceito, e esta atividade foi apresentada em conjunto com a disciplina de Filosofia. Essa dinâmica de aula contribuiu para que o aluno percebesse a Ciência como uma construção humana. Durante a atividade, os estudantes apresentaram as ideias dos personagens desta evolução relacionando-as também às épocas em que viveram. Um aspecto bem interessante foi associar esses conhecimentos com as tecnologias existentes em cada época e com as que poderiam surgir com o passar do tempo com os avanços no conceito de calor.

Para enfatizar e dar um maior sentido à evolução no conceito de calor, um vídeo foi apresentado aos estudantes como mais uma atividade, a quinta, e através dele, além do conceito, os estudantes também conheceram as fontes de calor como o sol, a fricção, queima de combustíveis, transformação de energia, dilatação e contração dos corpos através de uma visão microscópica do comportamento molecular e também suas formas

de propagação. Com a apresentação do vídeo, os estudantes fizeram relações com o seu cotidiano e trouxeram um exemplo de radiação solar dizendo que através do calor do sol, um pequeno pedaço de vidro abandonado em uma mata poderia causar um grande incêndio, e relataram também a ação do sol sobre a pele, podendo até mesmo virar um câncer, sendo recomendável usarmos filtros solares no caso de exposição ao sol.

Os avanços dos estudantes nos conceitos relacionados aos fenômenos térmicos ganhavam proporção na medida em que as intervenções eram feitas, pois durante a realização das atividades propostas os estudantes relacionavam fenômenos do dia a dia com os conteúdos apresentados anteriormente e o visto na aula atual. Ressalto que, somente durante a aplicação de cada intervenção, devido aos meus questionamentos e aos dos estudantes, é que surgia a ideia para a próxima intervenção. Como o conteúdo relacionado ao calor já havia sido explorado com cinco intervenções anteriores, uma nova estratégia surgiu como ideia para que os estudantes pudessem mostrar as relações por eles percebidas ao tentarem relacionar o calor com as questões socioambientais, a partir da construção de um mapa conceitual do texto “A Propagação do Calor e o Efeito Estufa¹⁰”. Esta aula trouxe a contribuição para discussões sobre possíveis ações comportamentais individuais e coletivas à fim de amenizar as consequências do efeito estufa para o planeta e, também, como esses conhecimentos são relevantes para uma maior qualidade de vida.

Neste momento da aplicação do produto, uma sétima intervenção veio a contemplar as atividades computacionais, visto que os estudantes sentem-se à vontade quando usam alguns aparatos tecnológicos com os computadores, *tablets*, *netbooks* ou até mesmo seus próprios celulares. A ideia de apresentar uma simulação para diferenciar o átomo de uma molécula surgiu devido a um questionamento realizado por um estudante durante a apresentação do vídeo Calor y Temperatura, onde este não sabia diferenciá-los visto que a linguagem do vídeo ora falava em átomo, ora em moléculas. Os estudantes puderam, através do simulador “Construindo uma molécula”[UCB 2014], compreender quais as diferenças entre os átomos e as moléculas e, desta forma, contribuir para um melhor entendimento na disciplina de química, no qual esses conteúdo são abordados.

Devido à grande participação da turma e o fácil entendimento do conteúdo proposto através da estratégia escolhida na intervenção anterior, para a oitava atividade também foi usado outro simulador com o nome de “Estados da Matéria”, sendo que desta forma os estudantes puderam compreender através da simulação o comportamento

¹⁰Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u10688.shtml>. Acesso em: 18/08/2014.

molecular de algumas substâncias nos estados sólido, líquido e gasoso, como a variação da temperatura afeta esse comportamento e também perceber a velocidade dessas moléculas dentro do recipiente em que foram apresentadas e fazer uma relação com os fenômenos ligados à dilatação, contração, pressão e volume dos corpos.

Os estudantes mostravam-se entusiasmados e motivados a realizarem as atividades, pois sabiam que eram aulas diferentes daquelas a que estavam habituados, uma forma de ensino que promove um conhecimento mecânico, voltado à realização de provas e exames completamente desvinculados da realidade, e, por isso, acredito que esse foi um dos motivos que contribuíram para a presença assídua, visto que nossas aulas eram sempre as duas primeiras, e a escola permite a entrada dos estudantes no segundo horário, e que a maioria depende de ônibus para chegar à escola, ou seja, eles poderiam chegar após, na segunda aula, mas não. Estavam presentes em todas as aulas.

Com o intuito de apresentar os conteúdos relacionados aos fenômenos térmicos, mas de maneira que o estudante pudesse fazer relações com seu cotidiano, e a partir disso tomar decisões onde possam exercer seus deveres de cidadania, como última intervenção foi entregue aos estudantes um texto, logo após ter sido realizado um questionamento sobre o que é o efeito estufa, afinal. Se ele é nocivo ou não, quais seus aspectos positivos e negativos. E, ao final foi apresentado um vídeo em que eles receberam o conhecimento sobre alguns aspectos relacionados ao efeito estufa como a desmistificação de que ele seja um problema, as contribuições para o aquecimento global, a porcentagem dos gases CFC que provocam o efeito estufa.

Quando os estudantes usaram o simulador dos estados físicos da matéria, percebi que parte do entendimento desses estudantes teve suporte na atividade anterior, onde eles puderam diferenciar átomo de moléculas. Ao escolher o estado físico, a substância e a temperatura, os estudantes mostravam um entendimento em cada situação por eles criada, quando verificavam o comportamento dessas substâncias frente aos diferentes estados físicos como o estado sólido, líquido e gasoso. Apesar de ter trabalhado apenas esses três estados físicos, notei que poderia ter também explicado o quarto estado, que é o plasma, e o quinto, condensado de Bose-Einstein. O quarto estado poderia ter sido mostrado através de um vídeo da atividade feito por eles em casa usando o acendedor elétrico do fogão e uma lâmpada incandescente, explicando que dentro da lâmpada existe o gás Argônio que será ionizado e, por isso, enxerga-se os raios luminosos. Da mesma forma poderia apresentar o quinto estado da matéria que é o condensado de Bose-Einstein e realizar o experimento em sala de aula usando o amido de milho e água para representar

o comportamento das moléculas neste estado. Essa reflexão foi realizada logo após a realização dessas atividades onde percebi limites em minha atuação pedagógica e, sendo que a pesquisa foi realizada no ano de 2014, então, em consequência, no ano seguinte com novas turmas, os cinco estados da matéria foram trabalhados.

Durante o processo de atuar e mediar com as estratégias escolhidas, percebi que o ensinar não pode ser linear, pois a cada intervenção, percebia que tinha que atuar como se estivesse construindo uma teia, indo e vindo, tecendo o conhecimento, dando-lhe forma, alicerce, forçando-os a estabelecer novas relações com novas informações ao relembrar todas as atividades que já haviam realizado, permitindo assim que eles pudessem aprofundar seus conhecimentos e construir novas aprendizagens dentro do contexto da resolução de problemas socioambientais a que nosso planeta vem sofrendo e que podem ser amenizados com o conhecimento recebido através da educação.

Referências

[Acevedo, 2005] Acevedo, J. A. et. al. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. **Ciência&Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-15

[Auler, 2009] Auler, D., Dalmolin, A.M.T. e. Fenalti V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no Enfoque CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v.2, n. 1, (2009) p. 67-84.

[BR-LDB 1996] BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996.

[Carvalho 1995] Carvalho, A. P. C.; Gil-Pérez, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

[Chassot, 2013] Chassot, A.. **Propondo sementeiras**. In.: ARANTES, V. A. (org.). Ensino de ciências: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2013. p. 61-102

[Deconto 2014]Deconto, D. C. S. **A perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade na disciplina de Metodologia do Ensino de Física: um estudo na formação de Professores á luz do referencial sociocultural**. Dissertação. Mestrado em Ensino de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014, p. 27- 188.

[Fontele 2013] Fontele, F. F. M *etall*. **Situações cotidianas e experimentos construídos com Materiais de Baixo custo**. Sinergia, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 197-200, 2013.

[Freire 1979] Freire, Paulo. **Educação e Mudança**. 12ª Edição. Paz e Terra. Rio de Janeiro, 1979.

[Gardner 1995] Gardner, Howard. **Inteligências Múltiplas: A Teoria na Prática**. Porto Alegre: ArtesMédicas, 1995.

[Greca, 2004] Greca, I. M.; Freire Jr., O. A “crítica forte” da ciência e implicações para o ensino. **Ciência&Educação**, v. 10, n. 3, p. 343-361, 2004.

[Hay, 2007] Hay, R. H.; Knaack, L. Evaluating the learning in learning objects. **Open Learning: The Journal of Open and Distance Education**, v. 22, n. 1, p. 5-28, 2007.

[Heckler 2007] Heckler, V.; Saraiva,M.F.O.; Oliveira Filho, K. S. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172007000200011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 /06/2014.

[Heiwitt 2002] Hewitt, P. G. **Efeito Estufa**. In: Física Conceitual. 9ª Ed. Porto Alegre: Bookmann, 2002.

- [Hunsche 2012] Hunsche, S.; Auler, D. O Professor no Processo de Construção de Currículos: Desafios no Estágio Curricular Supervisionado em Ensino de Física. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 11, n. 1, 1-20, 2012.
- [Leal, 2013] Leal, C. A. **Brincando em sala de aula: uso de jogos cooperativos no ensino de ciências**. Dissertação. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências - Programa de Pós - Graduação em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. PROPEC, 2013.
- [Martins, 2000] Martins, R. A. Que tipo de História da ciência esperamos ter nas próximas décadas? **Episteme**, Porto Alegre, n. 10, p. 39-56, jan/jun. 2000.
- [Masetto 2008] Masetto, M. T. **Mediação pedagógica e o uso da tecnologia**. In: Moran, J.M.; Masetto M.T.; Behrens, M.A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. São Paulo: Papirus, 2008.p.141-171.
- [Moraes 2007] Moraes, R.; Galiuzzi, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.
- [Moraes 2012] Moraes, J.U.P.; Araújo, M.S.T. **O ensino de Física e o enfoque CTSA: caminhos da educação cidadã**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.
- [Moran 1995] Moran, José Manuel. O Vídeo na Sala de Aula. **Revista Comunicação & Educação**. São Paulo, ECA-Ed. Moderna, [2]: 27 a 35, jan./abr. de 1995.
- [Moreira 1999] Moreira, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.
- [Rodrigues, 2012] Rodrigues, A. G; Pietrocola, M; Piqueira, J. R. C. Elaboração de uma sequência didática de ensino-aprendizagem com tópicos de mecânica quântica para cursos de engenharia. **XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Set. 2012. Disponível em. <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/104004.pdf>>. Acesso em: 12 /07/ 2014.
- [Santos 2002] Santos, W. P.; Mortimer, E. F. **Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira**. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências. v. 2, n. 2, dez. 2002.
- [SEDUC 2011] SEDUC. Secretaria de Estado da Educação. **Proposta pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e educação profissional integrada ao Ensino Médio - 2011-2014**. out/nov. de 2011. Porto Alegre. Disponível em <http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens_med_proposta.pdf> Acesso em: 01/08/ 2014.
- [Tarouco, 2006] Tarouco, L. M. R; Konrath, M. L. P; Carvalho, M. J. S; Avila, B. G.; **Formação de professores para produção e uso de objetos de aprendizagem. Novas tecnologias na Educação**. CINTED-URGS, V4, Nº 1, Junho de 2006. disponível em:
- [Vaniel 2008] Vaniel, Berenice Vahl; Laurino, Débora. **A cooperação como princípio da Educação Ambiental presente nos Projetos de Aprendizagem**. Dissertação - Mestrado em Educação Ambiental. FURG, 2008.

APÊNDICE

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ENVOLVENDO RECURSOS DE INVESTIGAÇÃO E APRENDIZAGEM DOS FENÔMENOS TÉRMICOS NO ENSINO MÉDIO

Esta sequência didática, que está disponível em html (<http://www.farofloripa.com.br/diagramacao/diagramacao/>), emerge de uma investigação realizada no âmbito do Programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF do Polo 21, sediado na Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Abrange o estudo sobre o desenvolvimento e a implementação de um produto educacional no Ensino de Física, em uma turma de Ensino Médio realizado a partir da articulação das minhas vivências acadêmicas e profissionais. O produto foi aplicado na Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas em Rio Grande/RS, na qual há quatorze anos exerço a docência, e atualmente, leciono no Ensino Médio Politécnico, especificamente com turmas de segunda série, que possui como objetivo possibilitar aos estudantes a compreensão das leis e princípios térmicos, bem como, associar ao cotidiano a Ciência e a Tecnologia.

Assim, o objetivo central deste estudo é compreender como a aprendizagem de determinados conceitos físicos, como o calor, a temperatura e o equilíbrio térmico pode ser potencializada com o uso de diferentes recursos didáticos, tais como atividades experimentais, Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA) e Mapas Conceituais, articulados ao movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A partir dessa preocupação, organizei esta sequência que está organizada conforme a tabela a seguir.

Apêndice 1A

Quadro Planejamento da Sequência Didática

continua

H	DAT A (2014)	TÍTULO	OBJETIVO	CONCEITOS FÍSICOS	RECURSOS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICA S
2	2 13/08	Atividade “Questionário de investigação: calor, temperatura e equilíbrio térmico”	Identificar se as concepções prévias dos estudantes em relação ao conteúdo CALOR e TEMPERATURA continuavam após aulas expositivas;	Temperatura, Calor, Equilíbrio Térmico	Escrita
2	2 20/08	Texto com o título “Calore Temperatura”	Verificar quais fenômenos cotidianos são relacionados ao conteúdo CALOR e TEMPERATURA sob a visão desses estudantes	Temperatura, Calor Equilíbrio térmico	Escrita
2	2 27/08	Atividade Experimental - Sensação Térmica: Quente ou Frio?	Compreender através do tato a sensação térmica e os efeitos das diferentes temperaturas, e das transferências de energia (calor) e do Equilíbrio Térmico mesmo depois do conteúdo calor ser trabalhado;	Temperatura, Calor como transferência de energia, Equilíbrio Térmico, Sensação Térmica	Atividade experimental
4	4 03/09	Histórico do Calórico	Problematizar e Compreender a evolução histórica do conceito de Calor	Calórico, Calor Transferência de Energia	Leitura, pesquisa na internet, construção da linha do tempo contextualizada
2	4 10/09	Calor y Temperatura	Mostrar as causas e os efeitos do Calor como transferência de Energia nos diferentes materiais, suas	Movimento molecular, Dilatação térmica, Quantidade de calor, Formas de propagação	Vídeo

H	DAT A (2014)	TÍTULO	OBJETIVO	CONCEITOS FÍSICOS	RECURSOS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICA S
			formas de propagação e as questões socioambientais a que esse assunto engloba.	do calor, Sustentabilidade	
2	2 17/09	Mapa Conceitual	Estabelecer as relações entre o conteúdo Calor com as questões socioambientais, a partir da construção de um mapa conceitual do texto A propagação do calor e o Efeito Estufa	Temperatura, Propagação do Calor, Equilíbrio Térmico, Efeito Estufa	Mapa Conceitual final
2	2 24/09	Construindo uma molécula	Diferenciar átomo de molécula e representar a forma molecular das substâncias.	Átomo, Molécula, Forma molecular de algumas substâncias	Simulador
2	2 03/10	Estados da Matéria	Compreender como se apresentam as moléculas nos diferentes estados da matéria, classificando as substâncias quanto ao seu número de átomos e relacionando a temperatura dessas substâncias com a velocidade, consequentemente e com seu movimento, determinando sua energia interna.	Forma molecular, Estados da matéria, Temperatura, Energia Interna	Simulador
2	2 10/10	Efeito Estufa	Compreender a importância do efeito estufa para o planeta	Calor, Temperatura, Radiação solar, Raios Infravermelhos, Efeito Estufa,	vídeo

H	DAT A (2014)	TÍTULO	OBJETIVO	CONCEITOS FÍSICOS	RECURSOS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICA S
				Aquecimento Global	

Quadro 6: Planejamento da Sequência Didática (Cronograma das aulas)

Apêndice 1B

Plano de Aula 1

IDEIAS PRÉVIAS: O *LINK* NECESSÁRIO PARA A EFETIVAÇÃO DA APRENDIZAGEM

OBJETIVO GERAL

- Conhecer as concepções prévias dos estudantes em relação aos conteúdos: calor, temperatura e equilíbrio térmico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Abordar diferentes situações contextualizadas, através de questões objetivas e discursivas referentes às questões cotidianas que envolvam conteúdos relacionados aos fenômenos térmicos;
- Verificar quais os conhecimentos prévios dos estudantes sobre calor, temperatura e equilíbrio térmico.

PROCEDIMENTO

A atividade foi realizada com a entrega de um questionário, com 11 questões, sendo sete discursivas e quatro objetivas. As respostas eram individuais para que o educador pudesse conhecer as ideias prévias de cada estudante.

ATIVIDADE

Os estudantes deverão responder ao **Questionário de Investigação: Calor, Temperatura e Equilíbrio Térmico¹¹**.

¹¹ Questões baseadas em: Máximo e Alvarenga, 2000 e Ostermann e Moreira, 1999.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita com a correção e a leitura das questões propostas pelo questionário, a partir de uma abordagem geral sobre o tema.

REFERÊNCIAS

[Maximo, 2000] Máximo, A.; Alvarenga, B. Curso de Física - vol. 2. São Paulo: Scipione, 2000.

[Ostermann, 1999] Ostermann, F.; Moreira, M. A. A Física na Formação de Professores do Ensino Fundamental. Porto Alegre, ed. Universidade/ UFRGS, 1999.

**QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO:
CALOR, TEMPERATURA E EQUILÍBRIO TÉRMICO**

1. Em sua opinião, o que é calor?

2. Por que sentimos frio quando estamos com febre?

3. Por que quando queremos resfriar uma bebida temos que deixá-la por algum tempo no refrigerador? O que terá ocorrido?

4. Como você explicaria a garrafa térmica conservar a temperatura dos líquidos dentro dela colocados?

5. Por que os alimentos são cozidos mais rapidamente no forno de micro-ondas?

6. No interior de um quarto que não tenha sido aquecido ou refrigerado durante vários dias, como se apresentam os objetos de metal, as cobertas e dos demais objetos em relação à temperatura?

7. Considere duas pequenas esferas idênticas, uma em um forno quente e a outra em um congelador. Basicamente, em que diferem, imediatamente após terem sido retiradas do forno e da geladeira?

8. Os moradores de rua costumam usar jornal ou papelão para se protegerem nos dias de inverno:
 - () porque o papelão e o jornal são isolantes térmicos.
 - () porque aquecem.
 - () porque não deixam o frio passar e chegar até o corpo.

9. Se tivermos duas placas de mesma material, porém de massas diferentes, colocadas em um mesmo forno por bastante tempo, o que acontece se colocarmos ambas as placas em contato, imediatamente após terem sido retiradas do forno?

- () A de maior massa estará com maior temperatura.
- () Ambas estarão com a mesma temperatura.
- () A de menor massa estará com maior temperatura.

10. O que ocorrerá se colocamos no congelador uma garrafa com água até a boca e deixamos por muito tempo? Ao retirá-la, a garrafa estará:

- () comprimida.
- () da mesma forma.
- () estourada.

11. Ao colocarmos café quente em uma xícara que inicialmente estava em um armário, sob temperatura ambiente, depois de alguns minutos como estará a temperatura do conjunto (xícara + café)? O que terá ocorrido?

- () Igual – equilíbrio térmico.
- () Xícara com a temperatura maior – equilíbrio térmico.
- () Água com a temperatura maior – xícara com temperatura menor.

Apêndice 1C

Plano de Aula 2

CALOR E TEMPERATURA

OBJETIVO GERAL

- Identificar as manifestações relacionadas aos fenômenos térmicos, especificamente calor e temperatura presentes no cotidiano dos estudantes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar qual o entendimento que os estudantes apresentam sobre os fenômenos do seu dia a dia;
- Compreender como os estudantes entendem o fenômeno do equilíbrio térmico, da transferência de calor e da temperatura;
- Assimilar os fenômenos de transmissão do calor através de aparelhos como a geladeira, forno e também com o próprio ambiente.

PROCEDIMENTO

Será entregue um texto aos estudantes com o título “Calor e Temperatura”. Eles deverão realizar a leitura do mesmo e, a seguir, utilizando as palavras-chave disponibilizadas no parágrafo final, explicar, através da escrita, as situações indagadas. .

ATIVIDADE ESCRITA

Os estudantes deverão redigir e entregar ao educador um texto usando as palavras-chave disponibilizadas, tentando explicar as situações indagadas pelo texto abaixo.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita com a leitura e correção do texto criado pelos estudantes.

REFERÊNCIAS

[Ciências 2011] **Ciências de 5ª série parte II**. 2011. Disponível em:
<https://accbarroso60.wordpress.com/2011/03/02/ciencias-de-5%C2%AA-serie-parte-ii/>.
Acesso em: 10/08/2014

[Ostermann, 1999] Ostermann, F.; Moreira, M. A. A Física na Formação de Professores do Ensino Fundamental. Porto Alegre, ed. Universidade/ UFRGS, 1999.

TEXTO CALOR E TEMPERATURA

Quando observamos o mundo material à nossa volta, encontramos casas, prédios, plantas, automóveis, pessoas, a atmosfera (o ar), água, fogo e tantos outros representantes da matéria interagindo entre si e cujo entrosamento pode resultar em alguns fenômenos do cotidiano.

Hoje queremos que, a partir das suas vivências, da observação do cotidiano, da sua imaginação e criatividade, escreva um texto para explicar como você pensa que ocorrem alguns fenômenos relacionados ao calor e à temperatura.

Para ajudá-lo a pensar, estamos trazendo um exemplo; é o seguinte: Em uma padaria tem duas assadeiras de mesmo material, porém de diferentes massas. As mesmas ficam durante muito tempo em um forno. Ao serem retiradas do forno, são imediatamente postas em contato. Em seu texto, procure explicar o que acontecerá com a temperatura dessas assadeiras.

Explique porque você tem que esperar algum tempo para que um copo com água fique gelado após ter sido colocado em uma geladeira, sendo que a água estava à temperatura ambiente quando retirada da torneira. Explique, também, o que aconteceu para que ele ficasse nesse estado.

E se você, ao invés de tomá-lo, tivesse deixado esse copo em cima de uma mesa? O que aconteceria? Qual a interação entre o ambiente e o copo com água? Explique detalhadamente.

Disponibilizamos, também, algumas palavras-chave que podem ser utilizadas para compor o texto: *geladeira, energia térmica, agitação das moléculas, equilíbrio térmico, trânsito, temperatura e ausência de calor e calor.*

Apêndice 1D

Plano de Aula 3

QUENTE OU FRIO? - A RELATIVIDADE DA SENSAÇÃO TÉRMICA

OBJETIVO GERAL

• Observar através do tato as sensações de quente e frio para diferentes temperaturas e perceber a transferência do calor e como acontece o equilíbrio térmico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Perceber, através do tato (pele), a transferência de energia (calor);
- Verificar que essa transferência é que faz variar a temperatura do corpo;
- Constatar que a sensação de quente está relacionada com a absorção do calor e a sensação de frio, com a perda do calor;
- Conceituar o equilíbrio térmico.

PROCEDIMENTO

O experimento consiste em colocar água em quatro potes. Cada pote deverá conter água em temperaturas diferentes. Um com água quente (lado direito e suportável à pele humana), outro com água gelada (lado esquerdo) e no centro dois potes com água natural, ou seja, com temperatura ambiente. O estudante deverá colocar as mãos, esquerda e direita ao mesmo tempo nos potes do lado direito e do lado esquerdo simultaneamente, deixar por alguns minutos e, logo após, mergulhar ambas as mãos na água natural. A seguir o aluno deverá relatar à turma o que sentiu e anotar na folha que recebeu com as instruções para o procedimento do experimento. A atividade é individual, todos deverão realizar o experimento.

Após a realização da atividade experimental os estudantes receberão um texto relatando o experimento e supondo valores para as temperaturas da água, fazendo com

que eles reflitam, chegando a valores numéricos para os novos valores da temperatura de equilíbrio térmico.

RECURSOS

- Pote de sorvete (4)
- Água (quente, morna e fria)
- Folha de ofício
- Texto Explicativo

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita com a leitura dos relatos de cada aluno frente à turma e a correção da educadora.

REFERÊNCIAS

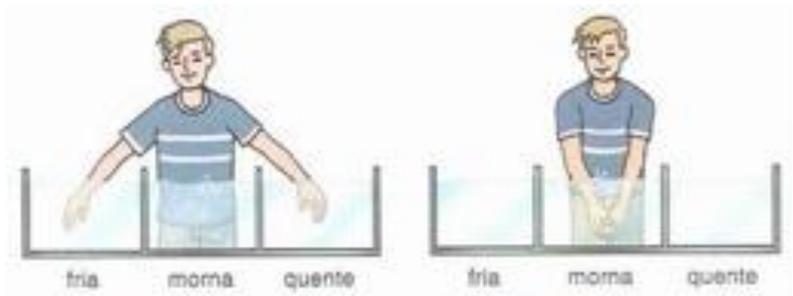
[Ciências 2008] Ciência Para Crianças. **Interferência: Sensação térmica: frio ou quente?**.2008. Disponível em: <http://www2.bioqmed.ufrj.br/ciencia/sensacao_termica/sensacao_termica1.htm>. Acesso em: 18/08/2015

[Vieira 2010] Vieira, André. Calor, temperatura e sensação térmica. 31/03/2010. Disponível em: <<http://interferenciafisica.blogspot.com.br/2010/03/calor-temperatura-e-sensacao-termica.html>>. Acesso em: 18/08/2015

TEXTO EXPLICATIVO

QUENTE OU FRIO? - A RELATIVIDADE DA SENSAÇÃO TÉRMICA¹²

Existe um experimento muito simples que nos permite entender as sensações de quente e frio e uma série de exemplos pelos quais todos já passaram. Veja a imagem abaixo:



Quando tiramos a mão da água quente e a colocamos na água morna, a água morna parece fria. Agora, quando tiramos a mão da água fria e a colocamos na água morna, essa mesma água morna (que antes parecia fria) parece quente.

Como a água morna pode estar quente e fria ao mesmo tempo? Uma maneira de entender essa confusão é analisar esse experimento a partir das temperaturas das águas fria, morna e quente. Mas como isso pode nos ajudar a entender o que aconteceu no experimento acima?

A primeira coisa que deve ser levada em consideração é que existe uma diferença de temperatura entre as águas e as mãos na experiência acima. Por causa disso, dizemos que existe uma troca de calor entre as mãos e a água.

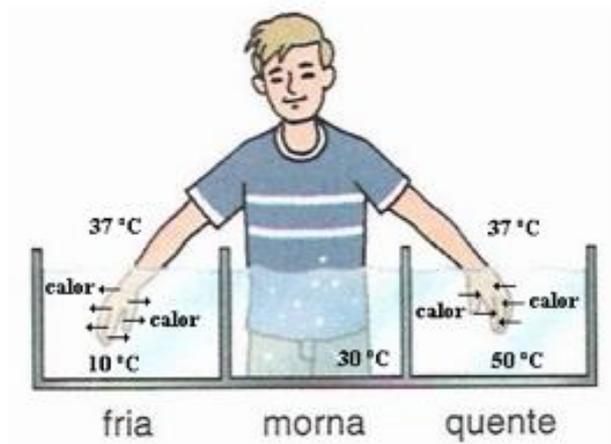
As trocas de calor sempre acontecem entre dois corpos a temperaturas diferentes, sendo que o calor vai do corpo mais quente para o mais frio.

O calor nas duas situações vai do corpo com maior temperatura, para o corpo temperatura menor. Porque a mão quente perde calor, sua temperatura diminui, enquanto a mão fria ganha o calor e sua temperatura aumenta. Supondo que ambas as mãos possuem a mesma massa e são do mesmo material, depois de algum tempo, suas

¹²Disponível em: http://www2.bioqmed.ufrj.br/ciencia/sensacao_termica/sensacao_termica1.htm.

temperaturas se igualam; quando isso acontece, dizemos que os corpos estão em equilíbrio térmico.

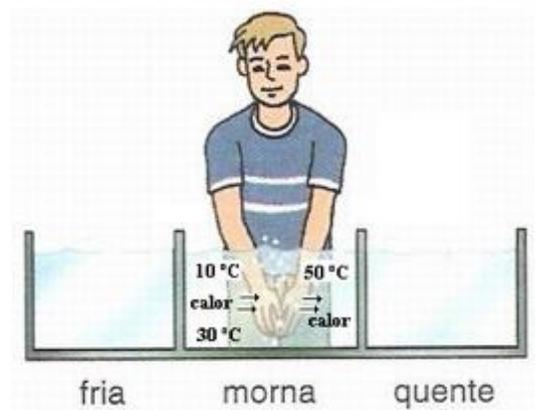
Levando tudo isso em consideração, podemos voltar e analisar o que aconteceu no experimento acima. Os dois corpos em consideração nesse experimento são as mãos e as águas a diferentes temperaturas. Supondo que nosso corpo esteja a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, o que acontece quando colocamos as mãos nas águas quente e fria pode ser vista na imagem abaixo. Suponhamos que as temperaturas da água sejam:



Assim, quando colocamos nossa mão na água quente a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, ela ganha calor da água e sua temperatura aumenta; vamos supor que, depois de algum tempo, a temperatura da mão alcance também os $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Agora, quando colocamos nossa mão na água fria a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, ela perde calor para a água e sua temperatura diminuiu; também aqui, vamos supor que a temperatura da mão chegue a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Repare que o fato da mão perder ou ganhar calor na imagem acima está indicado pelo sentido das flechas que representam as trocas de calor.

Com isso, podemos perceber que as sensações de quente e frio estão associadas às trocas de calor entre a mão e a água: sentimos a água quente quando a mão ganha calor da água e sentimos a água fria quando a mão perde calor para a água.

Finalmente, tirando as mãos das águas quente e fria e colocando-as na água morna, as trocas de calor que acontecem estão indicadas na imagem abaixo. Repare mais uma vez no sentido das flechas que representam as trocas de calor.



Então, porque a mão que estava na água fria está a uma temperatura menor do que a água morna, ela ganha calor e a água morna parece quente. O contrário acontece com a mão que estava na água quente: porque sua temperatura era maior do que da água morna, ela perde calor e a água morna parece fria.

Depois de tudo isso, podemos elaborar uma “lei da sensação térmica”: sentimos algo quente quando sua temperatura está maior do que a do nosso corpo e, por isso, ganhamos calor; agora, sentimos algo frio quando sua temperatura está menor do que a do nosso corpo e, por isso, perdemos calor. Podemos também dizer que quanto maior a diferença de temperatura entre nosso corpo e aquilo em contato conosco, mais quente ou frio ele parece, pois mais calor ganhamos ou perdemos.

Apêndice 1E

Plano de Aula 4

HISTÓRICO DO CALÓRICO

OBJETIVO GERAL

- Problematizar e Compreender a evolução histórica do conceito de calor.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender o histórico do calor;
- Entender a linha de pensamento dos cientistas envolvidos no conceito do calor;
- Apresentar o desenvolvimento do conceito de como uma construção humana;
- Desenvolver nos estudantes a habilidade de fala, reflexão, argumentação e a criticidade;
- Relacionar as ideias dos estudantes frente a essa construção humana do histórico de calor com a atividade anterior (sensação térmica).

PROCEDIMENTOS

- Leitura do texto Histórico do calor, através de uma dinâmica, na qual a professora irá recortar o texto em parágrafos, numerá-los de acordo com a ordem e colocar embaixo das cadeiras dos alunos antes da chegada dos mesmos. A seguir cada aluno irá ler um dos parágrafos e comentar o entendimento que será discutido por todos;
- Construção de uma linha do tempo mostrando/identificando os cientistas e a evolução de suas ideias;
- Pesquisa bibliográfica e na Internet sobre os diferentes cientistas citados no texto (Platão e Aristóteles, Roger Bacon, Johannes Kepler, Francis Bacon e Boyle, Newton, Galileu Galilei, Pierre Gassendi, Antoine Lavoisier, Benjamin Thompson, Julius Von Mayer, Thomas Young, Humphry Davy, James Prescott Joule e Helmholtz) buscando

conhecer suas ideias, suas diferentes conceituações de calor, as tecnologias e outros fatos históricos existentes em cada época.



Figura 9: Cientistas envolvidos no conceito de calor¹³

Criação, pelos alunos de uma **linha do tempo**, na qual cada dupla apresentará as ideias dos cientistas e deverão defender e argumentar sobre o seus pontos de vista.

RECURSOS

- Computador
- Texto
- Papel Kraft
- Canetões

AVALIAÇÃO

A avaliação será realizada pela análise da construção coletiva da linha do tempo e da produção de um texto explicando o histórico do calor.

OBSERVAÇÕES

Esta atividade também será apresentada e avaliada pela disciplina de Filosofia.

¹³ Disponível em: https://www.google.com.br/?gfe_rd=cr&ei=hme3Va63M8uB8QeTg4EY&gws_rd=ssl, Acesso em: 20/08/2014.

REFERENCIAL

IF UFURGS. **Histórico**. Disponível em:

http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Beatriz/historico.htm. Acesso em:
20/09/2014.

HISTÓRICO DO CALOR¹⁴¹⁵

A definição de calor foi objeto de diferentes hipóteses. Cada hipótese teve seus defensores, movidos por convicções científicas ou filosóficas e até por razões políticas ou patrióticas. Influenciados pelas ideias de **Platão e Aristóteles, Roger Bacon, Kepler, Francis Bacon e Boyle** defendiam a hipótese de que o calor era **proveniente do movimento**.

Para **Newton**, o calor estaria relacionado a possíveis vibrações do éter.

Segundo **Galileu**, calor era um fluido. **Gassendi** admitia duas espécies de matéria térmica, uma produzindo calor, outra frio. Alguns admitiam que o calor está relacionado a uma substância que estaria presente nos corpos que queimam. Tal substância hipotética era chamada de *flogístico*.

Foi o famoso químico francês **Antoine Laurent Lavoisier** (1743-1794) quem introduziu o termo ‘calórico’, depois simplificado para calor. Lavoisier admitia a existência de um fluido imponderável, isto é, invisível e sem peso, que era transferido de um corpo para outro, quando em diferentes temperaturas e responsável por algumas reações químicas. Tal fluido foi chamado de calórico.

Graças ao prestígio científico de Lavoisier, essa ideia teve grande aceitação e, embora não fosse unanimidade, vigorou até o início do século XIX.

A primeira evidência de que o calor não poderia ser uma substância foi apresentada pelo engenheiro norte-americano **Benjamin Thompson**, conde de Rumford (1753-1814). Em 1798, Benjamin Thompson observou que cilindros de latão sofriam intenso aquecimento quando perfurados para a fabricação de canhões. Realizou diversas experiências para entender esse fenômeno e ficou claro que o calor não poderia ser um fluido. Lançou, então, a ideia de que esse calor deveria provir da energia mecânica das brocas perfuratrizes. Recebeu apoio de importantes cientistas, como Davy e Young, mas sua tese obteve pouco sucesso.

Somente em 1840, com as experiências do físico inglês James Prescott Joule (1818-1889) a ideia de calórico foi abandonada e calor passou a ser identificado como energia.

Nessa época foi estabelecido o princípio de conservação de energia, graças a trabalhos independentes de Julius Von Mayer (1814-1878) na Alemanha, **Hermann Von**

¹⁴ Grifos da autora.

¹⁵ Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Beatriz/historico.htm

Helmholz (1821-1849) na Alemanha, **L.A. Colding** (1815-1888) na Dinamarca e **James Joule** na Inglaterra.

Joule mostrou experimentalmente que, na conversão de energia mecânica em calor, à mesma quantidade de energia correspondia sempre a mesma quantidade de calor. Foi estabelecida, assim, a equivalência entre trabalho mecânico e calor, como duas formas de energia.

Helmholtz tornou clara a ideia de que a conservação da energia é válida para todas as suas modalidades.

Concluindo, podemos dizer que calor é energia térmica que se transfere entre corpos que estão em diferentes temperaturas.

Não tem sentido dizer que um corpo possui calor. Para designar a energia de um corpo, em decorrência da agitação de suas partículas, usa-se o termo energia interna.

Apêndice 1F

Plano de Aula 5

CALOR E TEMPERATURA

OBJETIVO

Identificar as causas e os efeitos do Calor como transferência de Energia nos diferentes materiais, suas formas de propagação e as questões socioambientais a que esse assunto engloba.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender o comportamento molecular para diferentes substâncias quando essas recebem ou perdem calor;
- Diferenciar as formas de transferência de calor (condução, convecção e radiação):
- Contextualizar situações do cotidiano;
- Perceber os efeitos da dilatação ou compressão dos corpos
- Mostrar os problemas socioambientais relacionadas ao calor
- Instigar o estudante a procurar formas de sustentabilidade para o planeta, bem como a preocupação para usar energias limpas disponíveis na natureza.

PROCEDIMENTO

A aula terá início com a turma assistindo um vídeo com o título CALOR e TEMPERTURA. Logo após será entregue aos estudantes uma folha de ofício contendo uma atividade solicitada pelo educador.

ATIVIDADE

A atividade proposta consta de sete questões relacionadas ao vídeo onde o estudante deverá respondê-las em dupla a fim de promover uma discussão em cima dos conceitos trabalhados pelo vídeo.

RECURSOS

- Data show;
- Notebook;
- Folha de ofício.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita com a correção das questões, que se dará quandoos estudantes responderem em voz alta para toda a turma, a resposta de suas questões. Desta forma se dará uma grande discussão em cima dos temas abordados pelo tema.

REFERENCIAL

[Tesla 2012] Tesla, Wegener. **Calor y temperatura**. 2012. Vídeo Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=m_Uvjs4mLmA. Acesso em: 20/08/2015.

ATIVIDADE “CALOR Y TEMPERATURA”

Após assistir o filme “Calor y Temperatura”, no qual são discutidos as causas e os efeitos do calor como transferência de energia nos diferentes materiais, suas formas de propagação e as questões ambientais a que esse assunto engloba, responda as questões solicitadas abaixo:

1. Escreva com suas palavras porque a quantidade de calor recebida ou cedida provoca mudança de estado na matéria?

2. Explique porque é possível que dois corpos atinjam a mesma temperatura, após receberem ou perderem quantidades de calor diferentes? Dê exemplos:

3. Explique porque alguns corpos aumentam de tamanho ao receber certa quantidade de calor?

4. Por qual forma de transmissão de calor a energia do sol chega até nosso planeta?

5. Com base no que você sabe sobre os processos de transferência de calor e mudanças de estados da matéria, como você explica a formação de uma nuvem?

6. Diferencie as formas de transmissão de calor (Condução, Convecção e Radiação)

7. Hoje em dia sabe-se muito sobre CALOR e procura-se usá-lo em suas diferentes formas de transmissão para a sustentabilidade do planeta e minimizar os impactos socioambientais. Sabendo disso escreva de que forma esses conhecimentos físicos podem ser usados para esse fim.

Apêndice 1G

Plano de Aula 6

MAPA CONCEITUAL

OBJETIVO GERAL

Estabelecer as relações entre o conteúdo CALOR com as questões socioambientais, a partir da construção de um mapa conceitual do texto “A propagação do calor e o efeito estufa”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Retomar os conceitos físicos apresentados anteriormente;
- Entender os conceitos físicos envolvidos no fenômeno efeito estufa
- Identificar as causas e as consequências do efeito estufa;
- Pensar as possíveis ações/comportamentos individuais e coletivas a fim de amenizar as consequências do efeito estufa para o planeta TERRA;
- Discutir as contribuições dos conhecimentos relevantes da física térmica para uma maior qualidade de vida.

CONTEXTO

Esta aula será ministrada na disciplina de Física, na área das Ciências da natureza na E.T.E. Getúlio Vargas, situada no segundo semestre.

PROCEDIMENTOS

Leitura do texto “Física: A propagação do calor e o efeito estufa”.

Apresentação e leitura das orientações sobre a confecção do mapa conceitual.

Construir um mapa conceitual baseado na leitura do texto, do *feedback* e nos conhecimentos prévios dos alunos.

RECURSOS

- Computador;
- Texto;
- Folha de papel ofício.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita mediante as folhas de ofício contendo os mapas feitos pelas duplas de estudantes após leitura do texto. E também será aberto um debate após as duplas trocarem entre si seus mapas.

REFERÊNCIAS

[Rodrigues 2002] Rodrigues, Tarso de Paulo. **Física: A propagação do calor e o efeito estufa**. 2002. Disponível em:
<http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u10688.shtml>. Acesso em:
18/08/2014.

FÍSICA: A PROPAGAÇÃO DO CALOR E O EFEITO ESTUFA¹⁶

Tarso de Paulo Rodrigues

da Folha de S. Paulo

Uma das maiores preocupações dos ambientalistas é o efeito estufa, que o planeta está sofrendo nas últimas décadas. Para entender o aquecimento da atmosfera global e suas consequências, vale lembrar que o calor pode se propagar de uma região à outra por meio de três processos: condução, convecção e irradiação.

A condução térmica é um processo em que a energia (calor) se transfere de partícula para partícula do meio e no sentido da região mais quente para a mais fria. Os metais são bons condutores de calor por esse processo, o que explica por que um pedaço de carne cozinha mais rapidamente ao se introduzir nele um espeto metálico.

A transferência de calor nos fluidos (líquidos, gases e vapores) ocorre sobretudo por convecção, em que a porção mais aquecida, por ser menos densa, sobe e provoca a movimentação da porção mais fria para baixo, formando as "correntes de convecção". Entre as aplicações, podemos citar o fato de o congelador das geladeiras ser colocado na parte superior (o ar frio desce e o ar quente sobe).

A irradiação é o processo de transmissão de calor que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas. Essas ondas, assim como as de rádio, de TV, de telefonia celular e as usadas nos fornos de micro-ondas, podem transportar energia de um local para outro à velocidade da luz, mesmo sem a presença de um meio material. O calor do Sol chega até nós por esse processo, uma vez que, entre o Sol e a Terra, existe vácuo.

A estufa de plantas tem paredes de vidro para permitir que a radiação solar penetre no seu interior e geralmente o chão é pintado com uma cor escura para absorver essa energia radiante, que o aquece. Essa energia também é absorvida por objetos da estufa e é irradiada sob a forma de calor (raios infravermelhos), que não atravessa o vidro comum.

O vapor de água e, principalmente, a alta concentração do dióxido de carbono (CO₂) lançado na atmosfera formam uma camada que é transparente às ondas eletromagnéticas que chegam do Sol, mas é sensivelmente opaca à radiação infravermelha emitida pela Terra aquecida. O aumento progressivo da quantidade de CO₂ na atmosfera, devido à crescente queima de derivados de petróleo e das florestas, tende a

¹⁶Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u10688.shtml>. Acesso em: 18/08/2014.

aumentar a temperatura média do planeta. As estimativas atuais projetam que esse aumento possa atingir até 10,5C ainda neste século!

O efeito estufa provocará várias alterações climáticas no planeta, que, por sua vez, causarão o aumento do nível do mar e, conseqüentemente, a inundação de áreas litorâneas, grandes enchentes e secas. A situação não é catastrófica, mas é preocupante.

Tarso Paulo Rodrigues é professor e coordenador de física do Colégio Augusto Laranja

MAPA CONCEITUAL

Mapas conceituais são diagramas que indicam uma relação entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos, relações significativas ou hierarquia conceitual. Para representá-los, pode-se usar figuras geométricas como elipses, retângulos, círculos, linhas e setas. Eles podem seguir um modelo hierárquico ou não, na qual conceitos mais inclusivos estão no topo (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior), ou ainda o conceito inclusivo pode ocupar o centro do mapa.

Como podem ser usados

O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (Moreira e Buchweitz, 1993).

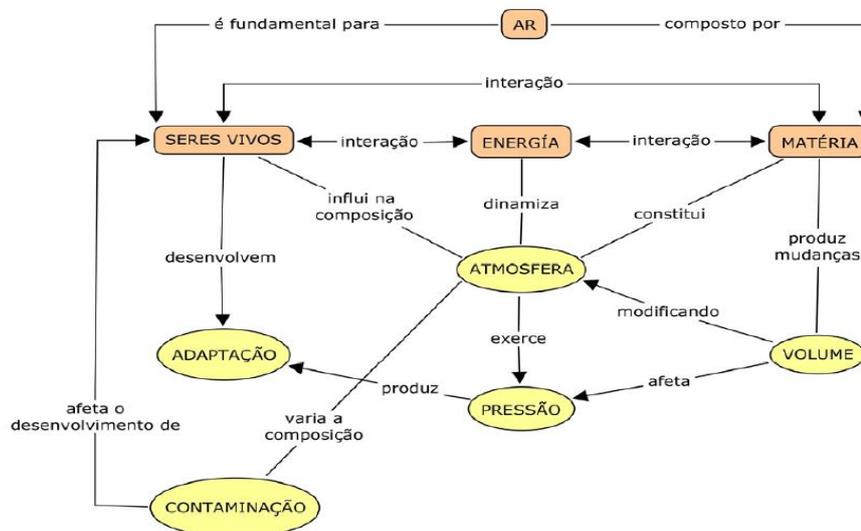


Figura 10: Exemplo de mapa conceitual(Atmosfera)

Veja o exemplo acima onde o conceito inclusivo é ATMOSFERA e os demais são os conhecimentos gerais em relação ao tema. Os conhecimentos gerais devem ser interligados através de setas contendo palavras que justifiquem a correlação entre os conceitos dando um sentido de direção para determinada relação conceitual. As linhas são utilizadas para indicar um único sentido na relação entre os conceitos.

ATIVIDADE

Agora você irá construir um mapa conceitual envolvendo os seus conhecimentos sobre o tema CALOR e suas relações com as questões socioambientais.

Apêndice 1H

Plano de Aula 7

CONSTRUINDO UMA MOLÉCULA

OBJETIVO GERAL

Diferenciar átomo de molécula e representar a forma molecular das substâncias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever as diferenças entre átomos e moléculas;
- Construir moléculas simples a partir da coleta de átomos;
- Reconhecer que o índice numa forma molecular indica o número de átomos na molécula;
- Associar nome de moléculas comuns a múltiplas representações.

PROCEDIMENTO¹⁷

Os alunos formarão duplas para a realização da atividade que será o uso de um simulador presente no link acima. O simulador¹⁸ permitirá que o aluno colete átomos presentes em bacias e arraste-os para a parte superior, tentando formar uma molécula que esteja exemplificada com sua forma molecular representada ao lado direito do simulador. A cada molécula formada o aluno vai completando coleções e a cada coleção o número de átomos vai aumentando passando, assim, da formação de moléculas simples a moléculas múltiplas e também moléculas maiores. Logo após o uso do simulador o aluno fará uma atividade correspondente ao conteúdo do simulador.

¹⁷A atividade será realizada com computadores com acesso a internet.

¹⁸ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-a-molecule. Acesso em: 22/09/2014

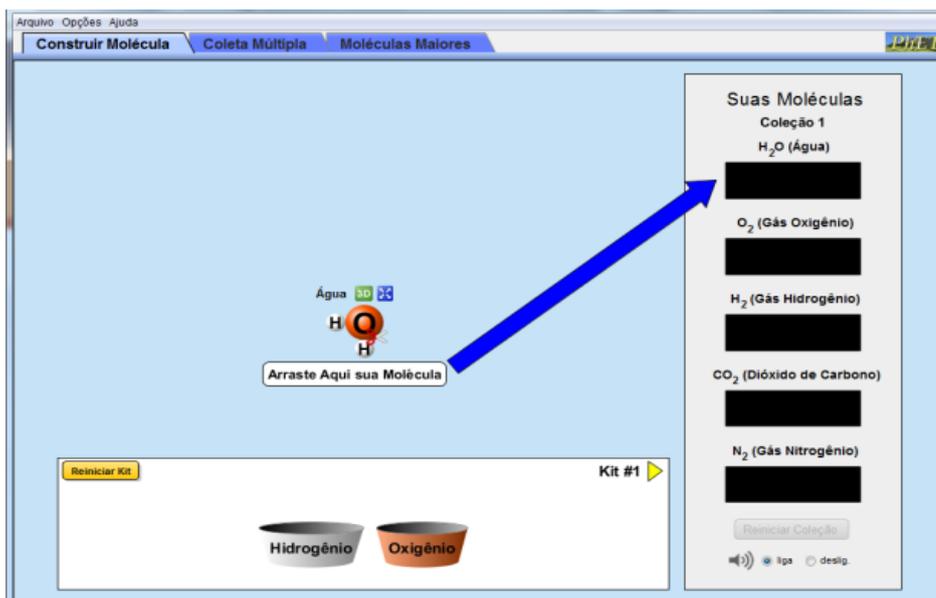


Figura 11: Simulador Construa uma molécula

AVALIAÇÃO

Realizar um exercício, no qual o aluno deverá ser capaz de compreender que o número de átomos é que constrói e caracteriza uma molécula.

Propor aos estudantes que desenhem uma molécula, caracterizando-a e identificando-a através do número de átomos usados em sua confecção.

REFERÊNCIAS

[UCB 2014] University of Colorado Boulder PhET Interactive Simulations: Construa uma molécula. 2014. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-a-molecule. Acesso em: 20/09/2014.

ROTEIRO AULA “CONSTRUINDO UMA MOLÉCULA”

Aluno(a) _____ N°: _____ Data: _____

Para realizar essa atividade você necessita de um computador com acesso à internet.¹⁹

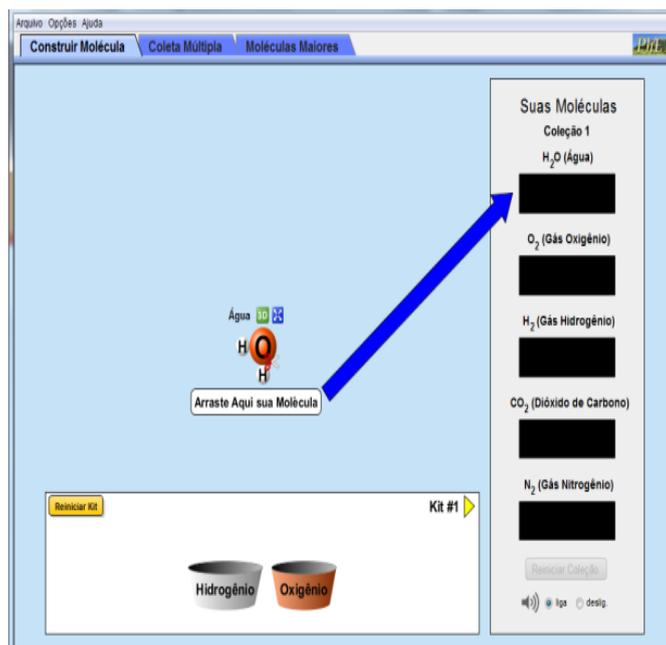


Figura 12: Simulador Construindo uma molécula

Ao acessar esse endereço eletrônico você encontrará um simulador que permite a formação de moléculas através da junção de átomos como: O (oxigênio), H (Hidrogênio), C (carbono), N (nitrogênio) entre outros que fazem parte dos elementos da tabela periódica.

Ao abrir o simulador você encontrará na parte inferior bacias contendo os átomos referentes à formação de algumas moléculas que estarão representadas por sua forma molecular ao lado direito. A cada molécula formada, a caixinha retangular abaixo da forma molecular piscará avisando que a molécula foi formada corretamente, devendo ser arrastada para dentro dessa caixa e um sinal sonoro será enviado completando a atividade.

¹⁹Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-a-molecule. Acesso em 22/09/2014.

Logo acima da caixa que contém as bacias há uma inscrição referente a cada Kit de átomos, onde você pode voltar caso erre na coleta para a formação da molécula.

Depois de construir uma sequência de cinco moléculas corretamente, você estará completando uma coleção e a cada coleção que passa, irá aumentar o número de átomos para confecção de diferentes moléculas (múltiplas e maiores), ou simplesmente você pode selecionar essas coletas ao lado superior esquerdo do simulador.

A atividade vai se repetindo até que você compreenda como se forma as diferentes moléculas das substâncias.

ATIVIDADES: Construindo uma molécula

Aluno(a) _____ N°: _____ Data: _____

1. Monte as moléculas abaixo e diga quantos e quais átomos foram necessários para construí-las?

Água: _____

Gás oxigênio: _____

Dióxido de carbono: _____

Gás nitrogênio _____

Na forma molecular do Etileno ($C_2 H_4$) quantos átomos foram necessários para a sua formação?

Quantos átomos de carbono foram necessários para compor a molécula do carbono referente ao etileno?

Dê um exemplo de molécula múltipla:

Marque a resposta correta:

As moléculas maiores são:

a () as moléculas que tem um número maior de H (hidrogênio);

B () as moléculas que tem um número maior de O (oxigênio);

C () as moléculas que tem um número maior de átomos.

Desenhe uma molécula qualquer, representando e diferenciando os átomos dela pertencentes, assim como o nome de cada um.

Apêndice 1I

Plano de Aula 8

ESTADOS DA MATÉRIA

OBJETIVO GERAL

Compreender como se apresentam as moléculas nos estados sólido, líquido e gasoso da matéria, classificando as substâncias quanto ao seu número de átomos e/ou moléculas relacionando a temperatura dessas substâncias com a velocidade desses átomos e/ou moléculas nos diferentes estados da matéria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Descrever as características de três estados da matéria: sólido, líquido e gasoso nas diferentes substâncias;

Predizer como a variação da temperatura pode mudar o comportamento dos átomos e/ou moléculas dessas substâncias.

Comparar os átomos e/ou as moléculas nos três diferentes estados da matéria;

Reconhecer que as diferentes substâncias não têm o mesmo comportamento para os diferentes estados físicos;

Relacionar a velocidade dos átomos e/ou moléculas com a temperatura.

PROCEDIMENTO

A atividade será realizada com computadores com acesso a internet no endereço eletrônico: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics. Os alunos formarão duplas para a realização da atividade que será o uso de um simulador presente no link acima. O aluno deverá escolher entre as quatro tipos de substâncias, bem como o estado da matéria que preferir. Esta escolha pode ser aleatória, visto que ele pode experimentar todas as fases possíveis entre os estados: sólido, líquido e gasoso, podendo também variar sua temperatura e observar os diferentes comportamentos moleculares dessas substâncias frente a essas variações de temperatura.

ATIVIDADE

O aluno receberá uma folha contendo o desenho do comportamento molecular de diferentes substâncias, referentes às suas fases da matéria devendo classificar essas substância quanto ao número de átomos, estado da matéria e variação de temperatura (conversão de Kelvin para Celsius)

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita com a correção do exercício.

REFERENCIAL

[UCB 2014-2] University of Colorado Boulder PhET Interactive Simulations: Estados da Matéria. 2014. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics. Acesso em: 20/09/2014.

ROTEIRO DE ATIVIDADE

ESTADOS DA MATÉRIA

PROCEDIMENTO

Para a realização dessa atividade será necessário que o aluno faça o uso de um computador com acesso à internet para utilização do Simulador de estados da matéria.²⁰

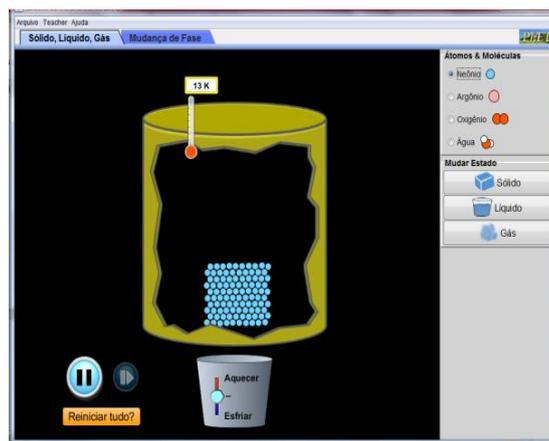


Figura 13: Simulador de estados da matéria

O simulador apresenta átomos e moléculas de diferentes substâncias, ou seja, sendo três gases (Neônio, Argônio e Oxigênio) e um líquido (água). O Gás Neônio e Argônio, classificados como gases monoatômicos por apresentam apenas um átomo, o oxigênio é diatômico e a água fica classificada nos poliatômicos.

Além dessa classificação o aluno poderá escolher o estado físico (sólido, líquido e gasoso) em que se apresenta a substância, assim como sua temperatura, que se apresenta na escala Kelvin.

A escolha da substância é feita clicando-se na bolinha ao lado esquerdo do nome da substância. O estado da matéria também é escolhido clicando-se sobre o nome do estado, e a temperatura pode ser variada ao clicar em cima da bolinha azul que divide (aquecer e esfriar) arrastando-se para cima ou para baixo conforme aumento ou diminuição da temperatura.

²⁰ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics. Acesso em: 31/10/2014

Ao variar a temperatura o aluno poderá observar o comportamento molecular das substâncias nos diferentes estados da matéria e assim relacionar a velocidade das moléculas com a temperatura e conseqüentemente.

E desta maneira o aluno poderá repetir várias vezes com as diferentes substâncias e observar o comportamento molecular de cada uma delas. (Neônio, Água e Oxigênio).

ATIVIDADE SIMULADOR ESTADOS DA MATÉRIA

Para o gás **NEÔNIO**

Escolha o estado **SÓLIDO**

Varie a temperatura, observe e registre: o valor da temperatura inicial e o valor da temperatura final;

Registre o que acontece em relação à velocidade de movimentação das moléculas e o espaço ocupado por essas moléculas quando você varia a temperatura;

Registros:

Escolha o estado **LÍQUIDO**;

Varie a temperatura, observe e registre: o valor da temperatura inicial e o valor da temperatura final;

Registre o que acontece em relação à velocidade de movimentação das moléculas e o espaço ocupado por essas moléculas quando você varia a temperatura;

Registros:

Escolha o estado **GASOSO**;

Varie a temperatura, observe e registre: o valor da temperatura inicial e o valor da temperatura final;

Registre o que acontece em relação à velocidade de movimentação das moléculas e o espaço ocupado por essas moléculas quando você varia a temperatura

Registros:

Para a **ÁGUA**

Escolha o estado **SÓLIDO**;

Varie a temperatura, observe e registre: o valor da temperatura inicial e o valor da temperatura final;

Registre o que acontece em relação à velocidade de movimentação das moléculas e o espaço ocupado por essas moléculas quando você varia a temperatura;

Registros:

Escolha o estado **LÍQUIDO**;

Varie a temperatura, observe e registre: o valor da temperatura inicial e o valor da temperatura final;

Registre o que acontece em relação à velocidade de movimentação das moléculas e o espaço ocupado por essas moléculas quando você varia a temperatura;

Registros:

Escolha o estado **GASOSO**;

Varie a temperatura, observe e registre: o valor da temperatura inicial e o valor da temperatura final;

Registre o que acontece em relação à velocidade de movimentação das moléculas e o espaço ocupado por essas moléculas quando você varia a temperatura.

Registros:

Com o gás **OXIGÊNIO** você poderá repetir os passos acima.

Para o **OXIGÊNIO**

Escolha o estado **SÓLIDO**;

Varie a temperatura, observe e registre: o valor da temperatura inicial e o valor da temperatura final;

Registre o que acontece em relação à velocidade de movimentação das moléculas e o espaço ocupado por essas moléculas quando você varia a temperatura.

Registros:

Escolha o estado **LÍQUIDO**;

Varie a temperatura, observe e registre: o valor da temperatura inicial e o valor da temperatura final;

Registre o que acontece em relação à velocidade de movimentação das moléculas e o espaço ocupado por essas moléculas quando você varia a temperatura.

Registros:

Escolha o estado **GASOSO**;

Para o estado **GASOSO**

Varie a temperatura, observe e registre: o valor da temperatura inicial e o valor da temperatura final;

Registros:

Após realizar o experimento com os três substâncias (Neônio, água e oxigênio) compare e registre na tabela abaixo as características em comum que as três substâncias apresentam em seus respectivos estados :

Estados da Matéria	SÓLIDO		LÍQUIDO		GASOSO	
	$T_{INICIAL}$	T_{FINAL}	$T_{INICIAL}$	T_{FINAL}	$T_{INICIAL}$	T_{FINAL}
NEÔNIO						
ÁGUA						
OXIGÊNIO						

Conclusões:

Apêndice 1J

Plano de Aula 9

EFEITO ESTUFA

OBJETIVO

Compreender a importância do efeito estufa para o planeta e quais as causas que intensificam esse fenômeno, quais os aspectos positivos e negativos do efeito estufa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar qual o entendimento dos estudantes frente às questões problematizadoras em relação ao tema;

Desmistificar que o efeito estufa seja um problema para o planeta;

Definir o conceito de Radiação Térmica;

Compreender que o aquecimento global resulta da variação na porcentagem dos gases (CFC) que compõe o Efeito Estufa;

Entender que os gases presentes na atmosfera, nas quantidades certas, são de grande importância para o planeta;

Perceber o conceito e a real importância do Efeito estufa e como está relacionado ao aquecimento global.

PROCEDIMENTO

A atividade será realizada inicialmente com questões problematizadoras sobre o tema. Logo após será feita uma leitura de texto sobre o efeito estufa e ao final da aula os alunos assistirão a um vídeo explicativo²¹. Os alunos formarão duplas para a realização da atividade.

ATIVIDADE

²¹Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nr0e4pOgAHQ>. Acesso em: 08/10/2015.

Os alunos responderão as questões propostas, lerão o texto e assistirão ao vídeo.

O primeiro encontro e os demais eram de cem minutos, ou seja, duas aulas de cinquenta minutos cada e sempre nas quartas feiras pelo turno da manhã.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita com a correção das questões propostas.

REFERÊNCIAS

[Freitas 2014] Freitas, Eduardo De. "Efeito Estufa"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/geografia/efeito-estufa.htm>>. Acesso em 23 de setembro de 2014.

Vídeo. Efeito Estufa. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nr0e4pOgAHQ>. Acesso em: 08/08/2014.

QUESTÕES PROBLEMATIZADORAS

As questões que deram início a aula foram: Qual o motivo do aquecimento global? O ser humano tem participação neste problema? De que maneira? O aquecimento global tem relação com o Efeito Estufa?

TEXTO EFEITO ESTUFA²²

A Terra e sua atmosfera absorvem a energia radiante vinda do Sol. A Terra, também, emite radiação terrestre, a maior parte dela escapa para o espaço (externo a atmosfera). A absorção dessa energia do Sol e a emissão da radiação Terrestre possuem taxas aproximadamente iguais até atingir a uma temperatura média de equilíbrio.²³

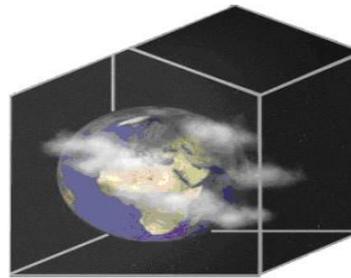


Figura 14: Efeito Estufa

A Temperatura da Terra aumenta quando aumenta a incidência de energia radiante ou quando diminui o escape da radiação terrestre. O efeito estufa é o aquecimento da atmosfera mais baixa provocada pelo balanço (resultado) entre a absorção da radiação solar e a emissão da radiação terrestre.

Por causa da alta temperatura do Sol, a radiação solar é formada por ondas de alta frequência – ultravioleta, luz visível e ondas da parte mais alta da região de infravermelho do espectro.

A atmosfera é transparente a grande parte dessa radiação, especialmente à luz visível, de modo que a radiação solar alcança facilmente a superfície da Terra, onde é absorvida. A superfície terrestre “re-irradia” a energia em baixas frequências principalmente nos comprimentos mais longos do infravermelho.

²²HEWITT, P. G. **Efeito Estufa**. In: Física Conceitual. 9ª Ed. Porto Alegre: Bookmann, 2002.

²³ Efeito Estufa. Imagem disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/efeito-estufa.htm>. Acesso em: 08/08/20124

Determinados gases atmosféricos (principalmente vapor d'água e gás carbônico) absorvem e reemitem grande parte dessa radiação de comprimento de onda longo de volta para a Terra. De modo que a radiação de comprimento de onda longo, que não escapa da atmosfera terrestre, ajuda-a a mantê-la aquecida.

Assim, o efeito estufa é um evento natural que favorece a proliferação da vida no planeta Terra, e tem como finalidade impedir que a Terra esfrie demais, pois se a Terra tivesse a temperatura muito baixa, certamente não teríamos tantas variedades de vida. Isso é bom, pois sem ela a Terra seria gélida – cerca de -18°C .

O efeito estufa recebeu esse nome a partir das estufas de vidro usadas pelos agricultores e floristas para “reter” a energia solar. O Vidro é transparente às ondas da luz visível, mas opaco às radiações ultravioleta e infravermelha. O vidro atua como uma espécie de válvula unidirecional.

O vidro atua como uma espécie de válvula unidirecional, ele permite que a luz visível entre na estufa, mas impede os comprimentos de ondas mais longos de saírem de dentro do vidro.

Assim, os comprimentos de onda curtos da luz solar atravessam o telhado de vidro da estufa e são absorvidos pelo solo e pelas plantas, por sua vez, emitem ondas de infravermelho com comprimento de ondas longo. Essa energia não consegue atravessar o vidro e sair. O que aquece a estufa.

Curiosamente, nas estufas dos agricultores e floristas o calor é mantido principalmente pela habilidade do vidro de impedir que as correntes de convecção misturem o ar mais frio do exterior com o ar mais quente do interior. O efeito estufa desempenha um papel mais global da Terra do que no aquecimento das estufas.

Contudo, recentemente, estudos realizados por pesquisadores e cientistas, principalmente no século XX têm indicado que as ações antrópicas (ações do homem) têm agravado o nosso problema ambiental, que é o excesso de dióxido de carbono (CO_2) e outros dos assim chamados “gases do efeito estufa” que “retém” energia a mais e tornam a Terra quente demais.

O dióxido de carbono (CO_2) é produzido a partir da queima de combustíveis fósseis usados em veículos automotores movidos à gasolina e óleo diesel. Esse não é o único agente que contribui para emissão de gases, existem outros como as queimadas em florestas, pastagens e lavouras após a colheita.

Com o intenso crescimento da emissão de gases e também de poeira que vão para a atmosfera, certamente a temperatura do ar terá um aumento de aproximadamente 2°C

em médio prazo. Caso não haja um retrocesso na emissão de gases, esse fenômeno ocasionará uma infinidade de modificações no espaço natural e, automaticamente, na vida do homem. Dentre muitas, as principais são:

Mudanças climáticas drásticas, onde lugares de temperaturas extremamente frias sofrem elevações e áreas úmidas enfrentam períodos de estiagem. Além disso, o fenômeno pode levar áreas cultiváveis e férteis a entrar em um processo de desertificação.

Aumento significativo na incidência de grandes tempestades, furacões ou tufões e tornados.

Perda de espécies da fauna e flora em distintos domínios naturais do planeta.

Contribuir para o derretimento das calotas de gelo localizadas nos polos e, conseqüentemente, provocar uma elevação global nos níveis dos oceanos.

O tema "efeito estufa" é bem difundido nos mais variados meios de comunicação do mundo, além de revistas científicas e livros, no entanto a explicação é razoavelmente simples. Em razão de os gases se acumularem na atmosfera, a irradiação de calor da superfície fica retida na atmosfera e o calor não é lançado para o espaço; dessa forma, essa retenção provoca o efeito estufa artificial. Abaixo um esboço de como ocorre o efeito estufa natural e artificial ou provocado pelo homem.²⁴

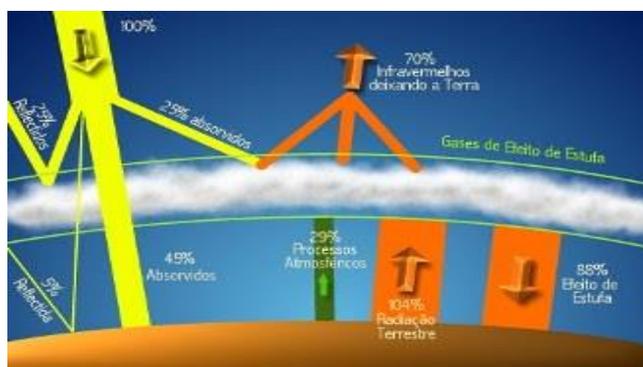


Figura 15: Efeito estufa natural favorável a vida na terra

²⁴ Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/efeito-estufa.htm>. Acesso em: 08/08/2014.

ATIVIDADE EFEITO ESTUFA

1) O que aconteceria com o planeta terra caso não existisse o EFEITO ESTUFA?

Explique: _____

2) Toda vez que entramos em um carro que ficou exposto ao sol por um certo tempo, e com os vidros fechados, percebemos o quanto fica quente em seu interior. Por quê? _____

3) A conservação do calor na Troposfera ocorre a partir da perda de energia da superfície terrestre. Esta, ao se resfriar, emite para a atmosfera radiações de ondas longas equivalentes à faixa do infravermelho, caracterizadas como calor sensível, que são retidas pelos gases de efeito estufa. O dióxido de carbono (CO₂) é o principal gás responsável em reter o calor na baixa atmosfera, mas o vapor d'água, o metano, a amônia, o óxido nitroso, o ozônio, e o clorofluorcarbono (conhecido como CFC, que destrói a camada de ozônio na Tropopausa/Estratosfera) também são gases causadores do efeito estufa. Além desses gases, a nebulosidade e o material particulado em suspensão no ar são importantes contribuintes no processo de aquecimento da Troposfera, uma vez que também atuam como barreira à livre passagem das radiações infravermelhas emitidas pela superfície. (Climatologia, Ed. Oficina de Textos.)

Com base nesse fragmento do texto e no vídeo sobre o efeito estufa, responda quais são as ações do homem, ou seja, da sociedade como um todo que contribuem para o aquecimento global?

4) Quais os principais gases responsáveis pelo EFEITO ESTUFA?

5) Qual a forma de transmissão dos raios solares até nosso planeta? E como ela ocorre? Relacione o calor e a temperatura nesse processo:

6)

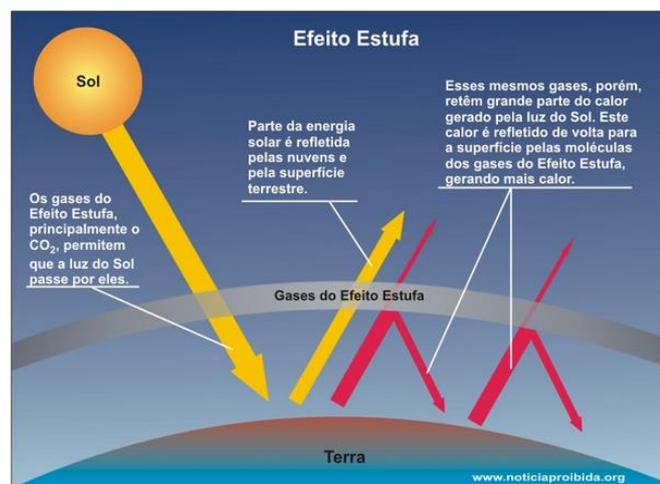


Figura: Efeito Estufa natural favorável a vida na terra
Fonte: <http://www.brasilecola.com/geografia/efeito-estufa.htm>

Com base nas informações que você obteve em relação ao Efeito Estufa disserte sobre possíveis soluções que contribuam para que nosso planeta não sofra as consequências do aquecimento global e diga que consequências são essas:

Apêndice 2

Termo de Consentimento

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA- IMEF
MNPEF- MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Objetivos da atividade:

Investigar como a aprendizagem dos conceitos físicos presentes na grande área termodinâmica pode ser potencializada com o uso de objetos virtuais articulados a metodologias baseadas em vertentes epistemológicas contemporâneas.

Informações gerais:

Para atingirmos esse objetivo é necessário obter informações quantitativas e qualitativas, junto aos estudantes, professores, gestores e demais membros da comunidade escolar, aplicando para isso, diferentes instrumentos de coleta de dados teóricos e empíricos, tais como: questionários, entrevistas, depoimentos, bem como os trabalhos e atividades realizadas pelos estudantes durante as aulas da disciplina de Física na turma 203, do ano letivo 2014 da Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas.

As informações fornecidas farão parte do corpus de dados da Dissertação "Calor e fenômenos térmicos: problematizando o uso dos objetos virtuais de aprendizagem (OVA) a partir de vertentes epistemológicas contemporâneas no Ensino Médio" e serão totalmente voluntárias, confidenciais e ninguém além da Professora Berenice Vahl Vaniel e da Pesquisadora Pro^{fa} Vera Maria Munhos Rubira terão acesso ao que você produzir. Seu verdadeiro nome não será escrito ou publicado em nenhum local. Toda informação será guardada com número de identificação.

Caso você deseje obter alguma informação relacionada à Pesquisa, contate Pro^{fa} Vera Maria Munhos Rubira (53) 32321219 e/ou a Professora Berenice Vahl Vaniel (53) 81281159.

Sua participação é voluntária, você pode recusar-se a responder a qualquer pergunta, bem como poderá desistir de participar desta atividade a qualquer momento.

Você tem alguma pergunta a fazer?

VERIFICAÇÃO DO CONSENTIMENTO

Eu, _____, com RG _____
e CPF _____, declaro que li os termos e justificativas acima, compreendendo-as e
aceitando-as plenamente. Conhecedor, ciente e concordante desses argumentos.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do Responsável (para menores)

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Data

Referências

- [Ciências 2008] **Ciência para Crianças**. Interferência: Sensação térmica: frio ou quente?. 2008. Disponível em: <http://www2.bioqmed.ufrj.br/ciencia/sensacao_termica/sensacao_termica1.htm>. Acesso em: 18/08/2014.
- [Ciências 2011] **Ciências de 5ª série** parte II. 2011. Disponível em: <https://accbarroso60.wordpress.com/2011/03/02/ciencias-de-5%C2%AA-serie-parte-ii/>. Acesso em: 10/08/2014.
- [Freitas 2014] Freitas, Eduardo de. "**Efeito Estufa**"; Brasil Escola. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/geografia/efeito-estufa.htm>>. Acesso em 23 /09/2014.
- [IF UFURGS] IF UFURGS. **Histórico**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/mef008_02/Beatriz/historico.htm>. Acesso em: 20/07/2014.
- [Maximo, 2000] Máximo, A.; Alvarenga, B. **Curso de Física - vol. 2**. São Paulo: Scipione, 2000.
- [Moraes 2007] Moraes, R.; Galiuzzi, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.
- [Ostermann, 1999] Ostermann, F.; Moreira, M. A. **A Física na Formação de Professores do Ensino Fundamental**. Porto Alegre, ed. Universidade/ UFRGS, 1999.
- [Rodrigues 2002] Rodrigues, Tarso de Paulo. **Física: A propagação do calor e o efeito estufa**. 2002. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u10688.shtml>. Acesso em: 08/08/2014.
- [Tesla 2012] Tesla, Wegener. **Calor y temperatura**. 2012. Vídeo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=m_Uvjs4mLmA. Acesso em: 01/08/2014.
- [UCB 2014] University of Colorado Boulder. PhET Interactive Simulations: **Construa uma molécula**. 2014. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-a-molecule. Acesso em: 22/09/2014.
- [UCB 2014-2] University of Colorado Boulder. PhET Interactive Simulations: **Estados da Matéria**. 2014. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics. Acesso em: 31/10/2014.
- [Vieira 2010] Vieira, André. **Calor, temperatura e sensação térmica**. 31/03/2010. Disponível em: <<http://interferenciafisica.blogspot.com.br/2010/03/calor-temperatura-e-sensacao-termica.html>>. Acesso em: 08/10/2014.