

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Eva Rita Machado Ferreira Crestani

OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS E A
INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA

Passo Fundo

2018

Eva Rita Machado Ferreira Crestani

OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS E A
INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA

Dissertação apresentada à banca examinadora e ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa Dra. Aline Locatelli.

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

C922t Crestani, Eva Rita Machado Ferreira
Os três momentos pedagógicos e a interdisciplinaridade no ensino
de ciências da natureza / Eva Rita Machado Ferreira Crestani. – 2018.
132 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Locatelli.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade de Passo Fundo, 2018.

1. Ciências (Ensino Fundamental). 2. Abordagem interdisciplinar
do conhecimento na educação. 3. Aprendizagem. 4. Prática de ensino.
I. Locatelli, Aline, orientadora. II. Título.

CDU: 372.85

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

Eva Rita Machado Ferreira Crestani

OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS E A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

A banca examinadora, em 23 de junho de 2018, aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial da exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Aline Locatelli – Orientadora
Universidade de Passo Fundo – RS.

Dr. Everton Bedin
Universidade Luterana do Brasil – RS.

Dr. Luiz Marcelo Darroz
Universidade de Passo Fundo – RS.

Dra. Carmen Sílvia Busin
Universidade de Passo Fundo – RS.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela coragem para enfrentar novos desafios, pela proteção de todos os dias, tenho a certeza de que está comigo sempre.

Ao meu esposo Pablo, amor da minha vida, paciente companheiro e incentivador, pelo apoio em todos os momentos.

À minha mãe e minhas irmãs, pelo exemplo, incentivo, amor e carinho.

À minha orientadora, pela confiança, amizade, pelos ensinamentos de Química e vida.

Aos professores do Programa de Mestrado, por tudo o que me ensinaram e pela amizade.

Aos colegas do Programa de Mestrado, pela colaboração e convivência.

Às colegas de escola, pela contribuição nesse trabalho de pesquisa.

É digna de nota a capacidade que tem a experiência pedagógica para despertar, estimular e desenvolver em nós o gosto de querer bem e o gosto da alegria sem a qual a prática educativa perde o sentido. É esta força misteriosa, às vezes chamada vocação, que explica a quase devoção com que a grande maioria do magistério nele permanece, apesar da imoralidade dos salários. E não apenas permanece, mas cumpre como pode seu dever. Amorosamente, acrescento. Mas é preciso, sublinho, que, permanecendo e amorosamente cumprindo o seu dever, não deixe de lutar politicamente, por seus direitos e pelo respeito à dignidade de sua tarefa, assim como pelo zelo devido ao espaço pedagógico em que atua com seus alunos.

Paulo Freire

RESUMO

A atual realidade nas nossas escolas evidencia a necessidade de um ensino inter-relacionado, um ensino que auxilie o aluno, além da construção do conhecimento, à compreensão mais ampla do mundo em que vive. O presente trabalho, vinculado à linha de pesquisa: Fundamentos Teórico-metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática buscou desenvolver um Produto Educacional (PE) com a intenção de contribuir para a promoção de tal ensino. Para tanto, foi elaborada, pelas professoras de Química, Física e Biologia, uma Sequência Didática (SD), fundamentada na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) e numa perspectiva interdisciplinar, de maneira que os conhecimentos de Química, Física e Biologia se inter-relacionassem. O PE, intitulado “O calor nosso de cada dia”, foi aplicado em uma turma da 2ª série do Curso Normal, Nível Médio, numa escola pública do município de Santa Rosa - RS. Os dados foram obtidos através dos encontros realizados com as professoras participantes da pesquisa, bem como das aulas aplicadas com os alunos através de um Diário de Bordo (DB), onde cada professor fez os registros das suas observações e reflexões durante o desenvolvimento das aulas; esta dissertação é acompanhada do Produto Educacional, que encontra-se disponível no endereço <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/207043>.

Palavras-chave: Três Momentos Pedagógicos. Ensino de Ciências. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The current reality in our schools highlights the need for interrelated teaching, teaching that helps the student, beyond the construction of knowledge, the broader understanding of the world in which he lives. The present work, linked to the line of research: Theoretical-methodological Foundations for Science and Mathematics Teaching sought to develop an Educational Product (PE) with the intention of contributing to the promotion of such teaching. For that, a Teaching Sequence (SD) based on the Three Pedagogical Moments (3MP) dynamics was elaborated by the professors of Chemistry, Physics and Biology and in an interdisciplinary perspective, the way in which the knowledge of Chemistry, Physics and Biology inter-related. The EP, titled "Our daily heat", was applied in a class of the second serie of Normal Course, Medium Level, in a public school in the municipality of Santa Rosa - RS. The data were obtained through the meetings held with the teachers participating in the research, as well as the classes applied with the students through a Logbook (DB) where each teacher recorded their observations and reflections during the course development; this dissertation accompanies the educational product, which is available at <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/207043>.

Keywords: Three Pedagogical Moments. Science teaching. Interdisciplinarity.

LISTA DE GRÁFICOS E FIGURAS

Gráfico 1 – Total de publicações por categoria.....	34
Figura 1 – Livros de Química – PNLD 2015.	46
Figura 2 – Mapa Mental produzido pelas professoras.....	64
Figura 3 – Alunos executando as atividades propostas	67
Figura 4 – Realização de atividade experimental	68
Figura 5 – Estimando a quantidade de energia fornecida.....	69
Figura 6 – Apresentação dos livros	71
Figura 7 – Livros Didáticos produzidos pelas alunas – Parte 1	72
Figura 8 – Livros Didáticos produzidos pelas alunas – Parte 2	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Total dos trabalhos, divididos em categorias, publicados entre 2010 a 2016.	34
Tabela 2 – Livros de Química – PNLD 2015.....	46
Tabela 3 – Descrição dos encontros com as professoras.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS

3MP	Três Momentos Pedagógicos
AC	Análise de Conteúdo
AC	Aplicação do Conhecimento
AT	Abordagem Temática
CED/CNE	Câmara Nacional de Educação/Conselho Nacional de Educação
DB	Diário de Bordo
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EDEQ	Encontro de Debates sobre o Ensino de Química e Saberes Docentes
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
OC	Organização do Conhecimento
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PE	Produto Educacional
PI	Problematização Inicial
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PNLD	Plano Nacional do Livro Didático
SA	Situação de Aprendizagem
SD	Sequência Didática
SE	Situação de Estudo
SINTEC	Seminário Internacional de Educação em Ciências
TICs	Tecnologias da Informação e da Comunicação
UA	Unidade de Aprendizagem
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
UNIJUI	Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	APORTES TEÓRICOS	19
2.1	A Interdisciplinaridade.....	19
2.1.1	<i>A Interdisciplinaridade nos Documentos Oficiais da Educação</i>	25
2.2	Os Três Momentos Pedagógicos (3MP).....	31
2.2.1	<i>Os Três Momentos Pedagógicos (3MP) no Ensino de Química: um Estado da arte</i>	32
2.2.2	<i>Sequência didática e a aprendizagem discente: uma ação para a prática docente ..</i>	43
2.3	A Termoquímica nos Livros Aprovados pelo PNLD 2015	44
3	METODOLOGIA	52
3.1	O público alvo	52
3.2	Produto Educacional e sua Aplicação	53
3.2.1	<i>Elaboração do Produto com as professoras</i>	53
3.3	A Pesquisa	55
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	58
4.1	Entrevista Semiestruturada com as professoras	58
4.1.1	<i>Categoria 1 – Compreensão sobre interdisciplinaridade.....</i>	58
4.1.2	<i>Categoria 2 – Conhecimento sobre o Uso de Temas</i>	59
4.1.3	<i>Categoria 3 – O Conceito de Calor e o Trabalho Pedagógico</i>	61
4.1.4	<i>Categoria 4 – Dificuldades na Realização de um Trabalho Interdisciplinar.....</i>	62
4.2	Elaboração da Sequência Didática	63
4.3	Aplicação da Sequência Didática	64
4.4	Avaliação da Sequência Didática realizada com as alunas.....	73
4.4.1	<i>Primeiro Momento – Problematização Inicial: Resgatando os conhecimentos prévios e despertando a curiosidade e interesse.....</i>	74
4.4.2	<i>Segundo Momento – Organização do Conhecimento – Integração entre os conhecimentos, aprendizagens, dificuldades e memórias compartilhadas.....</i>	75
4.4.3	<i>Terceiro Momento Pedagógico – Aplicação do Conhecimento – o resultado da motivação na construção de novos conhecimentos.....</i>	77
4.5	Avaliação dos Encontros realizados com as professoras	80
4.5.1	<i>A interdisciplinaridade como ação no trabalho pedagógico.....</i>	80
4.5.2	<i>Os 3MP e o uso de temas na sala de aula.....</i>	81
4.5.3	<i>Aprendizagens e interações entre alunos e professores evidenciadas na pesquisa... </i>	83

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICE A – Roteiro Entrevista com as professoras – Início da pesquisa.....	96
	ANEXO A – Artigo trabalhado no encontro com as professoras	98
	ANEXO B – Artigo utilizado na formação com as professoras	119

1 INTRODUÇÃO

Em 2005, ingressei¹ no curso de Química Licenciatura da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). O primeiro desafio na minha vida profissional foi conciliar o trabalho diário com as aulas da graduação. Durante a graduação tive contato com a pesquisa nas aulas das disciplinas de Pesquisa em Ensino de Ciências I e II e Pesquisa em Ensino de Química I e II. Em 2010, com a orientação da professora da disciplina, Clarinês Hames, publiquei o meu primeiro artigo científico, cujo título é: “Professor de Ciências e Química: reflexões sobre os motivos que influenciam nesta decisão.” O artigo foi apresentado no Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – EDEQ. Considero este momento como marcante em minha vida de estudante e profissional, porque foi neste momento em que me envolvi na prática do Ensino de Química e nos temas relacionados com a formação docente e as práticas pedagógicas de ensino.

A partir do incentivo para a escrita desse artigo comecei a tomar gosto pela pesquisa. Acredito que quando se adentra neste caminho e toma-se gosto por ser professor pesquisador, nunca mais abandona-se tal postura. Recordo-me que a visão de aluna ficou altamente ampliada com as relações diárias favorecidas com essa pesquisa; deixei de ser apenas uma aluna ouvinte, tornei-me participante ativa na construção do conhecimento. Essa experiência foi riquíssima e de grande aprendizado.

Ainda, durante a graduação, tive o contato com a proposta desenvolvida por professores da UNIJUÍ, a Situação de Estudo (SE). Na vivência das práticas desenvolvidas a partir dessa temática, direcionei o meu interesse pelo estudo da interdisciplinaridade e as práticas pedagógicas que contemplam essa proposta curricular para o ensino. Foram ricas as experiências vivenciadas com essa proposta de ensino nos estágios da graduação, pois a elaboração e aplicação dessa proposta em sala de aula me oportunizaram a experiência de um ensino interdisciplinar e a oportunidade de conhecer metodologias que pensam o ensino para além do tradicional, além da própria disciplina. O repensar essa prática e os questionamentos alavancados com essas experiências me impulsionaram a pensar em um ensino voltado à realidade dos alunos e à amplitude do conhecimento.

No segundo semestre de 2010, coleí grau como licenciada em Química pela UNIJUÍ. O título do trabalho de conclusão do curso foi: “A Pesquisa em Química e para o Ensino de Química na Formação Inicial: Um olhar sobre o Curso de Química Licenciatura e as Políticas

¹ A fim de tornar o tom da escrita mais pessoal, opto, em algumas partes do texto, pelo emprego da primeira pessoa do singular.

de Currículo”, sob orientação do professor Dr. Otavio Aloisio Maldaner, a quem faço referência com muita admiração.

Em 2011, ingressei no Curso de Especialização em Interdisciplinaridade e Práticas Pedagógicas na Educação Básica da Universidade Federal Fronteira Sul (UFFS). Passei a ter contato com uma excelente equipe de professores, o que me permitiu adquirir mais conhecimentos e aprofundá-los à luz da ciência e do rigor que o curso exige. Tudo isso resultou em uma monografia intitulada “A Interdisciplinaridade e o Ensino de Química: Um olhar para Propostas de Ensino da Região Sul do País”, com a Orientação da Professora Dra. Judite Scherer Wenzel.

Nessa monografia, o olhar foi para as diferentes propostas de ensino que estão sendo desenvolvidas na região sul do país, e que em seus documentos e propostas de ensino sugerem a construção interdisciplinar de pensamento, a inter-relação entre os saberes, superando o ensino apenas tradicional. As propostas anteriormente referidas e que foram analisadas são a SE e a Unidade de Aprendizagem (UA). Aliado a isso, para ampliarmos o nosso entendimento sobre aspectos de um ensino interdisciplinar na Química, realizamos uma análise documental em textos oficiais e não oficiais que perpassam o currículo. A apresentação da monografia ocorreu em julho de 2013.

A partir dessa monografia, muitas oportunidades surgiram para divulgar os estudos realizados com esse trabalho. Tive um trabalho selecionado para apresentar no 32º EDEQ: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química e Saberes Docentes: memórias, narrativas e práticas, em 2012. No mesmo ano, tive a oportunidade de apresentar um trabalho de pesquisa no Seminário Internacional de Educação em Ciências (SINTEC).

Em dezembro de 2012, fui nomeada professora de Química na Rede Estadual de Ensino Público. No ano letivo de 2013, iniciei efetivamente como professora de Química, trabalhando com alunos do Ensino Médio e Curso Normal – curso voltado para a formação de professores em nível médio.

Logo em seguida, em 2014, a proposta de trabalho se estendeu para trabalhar também como professora de Química no Ensino Particular e, em 2016, assumi como professora de Química no Ensino Superior, nos cursos de Agronomia e Engenharia de Produção na Sociedade Educacional Três de Maio - SETREM.

A partir das experiências em sala de aula, comecei a refletir sobre a minha prática docente, principalmente nas aulas de Química trabalhadas no Curso Normal. No primeiro ano, iniciei na escola sem nenhuma experiência efetiva em sala de aula. Trabalhei o que havia sido planejado pelos professores da área. No segundo ano, em 2014, comecei a me

questionar sobre os principais objetivos do Ensino de Química, e a troca de ideias com alguns colegas, professores da escola, fez com que eu aperfeiçoasse minhas aulas. Os questionamentos foram aumentando, as dúvidas e inquietações, próprias de professora em início de profissão, foram me conduzindo para vários questionamentos: Quais são os reais objetivos de ensinar Química? Por que e para que ensinamos determinados conteúdos? Os conteúdos são um dos objetivos do ensino e o que mais? Fiz uma especialização em interdisciplinaridade, mas como eu estou trabalhando em sala de aula? Foram essas discussões, o repensar a minha prática, o refletir sobre os objetivos do ensino que me levaram a pesquisar o tema que proponho no projeto de pesquisa para o curso do Mestrado. Essa busca tem o objetivo de melhorar a minha prática de ensino, a minha sala de aula, a realidade da minha escola.

As pesquisas referentes a qualificação dos processos de ensino e aprendizagem na Educação Básica evidenciam a necessidade e a importância da realização de um ensino interdisciplinar e contextualizado, que direcione as ações em sala de aula para a realidade dos alunos e, ainda, para o que esperam apreender e conhecer quando chegam à escola. Além disso, acredito ser importante ampliar o referencial e o estudo sobre propostas temáticas junto ao ensino da Química, visando à qualificação dos processos de ensino e aprendizagem e despertando nos alunos o interesse e a curiosidade pelas ciências e pela alfabetização científica, a fim de que tomem consciência das complexas relações entre ciência e sociedade, ampliando o seu olhar sobre o mundo em que vivem.

Apesar de há anos existirem pesquisas e projetos que buscam avanços na área da educação, em especial no Ensino de Química, percebo que ainda hoje os conteúdos continuam sendo abordados, em muitas escolas, numa organização linear e de maneira fragmentada. “Tem-se a preocupação com a quantidade de conteúdos a serem ensinados e nem sempre com o porquê e com a qualidade do processo ensino/aprendizagem”, afirmam Giacomini e Muenchen (2015, p. 341). São utilizados os mesmos materiais didáticos, livros, apostilas, com pouca atenção para a significação de conceitos que permitam estimular o pensamento crítico do aluno sobre o mundo.

Assim, o Ensino de Química, por muitas vezes, é caracterizado como teórico, conteudista, fragmentado, distanciando-se da sua natureza experimental, investigativa e contextualizada. Decorre desse ensino que, para muitos alunos, as aulas de Química pouco contribuem para a sua formação e para o seu entendimento químico, pois a Química é vista como algo que precisa ser decorado, já que apresenta algumas regras e fórmulas; logo, não se percebe a importante contribuição dos conhecimentos químicos para a sociedade.

Em particular, para o Ensino de Química, as autoras Abreu e Lopes (2010) estão em defesa de um ensino interdisciplinar, pois:

[...] a utilização da interdisciplinaridade como estratégia de ensino capaz de tornar o Ensino de Química mais significativo para o aluno engloba desde uma nova forma metodológica até uma concepção mais problematizadora, quando aparece associada à formação de valores e de atitudes críticas considerados essenciais para o indivíduo como cidadão (ABREU; LOPES, 2010, p. 90).

Percebe-se, no dia a dia na escola, que é necessário que o professor possibilite espaços de diálogo entre esses diferentes saberes. Mas, como contribuir na formação de professores “interdisciplinares”? Como realizar um trabalho interdisciplinar na escola? O professor também precisa de condições formativas para isso, nos cursos de graduação, pós-graduação, na interação universidade-escola, em cursos de formação continuada, na interação com outros professores de diferentes áreas do conhecimento, mas “Como proporcionar esses espaços de trocas nas escolas?”

A partir dessa compreensão, as propostas curriculares atuais também defendem que o ensino contemple conteúdos científicos de relevância para a vida dos estudantes, para que esses aprendam a identificar os problemas e buscar soluções para os mesmos. Passou-se a perceber a necessidade de se relacionar o ensino das Ciências à vida diária, às experiências dos estudantes, trazendo a importância da compreensão dos problemas enfrentados pela sociedade, bem como as suas relações com o mundo interligado por sistemas de comunicação e tecnologias.

Partindo dessa preocupação e da busca por um Ensino de Química interdisciplinar, na presente pesquisa, realizou-se um projeto interdisciplinar em um curso de formação de professores em nível médio, contemplando aspectos da interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da Natureza na Educação Básica. Para isso, foram realizados encontros com as professoras dos componentes curriculares Química, Biologia e Física, a fim de realizar integrações conceituais entre essas disciplinas e elaborar uma Sequência Didática (SD), utilizando uma metodologia direcionada à resolução de problemas e ao uso de temas: Os Três Momentos Pedagógicos (3MP).

Nesse sentido, a proposta a ser desenvolvida no presente trabalho traz como principais questionamentos: Uma metodologia apoiada na problematização se mostra favorável à aprendizagem interdisciplinar em Ciências da Natureza? Quais aprendizagens são evidenciadas pelo envolvimento de professores e alunos numa prática interdisciplinar? Quais os desafios e as potencialidades encontradas num trabalho interdisciplinar?

Ao encontro dessas questões julga-se ser importantes e de conhecimento dos professores propostas como os Três Momentos Pedagógicos (3MP), fundamentadas na Abordagem Temática (AT), que têm como preocupação a aprendizagem dos alunos de maneira contextualizada com a sua realidade de vida.

Ressalta-se que a proposta do uso de temas também está descrita nos Parâmetros Curriculares Nacionais - “PCNs” (BRASIL, 1999). Nesse documento, a proposta de ensino é trabalhar com temas transversais, temas relacionados à realidade em que vivem os estudantes, modificando, assim, a organização tradicional das aulas e incentivando os professores a trabalharem situações da vivência dos alunos, contribuindo também com um trabalho interdisciplinar na escola, que possa envolver outras áreas do conhecimento e até mesmo a comunidade local.

Diante do cenário atual, das dificuldades encontradas no ensino, nas salas de aula, na formação de professores, no currículo, entre tantos outros problemas que a educação atual enfrenta, compreende-se que uma das possibilidades de trabalho potencialmente promissora para atender essa demanda é a organização do trabalho escolar a partir de temas.

A hipótese é de que, ao se trabalhar com temas que estejam de acordo com a realidade dos alunos, o interesse pelas aulas seja estimulado, pois estes terão a oportunidade de participar ativamente do processo, questionar mais e sentirem-se responsáveis pela realidade que os cerca. Assim, essas ações poderão contribuir, não só com a aprendizagem do conhecimento escolar, mas também contribuirão para a aprendizagem da cidadania, sociedade, cultura, tecnologia, ou seja, uma aprendizagem interdisciplinar.

O tema Energia é defendido por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007, p. 281), como sendo um conceito unificador. Os conceitos unificadores têm o papel de aproximar as várias ciências, preservando o nível de conhecimento, podendo criar vínculos entre pesquisadores, professores, currículos, para dialogar com os estudantes. Esses conceitos e conteúdos auxiliam para que a aprendizagem ocorra.

A grandeza energia é uma ponte segura que conecta os conhecimentos específicos de Ciência e Tecnologia. Conecta-os também a outras esferas de conhecimento, às contradições do cotidiano permeado pelo natural, tanto fenomênico como tecnológico. É essa grandeza que pode e deve, mais do que qualquer outra, balizar as tendências de ensino que priorizam hoje as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 280).

Acredita-se que oportunizando aos alunos um ensino de qualidade, onde aprendam a relacionar as disciplinas escolares com as atividades de pesquisa científica, com as tecnologias e

com os problemas sociais que convivem, eles podem ter uma aprendizagem satisfatória. Existem vários níveis de interação entre as disciplinas, multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar. Para Japiassú (1976) a multidisciplinaridade é apenas uma justaposição de várias disciplinas, em um determinado trabalho, sem que isso implique necessariamente em um trabalho de equipe e coordenado, e sem que as disciplinas sejam modificadas e enriquecidas com esse trabalho. Para Fazenda (1998), “em cursos multidisciplinares, perspectivas individuais são apresentadas em série, de forma enciclopédica, deixando as diferenças não examinadas em pressuposições subjacentes e a integração por conta dos alunos”.

Já na Interdisciplinaridade, conforme Japiassú (1976), ocorre uma intensidade das trocas entre os especialistas e um grau de integração real entre as disciplinas, ambas em um projeto específico de pesquisa, uma prática coletiva, superando as fronteiras das disciplinas, de modo que cada disciplina saia enriquecida desse projeto. Para Fazenda (1998), “nos cursos "interdisciplinares", as pressuposições subjacentes de diferentes materiais e abordagens são examinadas e comparadas de maneira a conseguir uma síntese integrada das partes que propiciam um entendimento mais amplo e mais holístico”.

Conforme Fazenda (2011, p. 91) “a interdisciplinaridade é uma exigência natural e interna das ciências, proporciona uma melhor compreensão da realidade que nos cerca”. Corroborando, Japiassú (1976) ajuíza que a interdisciplinaridade é considerada como uma necessidade para melhor compreensão da realidade, sendo essa impositiva para a formação integral do homem, permitindo a ele responder às necessidades de suas ações.

Para Fazenda (2000, p. 43) a transdisciplinaridade é uma síntese articuladora de diversos valores sociais, cognitivos, espirituais de uma realidade extremamente complexa, pois “é preciso chegar à unidade na qual o todo se reconstitui como uma síntese que, nessa unidade, é maior do que a soma das partes”. Para Japiassú (1976) está muito distante de conseguir chegar a um sistema total, de níveis e objetivos múltiplos, capaz de coordenar todas as disciplinas e interdisciplinas em um objetivo comum.

Nesse sentido, a pesquisa visou oportunizar aos alunos um ensino de Ciências da Natureza que os instigue a pensar de maneira interdisciplinar e, principalmente, que saibam interpretar e resolver situações do mundo em que vivem.

Dessa forma, o objetivo geral do presente trabalho foi avaliar as contribuições de um projeto interdisciplinar entre os componentes curriculares Química, Biologia e Física.

Assim, realizou-se um estudo sobre o conceito de interdisciplinaridade com o aporte teórico de autores que defendem tal proposta de ensino e um estudo sobre a proposta didática dos 3MP. Ainda, elaborou-se e aplicou-se uma SD integradora entre as disciplinas de

Química, Física e Biologia, utilizando a proposta dos 3MP, usando o conceito de Calor, voltada para alunos de um curso de formação de professores em nível médio. Além disto, realizou-se uma análise do desenvolvimento da proposta, refletindo sobre de que forma contribuiu para um ensino de Ciências da Natureza interdisciplinar. A referida SD trata-se do Produto Educacional que acompanha a presente dissertação.

A escolha do tema Calor está relacionada ao conteúdo escolar para essa série. Esse conceito está presente nas três disciplinas, nos conteúdos de Termoquímica (Química), Termologia e Termodinâmica (Física) e Fisiologia Humana (Biologia). Ele já está no plano de estudos para essa série, facilitando o pensar na inter-relação entre essas disciplinas do conhecimento.

A estrutura da presente pesquisa concentra-se no segundo capítulo, onde se apresenta o referencial teórico, sendo que este está dividido em subcapítulos. No primeiro subcapítulo é apresentada a proposta da interdisciplinaridade, seus referenciais teóricos principais, suas características e objetivos. Além disso, direciona-se um olhar para a interdisciplinaridade nos atuais Documentos Oficiais.

No segundo subcapítulo é apresentada a dinâmica dos 3MP, sua proposta de ensino, objetivos, características e referenciais que a contemplam.

Já no terceiro subcapítulo são expostos os resultados de uma pesquisa do tipo estado da arte, discutindo alguns trabalhos relacionados aos 3MP, à interdisciplinaridade, bem como ao conteúdo químico relacionado com a presente pesquisa: o tema Energia. Além disso, realiza-se a reflexão sobre como é abordado o conceito de Energia nos livros didáticos, nos documentos oficiais e no Plano Nacional do Livro Didático.

No capítulo três está a metodologia utilizada nessa pesquisa: como se obteve o levantamento de dados, coleta e análise de resultados. Assim, na parte 1 descreve-se o Produto Educacional (PE), apresentando-se os sujeitos da pesquisa e o contexto histórico da escola onde se realizou o trabalho. Na parte 2 foi abordada a natureza da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados. É feito, também, o relato sobre como foi realizada a análise dos dados da referida pesquisa.

Já, no quarto capítulo, encontram-se a análise e discussão dos resultados alcançados na presente pesquisa.

Por fim, nas considerações finais, são destacadas as reflexões realizadas ao longo da realização dessa pesquisa, a discussão sobre a importância da realização desse trabalho no contexto educacional e na formação inicial e continuada dos professores.

2 APORTES TEÓRICOS

2.1 A Interdisciplinaridade

No Brasil, um discurso interdisciplinar é percebido ao final da década de 60 influenciando na elaboração da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 5.692/71). Desde então, a interdisciplinaridade tem estado presente nas diversas discussões no âmbito da educação brasileira. Teve contribuição na nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/96) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Os pioneiros pelo estudo da interdisciplinaridade foram Georges Gusdorf e posteriormente Piaget. O primeiro autor influenciou o pensamento de Hilton Japiassú no campo da epistemologia e o de Ivani Fazenda no campo da educação. Como afirma Thiesen (2008):

[...] a interdisciplinaridade surge da necessidade, principalmente nos campos das ciências humanas e da educação, de superar a fragmentação e a especialização do conhecimento, causados por uma epistemologia de tendência positivista, originadas pelo empirismo, o naturalismo e o mecanicismo científico do início da modernidade (THIESEN, 2008, p. 546).

Nesse âmbito, entende-se que a proposta da interdisciplinaridade surgiu de um movimento que trabalhou na perspectiva do diálogo, na integração das ciências e do conhecimento, visando romper com uma visão simplista de especialização e de fragmentação nos diferentes campos do saber.

A preocupação com uma visão mais totalizadora da realidade esteve presente, primeiramente, nos estudos da área da filosofia, posteriormente, nas áreas das ciências sociais, sendo mais recente na área pedagógica, constituindo-se como uma alternativa de ensino. O estudo da interdisciplinaridade passou de uma época filosófica, na década de 1970, para uma fase posterior mais científica de discussão do seu lugar nas ciências humanas e na educação a partir da década de 1980 (THIESEN, 2008, p. 547).

A partir da leitura dos referenciais a respeito da interdisciplinaridade, constata-se que a palavra interdisciplinaridade traz implícita inúmeras possibilidades de interpretações e de compreensões. Apresenta-se aqui um esclarecimento sobre os autores referência no assunto, a fim de corroborar para o entendimento sobre a interdisciplinaridade. Fazenda (2011) diz que “[...] é impossível a construção de uma única, absoluta e geral teoria da interdisciplinaridade, mas é necessária a busca ou o desvelamento do percurso teórico

pessoal de cada pesquisador que se aventurou a tratar as questões desse tema” (FAZENDA, 2011, p. 13).

Japiassú (1976, p. 74), em sua obra *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*, define a interdisciplinaridade como: “axiomática comum a um grupo de disciplinas conexas e definida no nível hierárquico imediatamente superior, o que introduz a noção de finalidade. Sistema de dois níveis e de objetivos múltiplos; coordenação procedendo do nível superior”.

Assim, buscam-se alguns dos significados que vêm sendo atribuídos ao ensino interdisciplinar, para, no decorrer da pesquisa, embasar esse trabalho interdisciplinar na escola.

Encontram-se vários significados atribuídos para o termo interdisciplinaridade. Conforme Batista e Lavaqui (2007) os significados apresentados nas pesquisas revelam uma variação do entendimento conceitual sobre a mesma. Para Japiassú (1976), “quanto ao termo “interdisciplinar”, devemos reconhecer que não possui ainda um sentido epistemológico único e estável. Trata-se de um neologismo cuja significação nem sempre é a mesma e cujo papel nem sempre é compreendido da mesma forma” (JAPIASSÚ, 1976, p. 72).

Independentemente da definição que se encontra na literatura especializada, é importante ter a clareza de que a interdisciplinaridade está sempre voltada para a preocupação com a superação da fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos. Japiassú (1976) ressalta que o sentido é sempre o mesmo, a interdisciplinaridade “é caracterizada pela intensidade das trocas estabelecidas entre os sujeitos e pelo real grau de integração entre as disciplinas envolvidas em um projeto em comum” (JAPIASSÚ, 1976, p. 74).

Portanto, o mais importante não é somente atribuir um significado para a palavra interdisciplinaridade, mas buscar o seu sentido epistemológico; encontrar seu papel, suas implicações e as suas contribuições para o processo do conhecer e do ensinar. Em particular, para o Ensino de Química, as autoras Abreu e Lopes (2010) defendem que:

[...] a utilização da interdisciplinaridade como estratégia de ensino capaz de tornar o ensino de Química mais significativo para o aluno engloba desde uma nova forma metodológica até uma concepção mais problematizadora, quando aparece associada à formação de valores e de atitudes críticos considerados essenciais para o indivíduo como cidadão (ABREU; LOPES, 2010, p. 90).

Assim, é necessário compreender que para possibilitar a interdisciplinaridade no Ensino de Química é preciso que o professor, ao abordar um tema ou conteúdo em sala de aula, estabeleça relações com outros campos do saber. Realizar a aproximação ou integração entre conceitos das outras ciências, a fim de buscar responder, conhecer, e refletir aspectos da

sua disciplina e estabelecer relações com as questões sociais, científicas e tecnológicas, por exemplo. Para Freire (1987), a interdisciplinaridade transcorre no processo de construção do conhecimento do sujeito e suas relações com a sua realidade, sua cultura, possibilitando ao sujeito a reflexão crítica que o leva a realizar a integração entre suas partes.

Nesse mesmo sentido, destacam Abreu e Lopes (2010, p. 88), “para se entender como determinada questão afeta o indivíduo na sociedade, é preciso conhecer e inter-relacionar os diferentes conhecimentos envolvidos, pois eles não funcionam isoladamente ou disciplinarmente”. Justificando assim, a necessidade de haver um maior diálogo entre as ciências, entre as disciplinas, sendo que uma possibilidade é oportunizar a discussão sobre temas que inter-relacionem diferentes campos do saber.

A partir dos referenciais adotados foi possível denotar algumas características referentes à interdisciplinaridade, e que, no nosso entendimento, são indispensáveis de serem contempladas para caracterizar um ensino como interdisciplinar. Salienta-se que essas características não consistem numa receita, mas objetivam trazer indícios para uma reflexão sobre a prática do professor. Além disso, buscam a conscientização de por onde é possível começar ou, ainda, o que é preciso realizar para se ter, de fato, um ensino interdisciplinar.

Fazenda (2011) destaca duas categorias de problemas na execução de um trabalho interdisciplinar, o primeiro estaria na dificuldade da compreensão do significado antropológico e histórico da interdisciplinaridade, e o segundo estaria na ausência de um método, ou, pode-se dizer de uma receita, de saber quais os passos a serem seguidos para realizar um trabalho interdisciplinar.

Japiassú (1976) destaca alguns obstáculos tanto para a pesquisa quanto para o ensino interdisciplinar: a formação diferente dos sujeitos, o desafio de encontrar uma maneira em que ambos apresentem uma compreensão na linguagem e nos conceitos de cada área do conhecimento, uma relação de diálogo, trocas recíprocas. Para o autor, é preciso que cada especialista vá além do diálogo com o outro, mas tenha uma cultura mais ou menos extensa nas várias disciplinas, sendo incompreensível que cada especialista conheça exclusivamente sua área. Outro obstáculo destacado é a resistência por parte dos professores, pois estes se encontram numa zona de conforto. Em contrapartida, apresenta a inércia dos alunos, pois estes também se sentem confortáveis em contato com um conhecimento definido e delimitado, que não dá espaço para a crítica e o questionamento.

Nesse sentido julga-se pertinente uma discussão sobre algumas características que são inerentes a uma prática de ensino interdisciplinar.

Fazenda (2011) destaca que é preciso o professor ser mestre, saber aprender com o outro, com os mais jovens, porque os jovens têm o espírito inovador, criativo, mas que, ainda, não possuem a sabedoria, as experiências de vida do professor. Por isso, o professor precisa ser o condutor dessa relação, desse processo de aprendizagem, sabendo ver no aluno aquilo que o próprio aluno não havia visto nele mesmo, ou seja, um trabalho interdisciplinar não é qualquer coisa, precisa de um mediador, do professor para orientar o trabalho. Assim, o professor que deseja realizar um trabalho interdisciplinar precisa estar comprometido em suas ações, ter compromisso para com os alunos e precisa refletir continuamente sobre a sua prática (FAZENDA, 2011).

Aliado a isso, no trabalho interdisciplinar, o professor precisa usar as técnicas, as metodologias de ensino muitas vezes não utilizadas e ainda saber transformá-las e adequá-las à realidade dos alunos. Em outras palavras, “competência, envolvimento, compromisso marcam o itinerário desse profissional que luta por uma educação melhor, afirmando-a diariamente” (FAZENDA, 2011, p. 49).

Outro aspecto importante para um trabalho interdisciplinar consiste no uso da palavra, no diálogo e no conhecer o outro. Fazenda (2011) observa isso ao afirmar que,

[...] o homem vai atingindo o conhecimento de si na medida em que se revela. Esse conhecimento de si cresce na medida em que o homem procura conhecer o outro e esse conhecimento do outro só ocorre quando existe uma perfeita identificação entre o eu e o outro, ou seja, o homem só se realiza, só se conhece no “encontro” com o outro (FAZENDA, 2011, p. 55).

Nessa perspectiva, ressalta-se a importância da interação com o outro, do diálogo com os alunos em sala de aula e com os professores que trabalham na escola. Um trabalho interdisciplinar não pode ser solitário, ele implica em interações com o outro para além de um diálogo do leitor com o autor. Para Japiassú (1976, p. 26), “a exigência interdisciplinar impõe a cada especialista que transcenda sua própria especialidade, tomando consciência de seus próprios limites para acolher as contribuições das outras disciplinas”. Assim, a interdisciplinaridade requer um diálogo entre sujeitos e entre saberes.

Outro fator importante, refletido nos trabalhos de Fazenda (2011), é a questão da disciplina. O fato da palavra interdisciplinaridade não ter uma única definição acaba criando certas dúvidas nos professores com relação ao próprio conceito de disciplina, e isso, por sua vez, prejudica muito a ação de um trabalho interdisciplinar. A interdisciplinaridade impõe a disciplina, ela não rompe com a disciplina, mas a respeita em sua especificidade, permitindo que se inter-relacione com outras disciplinas do conhecimento.

A metodologia interdisciplinar em seu exercício requer como pressuposto uma atitude especial ante o conhecimento, que se evidencia no reconhecimento das competências, incompetências, possibilidades e limites da própria disciplina e de seus agentes, no conhecimento e na valorização suficientes das demais disciplinas e dos que a sustentam (FAZENDA, 2011, p. 69).

Nesse sentido, Japiassú (1976) também reforça a questão da interdisciplinaridade e da integração das disciplinas quando nos diz que:

O que podemos entender por disciplina ou disciplinaridade é essa progressiva exploração científica especializada numa certa área ou domínio homogêneo de estudo. Uma disciplina deverá, antes de tudo, estabelecer e definir suas fronteiras constituintes. Fronteiras estas que irão determinar seus objetos materiais e formais, seus métodos e sistemas, seus conceitos e teorias. Ora, falar de interdisciplinaridade é falar de interação de disciplinas (JAPIASSÚ, 1976, p. 61).

O diálogo e a troca estabelecida entre os professores de diferentes áreas permitem uma construção coletiva. É a reflexão coletiva que permite ver e compreender aspectos antes não vistos nas práticas individuais. Fazenda (2011) traz a importância de o professor perceber-se como interdisciplinar. Isso ocorre, por exemplo, quando ao ler um texto, percebe a necessidade de ir até outra ciência para compreender mais amplamente o que está escrito no texto. Mas, o mais difícil, segundo a autora, é o cuidado que se deve ter ao escolher os caminhos para uma prática interdisciplinar. Tornar-se interdisciplinar é também perceber que o outro também pode ser interdisciplinar.

[...] nada mais há que nos obrigue a fragmentar o real em compartimentos estanques ou em estágios superpostos, correspondendo às velhas fronteiras de nossas disciplinas. Pelo contrário, tudo nos leva a engajar-nos cada vez mais na pesquisa das aproximações, das interações e dos métodos comuns às diversas especialidades. Eis o que chamaremos de ‘pesquisas interdisciplinares’ (JAPIASSÚ, 1976, p. 40).

E assim, uma prática interdisciplinar implica numa revisão, reflexão das ações praticadas constantemente; sua construção se fundamenta na possibilidade de trocas intersubjetivas (FAZENDA, 2011). Portanto, um trabalho interdisciplinar, além de promover trocas entre os professores e estimular o autoconhecimento de cada um, deve contribuir para a ampliação das leituras a respeito do assunto, a fim de procurar desvendar aspectos não resolvidos nas práticas em sala de aula e ou na escola.

Fazenda (2011), em suas pesquisas, elaborou seis fundamentos de uma prática interdisciplinar. Fundamentos esses, segundo a autora, resultados dos anos de dedicação às pesquisas na área da interdisciplinaridade. Os referidos fundamentos de uma prática interdisciplinar consistem, segundo a autora (2011, p. 81-89):

- Num movimento Dialético que implica o exercício de a todo o momento o professor dialogar com suas próprias produções, de rever novos pressupostos antes não vistos. É destacada a importância da teoria-prática ou prática-teoria, no sentido do desdobramento de itens que levam à proposição de sínteses e ao surgimento de outras sínteses, um processo contínuo de reflexão na e sobre a ação.
- Na memória que se caracteriza como um recurso fundamental utilizado para rever nossas práticas. A importância da memória para revermos criticamente e em outras perspectivas as ações ocorridas na prática docente. Essa memória que Fazenda (2011) defende vem sendo também defendida por autores que propõem a escrita como meio de o professor lembrar e modificar a sua prática docente.
- Na parceria que consiste numa categoria mentora das práticas interdisciplinares. Estimular o diálogo com outras áreas do conhecimento e possibilitar um movimento de integração num movimento de troca de conhecimentos.
- Numa sala de aula interdisciplinar existe sempre uma integração no início, no meio e no fim. Nessa aula, todos são parceiros, apesar das necessárias relações assimétricas, pois a interdisciplinaridade é aprendida e ensinada, o que implica uma ação de perceber-se interdisciplinar.
- Aspectos de um projeto interdisciplinar: o primeiro aspecto é o respeito ao modo de ser de cada um. A interdisciplinaridade decorre do encontro entre as pessoas, muito mais do que entre as disciplinas. O segundo, precisa ser elaborado um projeto inicial, em que são expressos claramente seus objetivos, a fim de que as pessoas sintam interesse em fazer parte dele. O terceiro aspecto é que esse projeto contemple projetos pessoais de vida, por isso é um movimento lento e exige espera adequada. O quarto aspecto: o projeto interdisciplinar busca a totalidade do conhecimento, respeitando a especificidade de cada área, portanto, a bibliografia de um projeto interdisciplinar deve ser provisória, jamais definitiva. As metodologias são periodicamente revisadas.
- Possibilidade de pesquisas interdisciplinares: a interdisciplinaridade implica na busca, na pesquisa, na transformação. Um movimento constante do pensar, dialogar, questionar, construir, reconstruir. Nas palavras de Fazenda (2011, p. 88), “aprender a pesquisar, fazendo pesquisa, é próprio de uma educação interdisciplinar, que, segundo nossos dados, deveria se iniciar desde a pré-escola”.

Esses seis fundamentos apresentados por Fazenda (2011) são frutos de pesquisas na área da interdisciplinaridade e foram elaborados pela autora, no exercício de teorizar a interdisciplinaridade, com a finalidade de esclarecer os principais pressupostos para um trabalho interdisciplinar. A mesma autora destaca o cuidado que se deve ter ao trabalhar com projetos interdisciplinares:

[...] o modismo da interdisciplinaridade, como novamente enfatizamos, reveste-se de muita improvisação e muita acomodação. Essa falta de seriedade tem conduzido esses projetos interdisciplinares a um esfacelamento do conhecimento, e a falência de certas escolas e instituições (FAZENDA, 2011, p. 87).

Assim, destaca-se a importância da participação da escola num projeto interdisciplinar. É preciso que a escola esteja aberta a propiciar espaços de diálogo entre os professores. Em suma, pelas características apresentadas, sintetiza-se que uma prática de ensino interdisciplinar consiste num diálogo permanente do professor consigo mesmo, com os colegas, com a comunidade escolar, num trabalho coletivo, de parceria. Além de enfatizar a integração de conhecimentos, áreas, disciplinas e a abertura para novas

possibilidades de pesquisas, na busca por um conhecimento e visões de mundo mais amplas. Para Japiassú (1976, p. 45), existem dois modos de se conceber e praticar as pesquisas interdisciplinares: “se, de um lado, devemos comparar e congregar os conhecimentos, do outro, é preciso não esquecer que o conhecimento e a ação, longe de se excluírem, se conjugam”.

2.1.1 A Interdisciplinaridade nos Documentos Oficiais da Educação

Nesse tópico do trabalho, uma pesquisa teórica é exposta, dando ênfase aos Documentos Oficiais da Educação. O objetivo desse capítulo consiste em uma revisão de literatura, partindo de uma pesquisa qualitativa. Minayo (2001) defende que a pesquisa qualitativa trabalha com um universo de significados, valores, crenças, ou seja, questões que não podem ser quantificadas, reduzidas a variáveis. A abordagem qualitativa aprofunda-se nos significados das relações humanas e das ações.

Assim, uma revisão de literatura realizada nos documentos oficiais que atualmente estão em vigor - a Lei de Diretrizes e Bases da Educação 9.394/96 (LDB, 1996), as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) e também as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM) - teve como objetivo perceber a presença de propostas interdisciplinares para o Ensino de Química.

A reforma do Ensino Médio, com a elaboração da LDB, em 1996, consolidou-se basicamente no Parecer CEB/CNE nº 15/98 e na Resolução CEB/CNE nº 3/98, que propunham uma reformulação curricular incluindo competências básicas, conteúdos e formas de aplicabilidade que estejam em coerência com os princípios de identidade, diversidade, autonomia, interdisciplinaridade e contextualização, princípios considerados importantes na estruturação do currículo do Ensino Médio (BRASIL, 1998).

As novas diretrizes dividiram as disciplinas do Ensino Médio em dois blocos de conhecimentos, um bloco formado pelas disciplinas que compõem a base comum, e outro bloco formado pelas disciplinas que compõem a parte diversificada. A base diversificada, segundo o texto do documento, deve ter caráter interdisciplinar e deve levar em conta o contexto e o mundo produtivo do estudante. Já a base nacional comum foi organizada em áreas do conhecimento (art. 10, p. 04): a área I corresponde às áreas das Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, a área II corresponde às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e a área III é formada pelas Ciências Humanas e suas Tecnologias.

Nas DCNEM, a interdisciplinaridade aparece descrita como um dos princípios de organização curricular: “os princípios pedagógicos de Identidade, Diversidade e Autonomia, da interdisciplinaridade e da Contextualização serão adotados como estruturadores dos currículos do Ensino Médio” (BRASIL, 1998, art. 6, p. 02), aí se entende a importância dada pelas diretrizes para a proposta de um ensino interdisciplinar.

Ainda, em seu artigo oitavo, as DCNEM (1998) especificam que ao terem presentes a interdisciplinaridade, as escolas deverão observar os princípios que regem essa proposta: de que todo conhecimento mantém diálogo permanente com outros conhecimentos, sendo as disciplinas escolares recortes das áreas de conhecimentos que representam, e que as mesmas devem buscar entre si interações que possibilitem aos alunos compreenderem a realidade de forma mais ampla. Assim, as DCNEM (1998) propõem a superação da organização atual, que consiste na divisão em disciplinas, que, apesar de serem de áreas afins, não mostram e não permitem ao estudante as necessárias aproximações.

Nessa mesma linha de pensamento, no art. 10 das DCNEM (BRASIL, 1998 p. 04) é descrito que “a base nacional comum dos currículos do Ensino Médio deverá contemplar as três áreas do conhecimento, com tratamento metodológico que evidencie a interdisciplinaridade e a contextualização”. Assim, as propostas pedagógicas das escolas deverão assegurar tratamento interdisciplinar e contextualizado. Dessa forma, o Ensino Médio muda a identidade que a Educação Básica tinha até então, a de formar para o prosseguimento nos estudos e habilitar para uma profissão técnica (Lei nº 5.692/71). Então, ele passa a integrar numa mesma modalidade finalidades para oferecer uma educação equilibrada com funções equivalentes a todos os educandos. A defesa de maior diálogo entre as disciplinas de currículos integrados é consenso defendido há bastante tempo por pesquisadores da área de ensino, como destaca Lopes (1998).

Com o objetivo de clarear as orientações propostas na resolução CEB nº 3, 1998, houve a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 1999) por especialistas das áreas de ensino, com o objetivo de orientar a reconstrução curricular e as práticas pedagógicas nas escolas. Os PCNs foram elaborados com o objetivo de transcender o ensino nos diversos níveis e em áreas específicas. Esse documento traz orientações para cada uma das disciplinas obrigatórias na Educação Básica, chamadas de Base Nacional Comum (NUNES, 2007, p. 107). Sua construção foi uma tentativa de oferecer uma opção metodológica e curricular para os professores que atuam nos diversos níveis e modalidades da educação brasileira.

Vale ressaltar que seu caráter oficial não é o de impor sua execução, mas o de orientar os profissionais da educação para trabalhar com os avanços teórico-metodológicos advindos das novas tendências educacionais. Tal documento surge em consonância com a LDB (BRASIL, 1996) e se encontra estruturado em áreas do conhecimento, contribuindo para repensar um ensino interdisciplinar, como salienta Ricardo (2003).

Os PCNEM consistem num texto com uma linguagem acessível, que objetiva orientar os professores na sua profissão docente, devendo ser lido, debatido e colocado em prática nas escolas, para, assim, poder nortear a prática pedagógica. Para superar os desafios vivenciados nas escolas os PCNEM apontam:

[...] a necessidade da convergência de toda a comunidade escolar em torno de um projeto pedagógico que faça a articulação não só das disciplinas de cada área, mas também de todas as áreas, tendo como objetivo central a realização dos objetivos educacionais da escola, a qualificação e promoção de todos os alunos (BRASIL, 1999a, p. 5).

No que diz respeito à área das Ciências Naturais e Matemática, Nunes (2007, p. 108) ressalta que “esse documento apresenta uma maior responsabilidade que é a de responder às demandas diversificadas desta área”. Nesse sentido, os PCNEM objetivam abordar os conteúdos propostos de uma maneira em que assuntos comuns a outras áreas do conhecimento “como Geologia e Astronomia, serão tratados em Biologia, Física e Química, no contexto interdisciplinar que preside o ensino de cada disciplina e o do seu conjunto” (BRASIL, 1999, p. 5).

Considera-se, conforme os PCNEM, que o estudante do Ensino Médio já tenha condições mais significativas de desenvolver compreensão e senso crítico de suas responsabilidades e direitos, agregando junto conhecimentos disciplinares (BRASIL, 1999, p. 6). Dessa forma, os estudantes de Ensino Médio devem desenvolver competências para o aprofundamento dos saberes específicos de cada área do conhecimento, como também saber articulá-los de forma interdisciplinar, num contexto abrangente, envolvendo conhecimentos científicos, tecnológicos e práticos. No caso da Química, nos PCNEM (2011, p. 39) as competências e habilidades perpassam a capacidade de descrever e compreender a linguagem Química e as suas transformações e representações. Utilizar conceitos químicos para compreender, investigar e resolver problemas. Reconhecer aspectos químicos e suas relações com o contexto sociocultural. Essas, nas atuais condições de ensino, na sua grande maioria, não são alcançadas, pois necessitam de outro olhar sobre a Química e seu ensino, para poder alcançar um ensino interdisciplinar. Os PCNEM defendem que “o aprendizado dos alunos e dos professores e

seu contínuo aperfeiçoamento devem ser construção coletiva, num espaço de diálogo propiciado pela escola, promovido pelo sistema escolar e com a participação da comunidade” (BRASIL, 1999, p. 7).

Ainda, para um ensino interdisciplinar, os PCNEM propõem a utilização de temas relevantes à sociedade no decorrer das práticas em sala de aula, “é na proposta de condução de cada disciplina e no tratamento interdisciplinar de diversos temas que esse caráter ativo e coletivo do aprendizado afirmar-se-á” (BRASIL, 1999, p. 8). Para isso, durante o texto do documento são trazidos exemplos de conceitos e temas para serem trabalhados nas diversas áreas do conhecimento numa perspectiva integradora, conforme transcrição abaixo:

[...] uma compreensão atualizada do conceito de energia, dos modelos de átomo e de moléculas, por exemplo, não é algo “da Física”, pois é igualmente “da Química”, sendo também essencial à Biologia molecular, num exemplo de conceitos e modelos que transitam entre as disciplinas (BRASIL, 1999, p. 8).

Os PCNEM, especificamente sobre o Ensino de Química, afirmam que é preciso objetivar um Ensino de Química que contribua para uma visão holística do conhecimento, que proporcione melhor compreensão do mundo físico, reconstruindo os conhecimentos químicos que permitirão essa visão de mundo e contribuirão para a construção da cidadania. Colocando em prática, em sala de aula, conhecimentos relevantes que façam sentido e integrem a vida do aluno (BRASIL, 1999).

Aliados aos PCNEM, no ano de 2006, foram publicadas as OCNEM, que consistem em propostas de organização curricular, que visam organizar o currículo do Ensino Médio por áreas de conhecimento. Essa forma de organizar grupos de disciplinas por áreas do conhecimento tem como objeto de estudo permitir ações interdisciplinares e transdisciplinares (BRASIL, 2006, p. 101).

No capítulo quatro das OCNEM, está organizada a área de estudo das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Prioriza-se a reflexão em torno dos conhecimentos de Química que estão relacionados nesse capítulo. Inicialmente é realizada uma descrição sobre as Orientações Curriculares para o Ensino Médio. No primeiro item é realizada uma discussão sobre os conteúdos e metodologias para o Ensino de Química, sobre a necessidade de ocorrer uma revisão frente aos conteúdos do ensino. As OCNEM argumentam que a área do conhecimento das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias é considerada importante para o Ensino Médio, pois é uma área que abrange grande qualidade e quantidade de conceitos que buscam dar significado para as disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática. Nas OCNEM está descrito que:

[...] as ciências que compõem a área têm em comum a investigação sobre a natureza e o desenvolvimento tecnológico, e que é com elas que a escola, compartilhando e articulando linguagens e modelos que compõem cada cultura científica, estabelece mediações capazes de produzir o conhecimento escolar, na inter-relação dinâmica de conceitos cotidianos e científicos diversificados, que incluem o universo da ciência Química (BRASIL, 2006, p. 103).

Também, com a organização por área de conhecimentos, objetiva-se, segundo os documentos analisados, que o Ensino Médio promova conhecimentos interdisciplinares, intercomplementares e transdisciplinares com outras áreas, para que, assim, os conhecimentos Químicos possam contribuir no desenvolvimento da sociedade. Alcançar esse objetivo, segundo as OCNEM, é superar o atual ensino tradicional, que de maneira conteudista e fragmentada não possibilita tal formação.

As OCNEM defendem, ainda, que com a organização do ensino por áreas do conhecimento será possível a significação do conteúdo e uma aprendizagem mais sólida, contribuindo para um maior desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Ainda, no documento, é explicitado que é fundamental, para um trabalho interdisciplinar, que as escolas promovam o diálogo entre professores dessas disciplinas e que juntos construam uma proposta pedagógica que tenha como objetivo a contextualização interdisciplinar dos conhecimentos dessas áreas (BRASIL, 2006). Tal visão corrobora com a defesa de que “o conhecimento químico escolar possui inúmeras interfaces com as demais ciências, não podendo assim se furtar ao diálogo constante com os outros saberes” (ABREU; LOPES, 2010, p. 83).

Conforme Fazenda (2011, p. 79), para que seja possível realizar um trabalho interdisciplinar é necessário possibilitar trocas subjetivas, ou seja, é preciso que os professores conversem entre si. Daí a necessidade de espaços que possibilitem essas diferentes relações entre os professores nas escolas. Isso fica subentendido, também, no texto das OCNEM.

Além disso, nas OCNEM, há a defesa de haver uma revisão dos atuais conteúdos de Química trabalhados no Ensino Médio. Para isso, está proposta uma organização do conhecimento químico que estrutura-se como um conhecimento que se estabelece mediante estruturas complexas e dinâmicas, que envolvam um tripé a partir de três eixos constitutivos fundamentais: as transformações químicas, os materiais e suas propriedades e os modelos explicativos, ou seja, uma ciência cujas investigações e estudos focam nas propriedades, na constituição e nas transformações dos materiais e substâncias, em situações do cotidiano (BRASIL, 2006, p. 110). Também há a defesa da abordagem de temas sociais relacionados principalmente às áreas ambientais. As OCNEM defendem ainda que “a Química seja valorizada, na qualidade de instrumento cultural essencial na educação humana, como meio coparticipante da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade” (BRASIL, 2006, p. 109).

Apesar de há anos existirem pesquisas e projetos que buscam avanços na área da educação, em especial no Ensino de Química, ainda hoje os conteúdos continuam sendo abordados, em muitas escolas, numa organização linear e de maneira fragmentada. São utilizados os mesmos materiais didáticos, livros, apostilas, com pouca atenção para a significação de conceitos que permitam estimular o pensamento crítico do aluno sobre o mundo. Nesse sentido, as OCNEM consideram importante que ocorra uma revisão dos conteúdos do ensino, de livros didáticos, de metodologias, para que, partindo dessas revisões, sejam possíveis as mudanças nos programas de ensino que estão tacitamente consolidados nas escolas.

Muitas escolas, ainda hoje, trabalham com o principal objetivo de aprovar o maior número de estudantes nos exames vestibulares, não se importando com o real entendimento dos alunos sobre os conceitos estudados e sua compreensão com situações relacionadas ao seu dia-a-dia. Nesse viés, concorda-se com o que Maldaner nos diz quando:

[...] não havendo texto adequado para o programa aceito, navega-se sobre um livro didático qualquer buscando itens que coincidam com o conteúdo do programa que existe e é aceito tacitamente. A experimentação, os modelos de explicação [...], passam a ser itens de conteúdos e não meios para construir o conhecimento químico escolar e formar o pensamento dentro dessa área do conhecimento junto aos estudantes (MALDANER, 2006, p. 61).

O mesmo autor ressalta, ainda, que o atual Ensino de Química nas escolas não oportuniza ao estudante um aprendizado que possibilite a compreensão dos processos químicos em si e a construção de um conhecimento químico, relacionando-o com o meio cultural e natural, com questões ambientais, sociais, econômicas, científicas e tecnológicas. Por isso, inúmeras vezes, para os alunos, a Química é considerada um “bicho de sete cabeças”, pois os alunos não conseguem relacionar e nem significar os conceitos apresentados, e, muito menos perceber os conteúdos químicos como parte do seu contexto, ou da sua própria constituição biológica. Com isso, acredita-se que é preciso buscar alternativas para o atual Ensino de Química que oportunizem aos alunos a compreensão dos conhecimentos químicos.

Em relação às crenças sobre o atual ensino, reforçam-se as palavras trazidas por Maldaner: “elas não permitem ver, criticamente, o programa de ensino e, com isso, procura-se passar ou transmitir uma lógica de conteúdos em que os alunos não encontram nexos, e, portanto, não aprendem, achando a matéria de Química muito chata, como eles sempre dizem” (MALDANER, 2006, p. 61-62).

Nesse sentido, a proposta apresentada para o Ensino da Química nas OCNEM se contrapõe à velha ênfase da memorização de informações, nomes, fórmulas. A sua proposta

defende que o aluno compreenda, de forma significativa, as transformações Químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos.

Nesse sentido, e buscando alterar a realidade existente na direção do que regem os documentos oficiais, apresenta-se neste texto uma proposta metodológica que vai ao encontro dos fundamentos da interdisciplinaridade e ao ensino interdisciplinar e contextualizado defendido nos documentos oficiais.

2.2 Os Três Momentos Pedagógicos (3MP)

Acredita-se que um caminho para o trabalho coletivo e interdisciplinar na escola seja o uso de metodologias que utilizem a problematização e o uso de temas relacionados com o cotidiano do aluno. A organização curricular a partir de temas há muito tempo já é defendida por vários autores da área da educação (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNANBUCO, 2007), (FREIRE, 1968, 1977, 1978, 1987, 1992, 1995), ou seja: “Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 189).

Entre os vários objetivos da abordagem temática, Giacomini e Muenchen (2015, p. 342) destacam como principais:

a articulação entre os conteúdos programáticos e os temas abordados, a superação dos principais problemas e entraves do contexto escolar; a produção de ações investigativas e problematizações dos temas estudados, o instigar o aluno a pensar de forma contextualizada com sua realidade e fazer com que se torne ativo no processo de ensino e de aprendizagem.

Além disso, com relação à utilização dos 3MP, Araújo (L) (2015) destaca que:

[...] a partir da utilização dos 3MP como estruturantes de currículos, bem como ferramenta metodológica, educador e educandos encontram-se numa relação horizontal de diálogo e saberes, sendo que o conhecimento apresentado por ambos é fundamental no processo de ensino-aprendizagem (ARAÚJO L., 2015, p. 105).

Nesse contexto, os 3MP se constituem como uma metodologia de ensino que utiliza a abordagem temática na perspectiva dialógico-problematizadora de Freire (1987). Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) propõem uma metodologia de ensino em sala de aula pautada nessa perspectiva freireana, a ser realizada em três momentos específicos e diferenciados, os quais denominaram de “Momentos Pedagógicos”, descritos a seguir:

Problematização Inicial (PI): nesse primeiro momento, o professor deve partir de alguma situação que contemple a realidade dos alunos. Deverá apresentar determinada situação e, a partir dela, introduzir os conceitos científicos a serem trabalhados. Então, os alunos devem ser desafiados a compartilhar o que pensam e/ou sabem a respeito do assunto. O professor, nesse contexto, tem o papel de mediar a discussão e coordenar, levantando questionamentos, dúvidas sobre o assunto, fortalecendo a discussão, tendo um papel mais de questionador do que de portador de respostas. O objetivo desse momento é que o aluno tenha uma visão geral e crítica sobre o assunto.

Organização do Conhecimento (OC): é o momento em que o professor trabalha com os alunos os conhecimentos científicos selecionados para aprofundamento e conhecimento sobre o tema discutido na PI. O aluno deve ser desafiado a resolver problemas e atividades que o estimulem a pensar, refletir e agir, para que possa resolvê-los e se aproprie dos conhecimentos.

Aplicação do Conhecimento (AC): é o momento em que é realizada a sistematização do conhecimento. O aluno deve ser capaz de empregar o conhecimento que aprendeu em situações reais, situações da sua vivência a fim de resolver problemas e determinadas atividades, articulando, assim, os conhecimentos científicos com situações reais.

De acordo com Giacomini e Muenchen (2015, p. 344) essa proposta de ensino não fica restrita somente ao seu uso em sala de aula, mas também pode ser utilizada para a construção de programas escolares, currículos e processos formativos, num processo de ação e reflexão. Nesse sentido, o que prevalece é o diálogo, a troca de informações, saberes. Dessa forma, educadores e educandos interagem, compartilham conhecimentos e aprendem em conjunto.

O uso de temas trabalhados de maneira interdisciplinar poderá proporcionar essas relações de troca de saber entre alunos, professores, escola e comunidade. Como resultado do trabalho coletivo ocorrerá a melhoria da qualidade na educação, a resolução de problemas locais, a conscientização dos sujeitos sobre a realidade.

2.2.1 Os Três Momentos Pedagógicos (3MP) no Ensino de Química: um Estado da arte²

As pesquisas na área do Ensino de Química vêm aumentando de maneira significativa nos últimos anos e ganhando espaço para debate em diversos programas de pós-graduação no

² Artigo publicado na *Revista Brasileira de Ensino Superior*, v. 3, n. 4, 2017 - O ensino de química no paisagismo dos três momentos pedagógicos: uma análise das produções científicas - Eva Rita Machado Ferreira Crestani, Aline Locatelli, Vitória Freitas Gomes - DOI:<<https://doi.org/10.18256/2447-3944.2017.v3i4.2189>>.

Brasil, bem como em eventos da área. Pesquisas de revisão bibliográfica sobre a produção científica em determinada área do conhecimento são importantes para o aprofundamento em determinado assunto e/ou conteúdo. Além de realizar uma análise sobre as discussões e resultados apresentados, oportuniza-se a realização de um estudo mais amplo sobre determinado conceito ou prática. Como afirma Ferreira (2002):

[...] o desafio de mapear e de discutir certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de Mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários (FERREIRA, 2002, p. 258).

Nesse sentido, com o objetivo de contribuir para o processo de leitura, conhecimento e aprofundamento sobre a proposta dos 3MP aplicada ao Ensino de Química, realizou-se um estudo denominado Estado da arte sobre a metodologia dos 3MP, visando compreendê-la e realizar uma análise sobre publicações que apresentem essa metodologia no Ensino de Química.

Julgam-se importantes e de conhecimento dos professores, propostas como os 3MP, fundamentadas na abordagem temática, que têm como preocupação a aprendizagem dos alunos de maneira contextualizada com a sua realidade de vida. Ressalta-se que a proposta do uso de temas também está descrita nos Parâmetros Curriculares Nacionais - “PCNs” (BRASIL, 1999).

Para análise dos trabalhos utilizou-se a pesquisa qualitativa do tipo revisão bibliográfica, caracterizada como um “estado da arte”. Os procedimentos utilizados para a obtenção dos dados foram a pesquisa na Plataforma de Teses e Dissertações da Capes e o site Google, utilizando como palavra de pesquisa os 3MP e o Ensino de Química, selecionando as teses, dissertações e artigos que apresentassem como assunto principal os 3MP aplicados no Ensino de Química desde o ano de 2010 até o atual.

A análise dos dados consistiu em uma Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2009). Essa se constitui em um conjunto de procedimentos de análise das comunicações que utiliza métodos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. A modalidade da Análise de Conteúdo é a análise temática, que conforme Minayo (2007, p. 316), ocorre em três fases: Pré-análise, em que se organiza o que vai ser analisado; Exploração do material: momento de codificação do material de onde surgem as categorias; e Tratamento dos resultados: interpretação dos dados e destaque das informações obtidas.

Os trabalhos que mais se aproximaram da proposta dessa pesquisa, conforme a metodologia e destinados também à formação inicial e continuada de professores no processo de análise, foram descritos e citados no presente trabalho.

No período compreendido pela pesquisa, foram encontrados 57 trabalhos, dos quais um trabalho é tese, 16 são dissertações e 40 são artigos. Os trabalhos selecionados, segundo os critérios elencados anteriormente, foram analisados na íntegra e separados por categorias que emergiram do processo de análise de conteúdo.

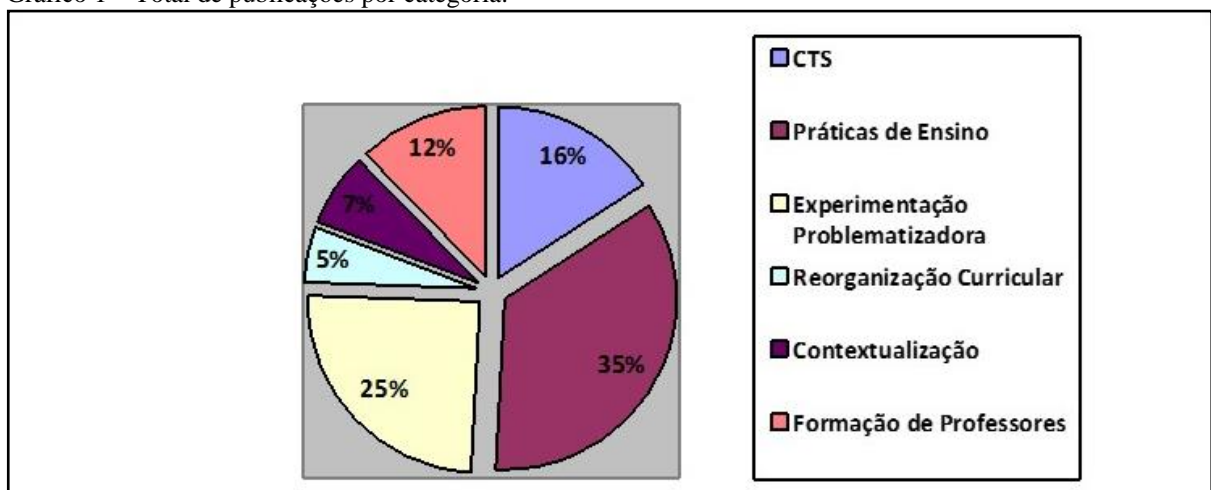
Tabela 1 – Total dos trabalhos, divididos em categorias, publicados entre 2010 a 2016.

Categorias	Número de publicações analisadas		
	Tese	Dissertação	Artigo
Ciência Tecnologia e Sociedade – CTS		5	3
Práticas de Ensino	1	6	14
Experimentação Problematicadora		3	11
Reorganização Curricular		2	1
Contextualização			4
Formação de Professores			7
Total	1	16	40

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

De acordo com a Tabela 1, apresenta-se o gráfico 1, demonstrando um panorama da classificação dos trabalhos por categoria de análise em relação ao número de publicações analisadas. Nesse gráfico é possível verificar as áreas que apresentam maior número de trabalhos entre 2010 e 2016.

Gráfico 1 – Total de publicações por categoria.



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

A seguir, apresentam-se as categorias que emergiram ao longo do processo de análise, bem como os trabalhos mais relevantes de cada categoria.

Ciência, Tecnologia e Sociedade

A Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) é proposta como uma metodologia de ensino que possui uma orientação centrada no estudante. O estudante ocupa posição central no ensino e através desse posicionamento a orientação é de trazer os fenômenos naturais de uma maneira que envolvam a ciência e a tecnologia no ambiente social do estudante (MUNDIM, 2009, p. 26). Na perspectiva de Auler (2007b), na abordagem CTS, defende-se uma organização curricular pautada pela abordagem de temas e/ou problemas sociais relevantes. Nesse tipo de organização curricular, valorizam-se orientações do tipo Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA), o tema ambiente e sociedade surgem como ponto de partida para a aprendizagem.

O ensino pautado em uma metodologia CTS, deve ter como objetivo proporcionar ao estudante condições de pensar criticamente e tomar decisões responsáveis diante de situações da sua realidade social. Para tanto, precisa ser abordado levando em consideração a cultura do estudante e sua realidade de vida.

Dos trabalhos analisados, 16% apresentaram proposta de ensino utilizando a perspectiva CTS. Destaca-se o trabalho de Oliveira (2015), porque apresenta uma pesquisa que se caracteriza como uma Abordagem Temática (AT) com enfoque na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), trabalhando com o tema “Qualidade do Ar Interior”, associada aos conteúdos de Química: estudos dos gases e cinética Química. As aulas desenvolvidas nessa pesquisa seguiram a dinâmica dos 3MP e utilizaram um tema diferente dos encontrados nos livros didáticos, aspecto pouco pensado, mas importante de ser trabalhado e discutido, tendo em vista o tempo que as pessoas estudam, trabalham e executam tantas outras atividades em ambientes fechados.

Os dados para o desenvolvimento e análise da pesquisa foram coletados dos relatos, diários de bordo, gravações em áudio das aulas, diário do professor e questionários de avaliação da proposta. Participaram da pesquisa um total de 20 alunos do Ensino Médio. Para o tratamento dos dados nessa pesquisa utilizou-se a Análise Textual Discursiva (ATD). Como justificativa do tema, a autora defende que:

Desse modo, buscamos uma temática que articulasse os conteúdos específicos da Química com discussões relacionadas à ciência e à tecnologia e, ao mesmo tempo, enfatizasse a importância da formação de uma cultura científica para a vida dos estudantes. Um tema que apresentasse significado para a vida dos estudantes para além do espaço escolar, transcendendo o simples ato de resolver problemas de forma algorítmica ou meramente instrumentalizá-los para intervir em situações cotidianas (OLIVEIRA, 2015, p. 18).

Assim, o tema foi escolhido de acordo com a realidade da comunidade local, por ser uma área onde há uma grande concentração de indústrias. Para a autora, as pessoas, hoje em dia, possuem hábitos de lazer e trabalho em ambientes fechados, fazendo-se necessário pensar sobre a questão da poluição do ar em ambientes internos.

Para a realização das aulas utilizaram-se diversos recursos como experimentação, vídeos, textos, revistas científicas, trabalhos acadêmicos e notícias da internet. Todos os recursos utilizados focaram conceitos sobre os estudos dos gases e a cinética Química.

A pesquisadora destaca que os 3MP oportunizaram aos alunos participar ativamente das aulas; após a mesma representou suas impressões no seu diário de bordo. Acredita-se que essa dinâmica valoriza a fala do aluno, a qual favorece o seu aprendizado e os auxilia a se expressar fora da sala de aula, em outros ambientes sociais. Além disso, a abordagem de temas relevantes para a vida dos alunos também oportuniza a inserção nessas discussões sobre assuntos relacionados com a CTS, tão importantes para a realidade da vida dos estudantes nos dias de hoje.

Outro trabalho que mereceu destaque foi o artigo de Richetti (2016), uma proposta de trabalho utilizando como tema o Rompimento da Barragem da Mineradora Samarco em uma experiência com licenciandos em Química, professores em formação inicial. Essa questão socioambiental foi tema estruturante de uma série de atividades desenvolvidas na disciplina de Metodologia do Ensino de Química. Os licenciandos realizaram entrevistas com várias pessoas sobre o que pensavam em relação à Ciência e à Química. Após trabalharem com as respostas, foram desafiados a elaborar propostas utilizando os 3MP e a temática sobre o rompimento da barragem. Para a autora, os resultados mostraram que a temática potencializou a relação do conhecimento com questões ambientais, sociais e tecnológicas.

Práticas de Ensino de Ciências e Química

Os resultados dessa parte da pesquisa demonstram um número significativo de trabalhos publicados relatando práticas de ensino à luz da metodologia dos 3MP, representando 35% dos trabalhos analisados.

O trabalho referência com relação aos 3MP e às práticas de Ensino de Ciências é a única tese encontrada de Muenchen (2010), no qual a pesquisadora realizou um estudo sobre os 3MP nas práticas de ensino de professores de Ciências na região do município de Santa Maria – RS. Nesse trabalho, a autora fez um estudo sobre a origem dos 3MP, quais autores e obras influenciaram a sua disseminação pelas escolas. Investigou, também, como esse

movimento influenciou as práticas de ensino e de que forma os professores compreendem e utilizam essa metodologia.

Destaca-se, ainda, o trabalho de Araújo (A) (2015) por ser a única dissertação a apresentar uma temática semelhante ao tema desenvolvido na presente pesquisa, pois trabalha com os conceitos de calor e temperatura. Essa dissertação apresenta uma pesquisa pedagógica realizada com 40 estudantes do segundo e terceiro ano do Ensino Médio da rede pública de ensino. Nesse trabalho, realizaram-se duas situações de aprendizagem (SA), abordando o primeiro momento pedagógico a “problematização inicial”. Para esse momento da problematização foram introduzidos textos a respeito da história da ciência e questões para debate, onde os estudantes foram desafiados a pensar e resolver situações do cotidiano que envolvessem os conceitos de calor e temperatura. Além disso, foi exibido um documentário intitulado “Zero Absoluto a Conquista do Frio”. O autor justifica a importância de trabalhar esse primeiro momento:

Logo, acreditamos que a problematização inicial é um momento importante que muitas vezes está sendo negligenciado pelo docente e não tem o merecido lugar dentro das práticas docentes tanto no ensino básico como no ensino superior. Este momento traz informações valiosas de natureza epistemológica e ontológica para o docente e sua prática, como por exemplo, a concepção de mundo que o estudante traz consigo e as possíveis “barreiras cognitivas conceituais” que devem ser transpostas para uma nova maneira de interpretar alguns fenômenos (ARAÚJO A., 2015, p. 15).

Os objetivos principais da pesquisa eram a elaboração e aplicação das situações problematizadoras de aprendizagem em sala de aula sobre os temas de calor e temperatura, a aplicação e análise de um pré-teste sobre esses conceitos e a identificação de barreiras cognitivas conceituais. Os resultados obtidos, a partir da aplicação da SA e do pré-teste, foram analisados sob a ótica dos perfis conceituais, com o objetivo de orientar os estudantes em quais conceitos ainda apresentam dificuldades, da necessidade de buscar novos conhecimentos e novas maneiras de interpretar o mundo em que vivem.

Segundo o autor, a pesquisa foi relevante para a reafirmação da importância do primeiro momento pedagógico, a “problematização inicial”, pois é indispensável que antes do início de novos conteúdos e conceitos se leve em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes. Além disso, com essa pesquisa, o autor conseguiu identificar barreiras de nível conceitual, e a partir delas pôde planejar novas práticas com a finalidade de transpor essas barreiras contribuindo com a aprendizagem dos estudantes.

Na busca de um ensino de qualidade e aprendizagem significativa dos estudantes, professores têm procurado novas formas de ensinar, que despertem maior interesse para as aulas de Química. Nessa direção, está o trabalho de Delevati et. al. (2015), pois nele os autores relatam o desenvolvimento de uma oficina de formação continuada para professores de escolas, relacionando o Ensino de Química com o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) em sala de aula. A oficina foi desenvolvida seguindo os 3MP e contribuiu tanto para a interação entre licenciandos e professores em formação continuada quanto para o uso de novas tecnologias na sala de aula.

Experimentação Problematizadora

É comum a experimentação ser um tema bastante presente nos trabalhos na área do Ensino de Química. Sendo a ciência Química, constituída de conhecimentos que envolvem certa complexidade e abstração, torna-se corriqueiro os professores buscarem atividades experimentais que relacionem a teoria e a prática, buscando contribuir para a compreensão por parte dos alunos de conceitos químicos. Isso justifica os 25% dos trabalhos com propostas relacionadas à experimentação.

Os trabalhos encontrados fazem a defesa da experimentação problematizadora (DELIZOICOV, 1983), atividades experimentais em que não se desenvolva somente a atividade prática como uma mera receita, mas uma atividade que envolva ativamente os estudantes, promovendo discussões, o diálogo, em que o aluno proponha hipóteses, busque os resultados e relacione o conhecimento com a vida.

Nessa categoria, destaca-se o trabalho de Lins (2016), onde o autor teve como objetivo analisar a experimentação problematizadora no ensino de modelos atômicos para uma turma do primeiro ano do Ensino Médio. Além disso, o autor realizou entrevistas com alguns professores, referentes ao tema e seus entendimentos sobre a experimentação. Para Lins (2016), “a importância da inclusão da experimentação está na caracterização de seu papel investigativo e de sua função pedagógica em auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos aos quais se referem os conceitos” (p. 81).

Reorganização Curricular

Apenas 5% dos trabalhos analisados propõem ações que envolvam os 3MP na perspectiva de uma reorganização curricular, que contemple a interdisciplinaridade do conhecimento.

A dissertação de Araújo (L) (2015) apresenta como tema os 3MP como estruturantes de currículos, trazendo como objetivo principal mostrar que essa proposta de ensino não se restringe exclusivamente à sala de aula. A dissertação consiste em um importante trabalho, pois investiga a utilização dos 3MP, não só como uma metodologia, mas sim, como uma possível proposta de reorganizar o currículo de uma escola, envolvendo nesse trabalho um grupo de professores. O trabalho apresenta como principal problema de pesquisa: “Quais os desafios e as potencialidades encontradas por professores de uma escola pública estadual de Santa Maria/RS ao utilizar a dinâmica dos 3MP para a organização curricular e também como ferramenta didático-pedagógica em sala de aula?” (ARAÚJO L., 2015, p. 11).

Dessa maneira, os objetivos da pesquisa foram o de estruturar o currículo de Ciências de uma escola de educação básica a partir da proposta dos 3MP. Para isso, foram organizados encontros formativos e coletivos com os professores dessa escola, além de avaliar os desafios, potencialidades e resistências dessa proposta encontrada pelos professores durante o desenvolvimento do trabalho, assim como analisar e avaliar a potencialidade dos 3MP e sua prática em sala de aula.

Para a análise dos dados foram utilizados diários dos professores, da pesquisadora, planos de aula, entrevistas com alunos e professores e questionários. A metodologia utilizada, nesse processo, foi a ATD, de onde emergiram duas categorias: primeira “algumas potencialidades” e a segunda “desafios a serem enfrentados”. Os professores que participaram dessa pesquisa eram das disciplinas de Química, Física e Matemática, caracterizando o trabalho como uma proposta interdisciplinar.

Como etapa inicial do trabalho com os alunos, foi realizado um estudo da realidade, realizando uma entrevista com a comunidade local e, a partir da análise dessa entrevista, emergiu o tema Infraestrutura para ser trabalhado com os alunos da escola. Dentro desse tema, foram elencados subtemas para serem trabalhados ao longo do trimestre como: água, esgoto, lixo, saúde, alagamento, ruas e transporte. Segundo a autora, como os subtemas eram amplos, não foi possível trabalhar todos até o final da realização da pesquisa. Assim, esses subtemas foram trabalhados pelos professores da escola ao longo do ano letivo.

O objetivo ao trabalhar esse tema foi o de discutir com os educandos os problemas enfrentados pela comunidade local e, a partir dessas discussões e das atividades realizadas, criar possibilidades para que estes sujeitos tornem-se cidadãos críticos, que saibam intervir e modificar a realidade em que estão inseridos.

Para a autora, os objetivos da pesquisa foram alcançados e demonstraram a importância de serem desenvolvidas pesquisas para além do trabalho em sala de aula, que

estas de fato “modifiquem” o currículo da escola. Um repensar sobre quais conteúdos serão propostos e com que metodologia eles serão ensinados e aprendidos. Com relação à utilização dos 3MP a autora destaca que:

[...] é possível perceber que trabalhos, como o que foi desenvolvido nesta dissertação, têm um papel transformador na educação, pois, a partir da utilização dos 3MP como estruturantes de currículos, bem como ferramenta metodológica, educador e educandos encontram-se numa relação horizontal de diálogo e saberes, sendo que o conhecimento apresentado por ambos é fundamental no processo de ensino-aprendizagem (ARAÚJO L., 2015, p. 105).

A autora acredita que o desenvolvimento desse trabalho contribua para que os 3MP sejam trabalhados pelos professores nas escolas em suas práticas educativas e que busquem, como o objetivo dessa proposta, um viés social e transformador. Práticas pautadas no diálogo e na problematização da realidade dos educandos, potencializando a relação da escola e da vida.

Contextualização

Fazenda (2011) defende que uma sala de aula interdisciplinar deve propiciar a integração de conhecimentos, áreas, disciplinas, que conduzirão à abertura para novas possibilidades de pesquisas na busca por conhecimento e visão de mundo mais amplos. Nesse sentido, há a compreensão de que para o aluno ter essa visão mais ampla do conhecimento, além de integrarem-se as áreas do conhecimento, é necessária a contextualização desses conhecimentos científicos com os conhecimentos vividos na vida fora da escola. É preciso contextualizar aquilo que se aprende na escola com situações vividas no dia a dia, para, através do conhecimento trabalhado na escola, elencá-lo com essas situações vividas no cotidiano e, através desses conhecimentos, os alunos desenvolverem a capacidade argumentativa, reflexiva e de ação para resolvê-los. Para Morin (2011):

[...] o conhecimento pertinente é o que é capaz de situar qualquer informação em seu contexto e, se possível, no conjunto em que está inscrita. Podemos dizer até que o conhecimento progride não tanto por sofisticação, formalização e abstração, mas, principalmente, pela capacidade de contextualizar e englobar (MORIN, 2011, p. 15).

Morin (2011) defende, ainda, que o conhecimento não contextualizado é afogado por informações, por conhecimentos soltos que fogem do controle humano, e servem apenas para usos técnicos. Não conseguem complementar-se para refletir um pensamento que seja capaz de promover senso crítico para que o ser humano tenha a capacidade de raciocinar e agir para enfrentar situações problema e grandes desafios vividos em nossa época. “Não

conseguimos integrar nossos conhecimentos para a condução de nossas vidas” (MORIN, 2011, p. 17).

Beber (2012, p. 65) defende que a contextualização pode ser “pensada como uma adaptação ou recontextualização do conhecimento científico para ser útil ao mundo da escola, transformando-se em conhecimento escolar”. Dessa forma, a contextualização cumpre o papel de principiar as pessoas em mais de um tipo de conhecimento.

Nessa categoria, destaca-se o trabalho de Oliveira et al. (2015), porque além do trabalho apresentar uma proposta experimental, trabalha a experimentação de maneira contextualizada. Dessa forma, o aluno realiza a experimentação discutindo aspectos da realidade, a teoria não se dissocia da prática e do cotidiano. O artigo discute os resultados de uma SD, baseada na contextualização de conteúdos, utilizando os 3MP. O trabalho foi desenvolvido com 70 alunos do terceiro ano do Ensino Médio e os conteúdos trabalhados nas aulas foram compostos orgânicos e suas propriedades Físicas.

Os autores defendem que a contextualização se constituiu em uma proposta que contrapõe o ensino tradicional, pois a proposta privilegia momentos de diálogo, reflexão, interações entre professor e aluno, aluno e professor, além de contribuir significativamente com a aprendizagem de conhecimentos científicos.

Formação de Professores

A análise dos trabalhos revelou certa preocupação com a formação inicial e continuada dos professores. Dos trabalhos, 12% apresentam oficinas ou práticas relacionadas com licenciandos de Química, participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), ou trabalhos realizados com professores em formação continuada. Já dizia Freire (1996): “por isso é que, na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática” (p. 39).

Nesse sentido, os trabalhos apresentados nessa categoria evidenciam a necessidade de repensarmos as práticas em sala de aula. A tarefa do professor em ser crítico, olhar para si e para suas dificuldades, realizar esse movimento dialético, entre o fazer e o pensar.

Evidencia-se o trabalho de Stanzani et. al. (2014), que apresenta a professores em formação inicial a dinâmica dos 3MP, e os faz desenvolver um trabalho utilizando essa metodologia. Há a defesa de que essas pesquisas sejam de conhecimento dos professores já em formação inicial, para que possam repensar as condições e qualidades do atual ensino e estudar propostas e metodologias que contribuam para a melhoria do ensino. Esse trabalho

foi desenvolvido com 15 alunos do terceiro semestre do curso de Química Licenciatura, na disciplina de Metodologia do Ensino de Química. Durante as aulas, os alunos estudaram sobre algumas teorias: Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais (MOREIRA, 2010) e os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2010).

Como atividade final e integradora da disciplina, os alunos foram desafiados a elaborar uma proposta didática fundamentada nos 3MP, sobre um conteúdo de Química de livre escolha, elaborando um mapa conceitual. Para os autores, “ao avaliar a proposta trabalhada, afirmamos a potencialidade das atividades propostas, uma vez que estas possibilitaram aos estudantes articular os conhecimentos e trabalhos na disciplina, em um único recurso, o mapa conceitual” (STANZANI et al., 2014, p. 9).

O artigo desses autores faz uma avaliação sobre esse trabalho desenvolvido pelos licenciandos e reafirma as potencialidades em realizar propostas de trabalho como essas, em que o professor poderá reconhecer as dificuldades dos licenciandos e promover reflexões importantes à formação desses futuros professores.

Reflexões acerca do Estado da arte

Pode-se inferir que os resultados na realização do estado da arte foram satisfatórios para a compreensão, estudo e aprofundamento da metodologia dos 3MP. Os trabalhos encontrados versaram sobre os mais diversos conteúdos de Química, relacionando alunos da Educação Básica bem como licenciandos e professores em formação continuada. Além disso, os trabalhos foram publicados em vários estados do País, em uma revista internacional e em um evento internacional, o que demonstra os 3MP estarem sendo bem difundidos pelas pesquisas educacionais.

A análise dos trabalhos, sua leitura e releitura oportunizaram ampliar o conhecimento com relação à proposta da AT e os 3MP, bem como o de ampliar o olhar sob a perspectiva de trabalho com essa abordagem, conforme discutida:

Ao se trabalhar com configurações curriculares pautadas pela abordagem temática, um conceito que deve pautá-la e estar intrinsecamente ligado a ela é o da interdisciplinaridade. Na maioria dos encaminhamentos da abordagem temática defende-se a superação da excessiva fragmentação disciplinar (GIAMOMINI; MUENCHEN, 2015, p. 343).

Dessa forma, compreende-se que a abordagem dos 3MP pode contribuir para um trabalho coletivo que extrapole a sala de aula, percorra a relação professor-aluno, aluno-aluno, professor-professor e, também, traga para a escola a participação da comunidade escolar. A

interdisciplinaridade esteve citada em alguns trabalhos, destacando-se nos trabalhos da categoria de Reorganização Curricular. Salienta-se que essa é uma área ainda pouco explorada nas salas de aula e currículos das escolas. Além disso, foram encontrados apenas três trabalhos relacionando à temática Educação Ambiental, reforçando a importância de serem realizados mais trabalhos que repensem a importância da preservação do meio ambiente, o educar para a responsabilidade de conservar o ambiente em que vivemos, bem como, buscar alternativas para recursos não renováveis e de importância para a sobrevivência dos seres vivos.

Trabalhar com temas que estejam de acordo com a realidade dos alunos desperta o interesse para as aulas, os alunos têm a oportunidade de participar ativamente do processo, questionam mais e passam a se sentir responsáveis pela realidade que os cerca. Assim, contribui-se, não só com a aprendizagem do conhecimento científico, mas para a aprendizagem de cidadania, sociedade, cultura, tecnologia.

Ao mesmo tempo, o presente trabalho apresenta-se como uma forma diferenciada dos trabalhos encontrados, pois, além de trabalhar com professoras de Química, Física e Biologia na elaboração de uma proposta de ensino interdisciplinar, organiza essa proposta usando a dinâmica dos 3MP e faz uso do conceito de “Calor”, pouco encontrado nas pesquisas levantadas por esse estudo.

2.2.2 Sequência didática e a aprendizagem discente: uma ação para a prática docente

Nesse tópico da pesquisa realiza-se a discussão sobre a SD como uma metodologia de organização e articulação dos conteúdos. Para Zabala (1998), o que distingue um método de uma proposta didática, em primeiro lugar, é o tipo de ordem em que se organizam as atividades. Os tipos de atividades e, principalmente, a maneira como se articulam são as ações que determinam a especificidade de muitas propostas didáticas. Dessa forma, esse tópico visa esclarecer as características de uma SD, suas especificidades e sua importância no desenvolvimento do trabalho do professor, sendo uma mediação favorável para a aprendizagem dos estudantes.

Conforme Kobashigawa et al., (2008, p. 114) “chamamos Sequência Didática o conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas que objetivam o entendimento sobre certo conteúdo ou tema de ciências”. A SD é uma sequência de aulas planejadas em torno de um tema, composta por diversas atividades que farão o aluno pensar, tomar atitudes, resolver questões, ou seja, ações que o aluno fará com a mediação do professor. Na medida em que as aulas ocorrem, a complexidade dos conceitos e o estudo relacionado ao tema

proposto vão crescendo, podendo ser utilizados diversos recursos como atividades a serem trabalhadas.

Desta forma, o aluno discutirá um determinado tema de ciências durante algumas semanas, no sentido de aprofundá-lo e se apropriar dos conceitos envolvidos. Por outro lado, o professor pode acompanhar a aprendizagem dos alunos em relação ao tema, favorecendo que todos cheguem a uma aprendizagem significativa, mas cada um ao seu tempo (KOBASHIGAWA et. al., 2008, p. 114).

Em uma SD, os objetivos devem estar bem claros para professores e alunos. Assim, a SD é uma metodologia de organização das aulas que permite ao professor determinar o conhecimento prévio dos alunos em relação aos novos conhecimentos. Os conteúdos e atividades precisam estar de acordo com o nível de desenvolvimento dos alunos. Os conteúdos propostos necessitam estar de acordo com a realidade dos alunos e promover aprendizagem com significado. As situações problema devem ser desafios que os alunos sejam capazes de resolver com o auxílio do professor e os façam aprender novos conhecimentos.

A SD é uma metodologia que favorece a aprendizagem tanto do aluno como a do professor. O professor, na elaboração das aulas, também necessita fazer um estudo do tema e das formas como poderá trabalhar e abordar em sala de aula. Uma SD bem planejada torna-se uma proposta rica de ser trabalhada, porque o professor reconhece o conhecimento prévio do aluno, e, a partir dele, pode desenvolver suas aulas contribuindo para a aprendizagem de novos conceitos. Dessa forma, a SD permite que, a todo o momento, o professor faça as alterações necessárias nas aulas planejadas, perceba o que ainda precisa ser melhor trabalhado com os alunos para sanar suas principais dificuldades, e, para que assim, ao final do trabalho ocorra a aprendizagem do aluno.

Como a SD desenvolvida e aplicada nessa pesquisa apresenta como tema central o calor, no próximo tópico desse trabalho, analisa-se como o conceito de calor é apresentado nos livros didáticos de Química. Apresentam-se os livros didáticos de Química, pois é a área de formação da pesquisadora e disciplina que trabalha com os alunos. O ideal seria realizar uma pesquisa nos livros didáticos de Física e Biologia, mas, a disciplina na qual a pesquisadora apresenta conhecimento para analisar é a Química, justificando-se, dessa forma, a escolha feita.

2.3 A Termoquímica nos Livros Aprovados pelo PNLD 2015

A Termoquímica é o ramo da Química que estuda os processos químicos que envolvem energia; transferência de energia na forma de calor e/ou trabalho. Os conceitos

principais estudados nessa área são: a energia, o calor, a temperatura, a entalpia. Esses conceitos, principalmente o calor e a temperatura, são relacionados à Física. Na Física, esses conceitos são o estudo fundamental da Termologia que estuda os fenômenos relacionados ao calor, dilatação de materiais, escalas termométricas, gases entre outros e, também, a Termodinâmica que estuda as transferências de energia. Na Biologia, os conceitos de calor e temperatura também perpassam diversos conteúdos, pode-se relacionar esses conceitos a vários processos bioquímicos, à alimentação e digestão de alimentos, às sensações térmicas, cadeias alimentares, animais endotérmicos e ectotérmicos, por exemplos.

Mas, por que estudar energia? Se pensarmos desde a existência do Universo, do surgimento das primeiras formas de vida até os mais avançados recursos tecnológicos do século XXI, a energia está associada a todos esses avanços. Quanto mais a sociedade realiza atividades, mais energia é necessária. Seria esse um grande desafio para o futuro do Planeta: a garantia de energia necessária para a manutenção de qualquer forma de vida e a realização de todas as atividades essenciais do mundo moderno. E quando se fala em futuro, lembra-se dos alunos e da escola, pois na escola está o futuro de uma sociedade que precisa ter conhecimentos para continuar sobrevivendo e mantendo a vida de maneira saudável e de qualidade para todos.

O Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) regulamenta os livros didáticos aprovados para serem utilizados nas escolas públicas no período de três anos. A cada três anos, um novo PNLD é aprovado e novos livros didáticos são escolhidos pelas escolas. Nesse tópico da pesquisa, foi realizada uma análise do conteúdo de Termoquímica presente nos quatro livros de Química aprovados no PNLD 2015, aos quais se teve acesso aos exemplares, e que são utilizados nas escolas nos anos de 2015, 2016 e 2017, sendo esse o critério utilizado na escolha dos livros a serem analisados. A análise dos livros consistiu na leitura e releitura dos capítulos referentes à Termoquímica nos livros, a fim de identificar de que forma o conteúdo de Termoquímica é abordado em tais livros, quais conceitos são apresentados dentro dessa área da Química. Para a categorização utilizou-se a AC e a partir das análises realizadas emergiram as seguintes categorias:

- Categoria 1: Contextualização do conteúdo;
- Categoria 2: História da Química;
- Categoria 3: Atividades Experimentais.

A Tabela 2 e a Figura 1 apresentam os quatro livros que foram analisados, todos eles aprovados pelo PNLD 2015.

Tabela 2 – Livros de Química – PNLD 2015.

Livro	Referência
L ₁	FONSECA, M. R. M. Química 2 . São Paulo: Ática, 2013. Volume 2.
L ₂	ANTUNES, M. T. Editor responsável. Ser Protagonista . Química - 2ºano: Ensino Médio/obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM. 2. ed. São Paulo, Edições SM, 2013.
L ₃	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química – Ensino Médio. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2013. Volume 2.
L ₄	SANTOS, W. L. P; MÓL, G. S. (Coords.). Química Cidadã : Ensino Médio: 2ª série. 2. ed. São Paulo: Editora AJS, 2013. Volume 2.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Figura 1 – Livros de Química – PNLD 2015.



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

A essas três categorias apresentadas também estão relacionadas algumas das competências propostas nos PCNEM:

Não há receita, nem definição única ou universal, para as competências, que são qualificações humanas amplas, múltiplas e que não se excluem entre si; ou para a relação e a distinção entre competências e habilidades. Por exemplo, os PCNEM explicitam três conjuntos de competências: **comunicar e representar; investigar e compreender; contextualizar social ou historicamente** os conhecimentos (BRASIL, 1999, p. 16).

Categoria 1: Contextualização

Já foi apresentada a discussão sobre a contextualização no capítulo anterior, porém é um conceito que permeia a proposta de ensino a partir do uso dos temas e dos livros didáticos. O próprio PCNEM apresenta ao longo do documento a defesa da contextualização do ensino para além de cada disciplina:

As fases distintas das diferentes especialidades, em termos da história dos conceitos ou de sua interface tecnológica, não impedem que a história das ciências seja compreendida como um todo, dando realidade a uma compreensão mais ampla da cultura, da política, da economia, no contexto maior da vida humana. Por tudo isso, a contextualização sociocultural das ciências e da tecnologia deve ser vista como uma competência geral, que transcende o domínio específico de cada uma das ciências (BRASIL, 1999, p. 25).

O L₁ organiza o conteúdo sobre Termoquímica a partir de um tema central: a Poluição. Em cada tópico desse conteúdo se aborda um tipo de poluição. No capítulo sobre calor, é abordada a poluição térmica. Para trabalhar os conceitos de calor, caloria, quantidade de calor, o livro faz relações com os alimentos e suas respectivas calorias, propõe atividades relacionadas à consulta em rótulos de alimentos, relaciona também o calor com as atividades físicas, idade e sexo. Ao trabalhar o calor envolvido nas reações químicas, retoma a questão da poluição, trazendo o questionamento “Por que os gases liberados na queima de combustíveis fósseis são quentes?” (FONSECA, 2013, p. 143). O tópico é finalizado com um texto sobre embalagens que se aquecem e se resfriam.

Para trabalhar os conceitos de entalpia e combustão, entalpia de formação, energia de ligação e Lei de Hess, o mesmo livro relaciona esses conceitos com as principais doenças ocupacionais causadas pela poluição térmica no ambiente de trabalho.

Já o L₂ não organiza os conteúdos relacionando-os com um tema central no capítulo. Faz uma introdução ao capítulo com um pequeno texto sobre algumas transformações da matéria, o preparo de alimentos, e faz referência aos combustíveis e às modificações climáticas. Ao propor os conceitos de processos exotérmicos e endotérmicos traz informações nutricionais sobre os alimentos e medidas de quantidade de calor. Também possui um tópico sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade com um texto sobre a queima dos combustíveis e o motor de veículos. No final do capítulo, traz uma sugestão de projeto para ser desenvolvido na escola sobre as “Águas Naturais”.

O L₃ abre o capítulo com um texto sobre os combustíveis e formas alternativas de energia. Nesse texto, relaciona o uso dos combustíveis ao impacto na sociedade e ao meio ambiente. Traz uma sugestão de projeto a ser desenvolvido com os alunos para realizar um

estudo sobre os combustíveis do ponto de vista químico, ambiental e social. Faz a relação da temperatura e os termômetros, relação com a sensação de quente e frio. Apresenta outro texto sobre o calor e temperatura na linguagem cotidiana e na ciência, propondo uma explicação sobre termos usados no cotidiano que não correspondem ao significado do conceito científico, mas que no dia a dia auxiliam na compreensão sobre calor e temperatura. Faz relação do calor ao modelo cinético-molecular. Relaciona o calor e energia nas mudanças de estado físico nas transformações químicas. Ainda, a energia solar, atmosfera, hidrosfera e o clima da Terra. Também traz o calor na perspectiva dos alimentos.

No L₄, o conteúdo novamente é organizado a partir de um tema central. O tema em foco é Energia, Sociedade e Ambiente. Relaciona o assunto com o consumo de energia na sociedade, as fontes de energia, o petróleo, álcool, tipos de combustão, octanagem da gasolina e os gases poluentes da combustão. Faz uma introdução ao assunto trabalhando com esses temas. Ao longo do capítulo, traz pequenos textos nas laterais das páginas com exemplos de situações do cotidiano.

Categoria 2: História da Química

A história da Ciência é igualmente defendida pelos PCNEM. “A definição das temáticas, por sua vez, leva em conta a relevância científica e social dos assuntos, seu significado na história da ciência e na atualidade e, em especial, as expectativas, os interesses e as necessidades dos alunos” (BRASIL, 1999, p. 40).

No L₁ e L₂ a história da Química é praticamente inexistente. A história da Química aparece de maneira isolada do texto principal, não realizando uma relação da história com a evolução dos conceitos científicos abordados no capítulo. O L₁ traz um pequeno trecho da história do cientista Germain Henri Ivanovitch Hess nas páginas em que apresenta a Lei de Hess. O L₂ apresenta um quadro na lateral das páginas do livro, onde traz um tópico “Química tem Ciência”. Nesses tópicos, aborda o calorímetro de Lavoisier, fazendo relação com a teoria do calórico. Exibe as considerações de Lavoisier sobre a respiração e a história da Lei de Hess.

Já o L₃, traz a história sobre os termômetros referenciando Galileu Galilei, fazendo a relação da história com a explicação do funcionamento desse instrumento até os dias atuais. Também traz a história do conceito de calor, a ideia de calórico, referenciando os cientistas Lavoisier, Conde Rumford e Sadi Carnot. Novamente, a Lei de Hess e a história do suíço Germain Henri Hess aparecem para discussão.

O L₄, nas primeiras páginas do capítulo sobre Termoquímica, apresenta a história da energia na civilização, fazendo um resgate desde a descoberta do fogo até o século XX, com o

uso da eletricidade. Expõe um breve histórico do petróleo desde a Idade Antiga até a produção de petróleo atual. Aborda o conceito sobre calórico, proposto pelo cientista francês Joseph Black, em 1770, teoria esta que foi derrubada no século XIX. Apresenta um pequeno quadro contando a história do termômetro e escalas de temperatura. Faz referência a Carnot, cientista que criou o postulado da Primeira Lei da Termodinâmica. Aborda, ainda, uma retrospectiva sobre as máquinas a vapor e a Revolução Industrial. O L₄ apresenta uma categoria chamada “Ciência na História”, onde traz a história de alguns cientistas relacionados ao conteúdo trabalhado no capítulo.

Categoria 3 – Atividades Experimentais

A experimentação é defendida nos PCNEM (1999) como uma estratégia a ser utilizada para trabalhar com temas do cotidiano dos alunos:

A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. [...] As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes (BRASIL, 1999, p. 55).

Faz-se a defesa das atividades experimentais nas palavras de Mortimer e Amaral (1998):

A discussão desses conceitos básicos de calor e temperatura, por meio de atividades que procuram explicitar as concepções dos estudantes e auxiliar na construção dos conceitos científicos, parece-nos fundamental para evitar que os estudantes aprendam toda uma gama de conceitos mais avançados, como calor de reação, lei de Hess, etc. sobre uma base frágil em que conceitos científicos ficam amalgamados com concepções cotidianas (MORTIMER; AMARAL, 1998, p. 34).

As atividades experimentais não se fazem muito presentes nas propostas dos L₁, L₂ e L₄. O L₁ traz um experimento sobre Calor e Trabalho. O L₃ traz a construção de um calorímetro propondo a investigação do calor envolvido na reação da decomposição da água oxigenada. O L₄, também apresenta um único experimento, novamente com a construção de um calorímetro, trazendo o questionamento sobre o aquecimento dos materiais.

O L₃ organiza o conteúdo referente ao calor com cinco experimentos. Ao longo do capítulo vai trazendo os conceitos relacionados ao estudo da Termoquímica e propondo atividades experimentais que vão desde a sensação de quente e frio até as reações de combustão do álcool etílico e a querosene. Cada atividade experimental traz, inicialmente,

uma contextualização dos conceitos, apresenta o experimento e traz questionamentos para que o professor possa realizá-los com seus alunos.

Considerações sobre os Livros Didáticos

A partir das três categorias analisadas, perceberam-se diferenças significativas entre os quatro livros didáticos aprovados pelo PNLD 2015. Os livros L₁ e L₂ seguem os modelos tradicionais de abordagem de conteúdos. Os tópicos apresentados não se relacionam entre si, os conceitos vão sendo abordados de maneira isolada e pouco contextualizada, com questões cotidianas. A história da ciência e a experimentação pouco ou quase inexitem no capítulo, sendo proposta apenas uma atividade, cumprindo as exigências do PNLD, porém não propondo de fato algo que instigue os alunos à observação da experimentação.

O L₄ organiza todo o conteúdo da Termoquímica fazendo um resgate histórico que vai desenvolvendo a história junto com os conteúdos apresentados, nesse contexto a história e a ciência conversam. No entanto, apresenta apenas uma proposta de experimentação.

O L₃ se destaca na organização do capítulo trazendo os conceitos de modo diferenciado dos outros livros didáticos. Expõe os conceitos relacionando-os a exemplos do cotidiano, de fácil compreensão por parte dos alunos, porém de forma não simplista. Interliga conceitos, atividades experimentais, o cotidiano, aspectos históricos, sociais e ambientais.

Os livros analisados não apresentaram muitas mudanças das versões anteriores ao PNLD 2015. Identificaram-se mudanças na capa, cores, algumas figuras e ou exercícios, mas a essência dos livros permanece inalterada. A partir dessa análise, compreende-se que se faz necessário que cada professor analise os livros didáticos no momento da escolha, reconhecendo o que um ou outro pode trazer para contribuir com o seu trabalho em sala de aula. Segundo Silva (2005), definir os conteúdos de Química para ensinar os alunos é uma ação complexa. Conforme o autor: “Nem sempre as razões para as escolhas efetuadas estão claramente associadas às finalidades do nível de ensino e o resultado da transposição didática exhibe uma redução de significado tamanha que os conceitos podem perder seu valor educativo” (SILVA, 2005, p. 22).

Acredita-se que o livro didático constitui uma ferramenta de auxílio para professor e aluno, não podendo ser usado como único instrumento de ensino e planejamento. Afinal, cada escola tem suas particularidades, sua história e realidade. Cada turma traz uma heterogeneidade na história e vivência de cada aluno; logo, cabe ao professor reconhecer essas diferenças e compreender a necessidade de trabalhá-las em sala de aula, ensinando não

somente um conceito isolado, mas oportunizando ao aluno abrir os olhos amplamente para o mundo em que vivemos.

No próximo capítulo apresenta-se a metodologia utilizada na presente pesquisa, bem como o público alvo da mesma e o contexto em que se inseriu o tema Calor na proposta desenvolvida na escola.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será abordada a metodologia da pesquisa utilizada no desenvolvimento e análise da proposta. Assim, serão apresentados o espaço e os sujeitos participantes da pesquisa, da proposta (construção e aplicação da SD), bem como da metodologia da pesquisa, discutindo como ocorreu a coleta e análise dos resultados apresentados.

3.1 O público alvo

A pesquisa compreendeu o desenvolvimento e aplicação de um produto educacional que consiste em uma SD utilizando os 3MP. Tal pesquisa foi realizada em uma escola pública localizada no centro da Cidade de Santa Rosa – RS. As atividades da escola tiveram origem em 1921, sendo uma das escolas mais antigas do município. Desde 1953, a escola oferece Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e o Curso Normal com formação para professores da Educação Infantil até o 5º ano do Ensino Fundamental. Caracteriza-se como uma das poucas escolas da região que oferece um curso de formação de professores em nível médio.

A escola foi escolhida por ser do campo de exercício do professor pesquisador, que atua na Rede Pública Estadual do Rio Grande do Sul, no Ensino Médio e Curso Normal, na disciplina de Química, área de Ciências da Natureza.

A turma escolhida para a aplicação da pesquisa foi uma turma da 2ª série do Curso Normal, constituída de 19 alunas, com idades entre 16 e 18 anos. A escolha se deu pelo fato dos conteúdos selecionados para a SD estarem relacionados com os conteúdos programáticos para essa série e, também, pelo fato de se caracterizar como uma turma bastante apática nas atividades desenvolvidas no dia a dia da escola e com dificuldades de aprendizagem.

As professoras participantes da pesquisa foram: uma professora de Química (PQ), uma de Física (PF) e uma professora de Biologia (PB). A PQ, autora da presente dissertação, possui graduação em Química Licenciatura, atua há 5 anos como professora de Química. Trabalha em duas escolas, sendo uma escola pública e a outra escola é particular, nas séries do 9º ano do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Curso Normal. Também atua como professora nos cursos de Agronomia e Engenharia de Produção, totalizando uma carga horária de 43 horas. A PF possui graduação em Ciências e Matemática, é mestranda em Ensino de Ciências e Matemática, ela atua em duas escolas há 4 anos como professora e leciona as disciplinas de Física, Matemática e Ciências. A PB possui graduação em Ciências Biológicas

e Especialização em Língua Brasileira de Sinais – Libras, atua há 4 anos como professora e leciona as disciplinas de Biologia e Libras em duas escolas.

3.2 Produto Educacional e sua Aplicação

3.2.1 Elaboração do Produto com as professoras

O produto educacional, vinculado à presente dissertação, encontra-se disponível no endereço <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/207043> e é constituído de uma SD contendo como tema central a Energia - Calor, utilizando a metodologia dos 3MP. O tema Energia – Calor foi escolhido pelas três professoras por ser considerado um conceito que facilita a inter-relação entre as disciplinas e um tema relacionado ao cotidiano dos alunos. Por se tratar de uma proposta interdisciplinar, a SD foi elaborada em conjunto pelas professoras de Química, Física e Biologia e aplicada em uma turma da 2ª série do Curso Normal. Para organizar os encontros com as professoras participantes da pesquisa, também foi utilizada a dinâmica dos 3MP, para que, dessa forma, as professoras vivenciassem na prática a organização de tal dinâmica. Posteriormente, a elaboração das aulas tem como pressuposto essa mesma proposta, conforme representada na tabela abaixo:

Tabela 3 – Descrição dos encontros com as professoras.

Momento Pedagógico	Atividade	Encontros com as professoras*
Problematização	- Apresentação do Programa do Mestrado. - Entrevista semiestruturada. (APÊNDICE A). - Entrega dos Diários de Bordo. - Estudo sobre os 3MP.	1º encontro
	- Estudo sobre a interdisciplinaridade.	2º encontro
Organização do Conhecimento	- Organização das Unidades de Aprendizagem: Química, Física e Biologia, utilizando os 3MP e a interdisciplinaridade.	3º, 4º, 5º e 6º encontro
Aplicação do Conhecimento	- Execução das SD com as alunas. - Avaliação do trabalho realizado. - Entrevista Final. - Devolução dos Diários de Bordo.	(14 aulas). - Último Encontro.

* Tempo de duração de cada encontro: 2 períodos de 50 min cada.

Fonte: autora, 2017.

Primeiro Encontro: No primeiro encontro, a pesquisadora apresentou o programa de Mestrado Profissional, ao qual está vinculada, para as professoras de Física e Biologia. Convidou-as para participarem da pesquisa, explicando como seriam realizados os encontros para a elaboração da SD. Na sequência, foi realizada a entrevista na forma de questionário

semiestruturado (APÊNDICE A). Logo após as professoras responderem o questionário, entregou-se a elas um caderno que serviria como um diário de bordo, a fim de que nele fossem anotadas suas reflexões durante a realização e aplicação das aulas do produto educacional.

Para o estudo em conjunto sobre os 3MP foi selecionado um artigo sobre autores referência nessa metodologia. Realizou-se a leitura em conjunto do artigo “Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física” dos autores Muenchen e Delizoicov (2014), disponível na revista Ciência Educação o qual está disponível no ANEXO A desta dissertação. O artigo foi escolhido pela pesquisadora, pois explica de forma clara a dinâmica dos 3MP. Após a leitura do artigo, realizaram-se discussões sobre as possibilidades de se trabalhar com os 3MP em sala de aula.

Segundo Encontro: Para o estudo da interdisciplinaridade, a pesquisadora escolheu um artigo intitulado “Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências: Possibilidades e Desafios para a formação de professores”, dos autores: Venturi, Clebsch e de Luca (2016), também disponível no ANEXO B deste trabalho. Esse artigo foi escolhido, pois apresenta reflexões a cerca de uma experiência realizada pelos autores, envolvendo a interdisciplinaridade e os 3MP. Realizou-se a leitura do artigo e as reflexões acerca do trabalho interdisciplinar.

Terceiro Encontro: Nesse encontro, a pesquisadora lançou o desafio de elaborar uma SD utilizando os 3MP e inter-relacionando os conteúdos de Química, Física e Biologia. Para a elaboração da sequência, selecionou-se como conceito unificador, a energia na forma de calor. Discutiram-se possibilidades de se trabalhar esse conceito de maneira interdisciplinar entre as três disciplinas, optando-se por envolver as relações da energia na forma de calor e o corpo humano. Ficando de tarefa para o próximo encontro estudar possibilidades de integração entre os conceitos e conteúdos das disciplinas.

Quarto encontro: As professoras apresentaram os conceitos que gostariam de trabalhar na SD e organizaram esses conceitos, sendo elaborado um Mapa Mental, apresentado no tópico 4.2 desta dissertação.

Quinto e sexto encontros: Nesses dois encontros, as professoras trabalharam na elaboração das suas aulas dentro do tema proposto. Fazenda (2011) defende o trabalho em parceria como um fundamento de uma proposta interdisciplinar. Para a autora, “a parceria consiste numa tentativa de incitar o diálogo com outras formas de conhecimento a que não se está habituado, e nessa tentativa a possibilidade de interpenetração entre elas” (p. 69). Os dois encontros não foram suficientes para a elaboração das aulas, então cada professor terminou o trabalho fora da escola.

A partir de uma situação problema envolvendo o conceito de energia, as professoras elaboraram uma SD, envolvendo os conteúdos curriculares de forma interdisciplinar com base em um mesmo objetivo. Nessa SD, elaborada pelas professoras, as alunas, no terceiro momento pedagógico, tiveram que elaborar um livro de literatura infantil, relacionando os conceitos trabalhados nas três disciplinas, explicando o tema calor no dia a dia.

Na sistematização final do trabalho, as alunas apresentaram, em grupos, os resultados e conclusões a que chegaram, em uma espécie de seminário de pesquisa.

3.3 A Pesquisa

A pesquisa consiste em uma investigação-ação de caráter qualitativo, caracterizada como uma proposta de ensino. Qualitativa porque conforme Minayo (2002, p. 21-22) preocupa-se com aspectos da realidade e esses não podem ser quantificados, pois tem a preocupação em compreender e explicar a dinâmica das relações sociais. Investigação-ação que segundo Franco (2005):

[...] é uma pesquisa eminentemente pedagógica, dentro da perspectiva de ser o exercício pedagógico, configurado como uma ação que cientificiza a prática educativa, a partir de princípios éticos que visualizam a contínua formação e emancipação de todos os sujeitos da prática (FRANCO, 2005, p. 489).

Também se caracteriza como uma pesquisa etnográfica, o estudo de um grupo. Nesse caso, estudo de um grupo de professores e seus processos educativos, as relações que se estabelecem entre escola, professor, aluno e sociedade, com o objetivo de conhecer o processo de ensino e aprendizagem nesses espaços.

A pesquisa etnográfica permite que os processos de coleta e análise de dados sejam determinados explícita ou implicitamente pelas questões do pesquisador.

A etnografia é um processo guiado preponderantemente pelo senso questionador do etnógrafo. Deste modo, a utilização de técnicas e procedimentos etnográficos, não segue padrões rígidos ou pré-determinados, mas sim, o senso que o etnógrafo desenvolve a partir do trabalho de campo no contexto social da pesquisa (MATTOS, 2011, p. 50).

Na etnografia há interação entre o pesquisador e os sujeitos pesquisados, tendo o pesquisador a flexibilidade de modificar os rumos da pesquisa. Nesse tipo de pesquisa, a ênfase está no processo muito mais do que nos resultados finais. E proporciona a visão dos sujeitos pesquisados sobre as suas experiências. Para Trivinos (1987) “o pesquisador não fica

fora da realidade que estuda, à margem dela, dos fenômenos aos quais procura captar seus significados e compreender”.

O foco da pesquisa foi desenvolver e aplicar uma SD que inter-relacione as disciplinas da área de Ciências da Natureza num curso de formação inicial de professores e analisar de que maneira essa proposta de ensino contribuiu para um ensino de Ciências da Natureza interdisciplinar. Para isso, foram utilizados como instrumentos de coleta de dados o diário de bordo que cada professor participante da proposta recebeu no primeiro encontro. No diário de bordo, cada professor fez durante os encontros e no final de cada aula o registro das suas considerações sobre o trabalho realizado, reflexões sobre a aprendizagem dos alunos, algumas falas dos alunos. Como segundo instrumento de coleta, realizou-se uma entrevista³ semiestruturada com as professoras no início e no final da pesquisa. O objetivo da entrevista foi conhecer as professoras participantes da pesquisa, qual era a compreensão e o conhecimento que tinham sobre a Interdisciplinaridade, os 3MP, e se já haviam trabalhado com propostas interdisciplinares e com o uso de temas. Além disso, perceber como viam a possibilidade de realizar um trabalho interdisciplinar a partir de temas na escola.

Segundo Triviños compreende-se de uma forma geral a entrevista semi-estruturada como:

[...] aquela que parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses, que interessam à pesquisa, e que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que se recebem às respostas do informante. Desta maneira, o informante, seguindo espontaneamente a linha de seu pensamento e de suas experiências dentro do foco principal colocado pelo investigador, começa a participar na elaboração do conteúdo da pesquisa (TRIVIÑOS, 1987, p. 146).

O diário de bordo permite a coleta e a análise de dados, possibilita, também, conhecer os critérios utilizados pelo professor ao escrever o diário de bordo, suas experiências, suas observações. O ato de escrever contribui para uma formação mais crítica do professor em relação a sua prática. De acordo com Zabalza (1994):

A análise dos diários de professores permite compreender como funciona esse instrumento e que tipo de seleção de acontecimentos fazem os professores que participam na experiência, qual o aspecto da dinâmica de suas aulas e de sua própria experiência profissional que destacam como mais relevante (ZABALZA, 1994, p. 104).

³ Este trabalho foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos. Número do Comprovante: 076125/2017.

O diário de bordo corrobora com o segundo fundamento de um trabalho interdisciplinar, proposto por Fazenda (2011). A autora traz o recurso da memória como sendo de grande valia no trabalho docente. A memória-registro escrita, as anotações das aulas, contribui para que o professor faça uma revisão e uma releitura crítica das práticas docentes. Esses registros constituem-se um excelente material de pesquisa e de produção de conhecimento, um movimento dialético próprio de um projeto interdisciplinar. Ao final do trabalho, foi realizada uma análise e reflexão de todo o processo, analisando de que maneira as atividades realizadas contribuíram para a aprendizagem dessas alunas e quais foram os desafios e potencialidades encontradas pelas professoras na realização de uma proposta interdisciplinar.

A metodologia de análise da pesquisa foi a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2009). Tal metodologia se constitui em um conjunto de procedimentos de análise das comunicações que utiliza métodos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. A modalidade da Análise de Conteúdo será a análise temática, que conforme Minayo (2007, p. 316) ocorre em três fases: Pré-análise, em que se organiza o que vai ser analisado; Exploração do material: momento de codificação do material de onde surgem as categorias; e Tratamento dos resultados: interpretação dos dados e destaque das informações obtidas.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Entrevista Semiestruturada com as professoras

Nesse tópico do trabalho descreve-se a análise dos resultados das entrevistas com as duas professoras participantes da pesquisa. As reflexões e resultados relatados na sequência foram analisados segundo a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2009) e confrontados com o referencial teórico. A partir da exploração e codificação das respostas das professoras surgiram as seguintes categorias:

Categoria 1 – Compreensão sobre interdisciplinaridade.

Categoria 2 – Conhecimento sobre o Uso de Temas.

Categoria 3 – O Conceito de Calor e o Trabalho Pedagógico.

Categoria 4 – Dificuldades na Realização de um Trabalho Interdisciplinar.

4.1.1 Categoria 1 – Compreensão sobre interdisciplinaridade

Essa primeira categoria surge a partir da visão das professoras entrevistadas sobre a interdisciplinaridade. Ambas as professoras apresentam uma visão sobre a interdisciplinaridade que vem de acordo com a visão dos autores referências nesse assunto. Compreende-se que ambas possuem a visão de integração entre as áreas do conhecimento. Na visão da PF *“Esse termo estabelece relações entre duas ou mais disciplinas, ou o que é comum a duas ou mais disciplinas”*. A PB também traz na sua resposta a característica de integração: *“Interação das disciplinas em um tema central, troca e interação de conhecimentos”*.

Reafirma-se a importância da interdisciplinaridade na integração das disciplinas nas palavras de Japiassú:

A interdisciplinaridade se apresenta como uma oposição sistemática a um tipo tradicional de organização do saber. Bem como, uma reflexão epistemológica sobre a divisão do saber em disciplinas para extrair suas relações de interdependências e de conexões recíprocas. Portanto, numa primeira aproximação, a interdisciplinaridade se define e se elabora por uma crítica das fronteiras das disciplinas, de sua compartimentação, proporcionando uma grande esperança de renovação e de mudança (JAPIASSÚ, 1976, p. 54).

É preciso ter a clareza de que a interdisciplinaridade está sempre voltada para a preocupação com a superação da fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos

a partir delas. Assim, interdisciplinaridade não é romper com as disciplinas, mas respeitar as diversas áreas do conhecimento, integrando-as através do diálogo, da parceria, da reciprocidade, com uma visão de conhecimento mais amplo e abrangente.

A interdisciplinaridade se apresenta como uma metodologia em que se respeita a especificidade de cada área, procurando estabelecer e compreender as relações entre os conhecimentos sistematizados, ampliando o espaço de diálogo na direção da negociação de ideia e da aceitação de outras visões (WEIGERT; VILLANI; FREITAS, 2005. p. 148).

Portanto, o mais importante não é somente atribuir um significado para a palavra interdisciplinaridade, mas buscar o seu sentido epistemológico. Encontrar seu papel, suas implicações e contribuições para o processo do conhecer. Realizar uma revisão de pensamento, que caminhe para o diálogo, para a troca, para a integração conceitual e metodológica nos diferentes campos do saber.

4.1.2 Categoria 2 – Conhecimento sobre o Uso de Temas

A segunda categoria surgiu com relação à opinião e conhecimento das professoras com relação ao ensino a partir de “temas”. Freire (1987) defende que os temas sejam usados “como problemas a serem decifrados jamais como conteúdos a serem depositados” (p. 118). Para o autor, no processo de redução temática, cada professor apresenta à equipe interdisciplinar a redução do seu tema. Cada professor busca relações com a sua especialidade estabelecendo conexões com as outras áreas, para que no final se tenha uma visão geral do tema reduzido. Encontra-se o uso de temas e a redução temática também nas palavras de Japiassú:

A grande dificuldade consiste em encontrar um método que seja adequado e interdisciplinar. Sabemos que o primeiro elemento de um método consiste em corte da realidade, o que acarreta certa “redução” dessa realidade ou a formação de um esquema ideal mais ou menos simplificado. O segundo elemento consiste em procedimentos de investigação adaptados à realidade assim “reduzida”. O terceiro, em procedimentos de representação capazes de exprimir de modo mais ou menos preciso as investigações e resultados. Finalmente, o método comporta procedimentos de explicação, isto é, uma linguagem teoria capaz de reencontrar dedutivamente os dados empíricos e, assim, “explicá-los” (1976, p. 59).

Nesse sentido, é necessário compreender que para possibilitar a interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da Natureza, ou em qualquer área de ensino, é preciso entender que ao abordar um tema, ou um assunto, numa aula, é necessário estabelecer relações com outros campos do saber. Realizar essas diferentes relações conceituais é uma atividade complexa e

exige que o professor saiba uma gama cada vez mais ampla de conhecimentos. Além disso, precisa conseguir trabalhá-los de maneira mais integrada e relacionada, permitindo aos estudantes espaços para realizarem essas conexões.

Na visão das professoras, o uso de temas, se for bem organizado, pode proporcionar bons resultados em sala de aula. Trabalhar a partir de temas é instigante tanto para os professores quanto para os alunos. A PB descreveu como se sente ao pensar em trabalhar com temas: *“Desafiadora, motivante e muita expectativa, maravilhosa e em busca de ótimos resultados para a turma que será desenvolvida”*.

A PF descreveu ter conhecimento sobre o uso de temas através dos 3MP: *“É uma dinâmica onde no primeiro momento se faz uma problematização inicial, o segundo momento é a organização do conhecimento, e o terceiro é a aplicação do conhecimento”*. A professora teve conhecimento dos 3MP no programa de Mestrado ao qual está vinculada.

Quando desafiadas a escrever sobre alguma experiência já desenvolvida sobre o uso de temas a PF descreveu: *“Seminário do Meio Ambiente – distribuição de mudas arbóreas, em pontos específicos, para a população”*. Já a PB afirmou: *“A escola trabalha com tema gerador, mas tentamos interligar conceitos, atitudes, mas é difícil”*.

A escola, todo ano, faz uma investigação sobre o tema a ser trabalhado no próximo ano letivo. Cada área do conhecimento tem o desafio de realizar atividades utilizando o tema geral da escola. A área das Ciências da Natureza, nesse ano letivo, organizou um pedágio do meio ambiente, com o objetivo de conscientizar a população com relação à preservação do meio ambiente, fazendo a doação de mudas e incentivando o plantio de árvores nativas. O tema da escola é *“Sucesso escolar: educação e atitude em defesa da vida”*. A dificuldade enfrentada pela PB é um relato a partir do problema que as professoras da área sentiram para organizar as atividades a serem desenvolvidas durante o ano letivo. Apesar de darem exemplos sobre o trabalho com o uso de temas, quando questionadas se participam de algum projeto no qual interagem professores de diferentes disciplinas, as duas professoras responderam que não participam. Afirmaram que a presente pesquisa seria o primeiro projeto a ser desenvolvido.

É possível perceber que a resposta das professoras se deve ao fato de que apesar da escola ter um tema gerador e algumas atividades serem planejadas pelas áreas do conhecimento, o dia a dia na sala de aula não é planejado em conjunto, através da troca de ideias com outros professores. Cada professor organiza as suas aulas de acordo com o tema da escola, mas pouco se sabe realmente sobre quais conteúdos e conceitos cada professor trabalha, nem como trabalha em sua disciplina. Isso nos mostra que, apesar da escola trabalhar

com temas, ainda se tem a dificuldade do diálogo, da integração e da parceria num planejamento coletivo e interdisciplinar entre os colegas professores.

4.1.3 Categoria 3 – O Conceito de Calor e o Trabalho Pedagógico

A terceira categoria emergiu dos questionamentos realizados com as professoras a respeito de como ensinam o conceito de Calor e de que forma abordam esse conteúdo em sala de aula. Também foram questionadas sobre quais aspectos, além dos conhecimentos da sua disciplina, podem ser abordados com as alunas.

Percebeu-se nas respostas das professoras que ambas possuem conhecimento sobre como esse conceito está relacionado com diversos conteúdos da sua disciplina e não especificamente em um único conteúdo. Como quando responderam sobre o momento do seu trabalho em que você aborda o tema Calor: *“Temperatura (equilíbrio térmico, medida de temperatura, conversão e escalas), dilatação linear, superficial e volumétrica e dilatação de líquidos”* (PF). Já a PB respondeu: *“Nos sistemas do Corpo Humano, seres vivos em geral, identificando a influência, informações e estímulos, Ciclos Biogeoquímicos, composição do alimento, energia, desde o nascimento até a decomposição dos seres vivos”* (PB).

Quando questionadas a respeito dos tipos de atividades e recursos pedagógicos que utilizam para o desenvolvimento das aulas, percebeu-se ainda um ensino que não foge do tradicional, encontrado ainda hoje em muitas das nossas escolas. Trabalham de forma experimental, vídeos, teoria, aulas expositivas, representações com esquemas, atividades participativas, experiências, dependendo do contexto e do assunto que está sendo abordado.

Não se evidenciou nas respostas das professoras atividades que coloquem o aluno no desafio de resolver problemas, instigando-o a pensar e refletir, buscar respostas para situações problemas do dia a dia. Esse problema já foi questionado no trabalho de Mortimer e Amaral:

Dependemos das concepções sobre calor e temperatura expressas na linguagem cotidiana para comunicar e sobreviver no nosso dia-a-dia. Em lugar de tentar suprimi-las, seria melhor oferecer aos alunos condições para tomar consciência de sua existência e saber diferenciá-las dos conceitos científicos (1998 p. 30-31).

Com relação ao trabalho sobre o conceito de Calor, questionou-se sobre como poderiam trabalhar aspectos além da sua disciplina, a PF respondeu: *“Aspectos da vida diária.”* A PB: *“Influência do calor nos nossos dias, aquecimento, sentidos e doenças”*. Em nenhum momento foi trazida a questão de trabalhar realizando algum projeto na escola, na comunidade escolar, buscando investigar alguma situação trazida por algum aluno.

Os exemplos relacionados pelas duas professoras se restringem em citar algum conteúdo em que esse conceito possa ser trabalhado ou alguma atividade prática. Não relacionam a possibilidade para desenvolver algum projeto com alguma outra disciplina. Ficou evidente a dificuldade de pensar em um planejamento que possa ser desenvolvido no coletivo de professores e que vá além da sala de aula.

4.1.4 Categoria 4 – Dificuldades na Realização de um Trabalho Interdisciplinar

A partir da análise das respostas das professoras sobre a realização de um trabalho interdisciplinar, emergiu essa quarta categoria de análise, que diz respeito às dificuldades encontradas na realização de um trabalho interdisciplinar. Quando questionadas sobre a possibilidade de trabalhar de forma interdisciplinar em todos os conteúdos de Ciências da Natureza do Ensino Médio, as duas professoras responderam que é possível trabalhar com todos os conteúdos de maneira interdisciplinar, como se evidencia na fala da PF: *“A Base Nacional Comum e a parte diversificada devem se comunicar com as disciplinas específicas para trabalharem cada uma das partes, de forma planejada e organizada. Penso ser possível trabalhar todos os conteúdos de ciências da natureza”* (PF).

A PB respondeu: *“Sim, mas requer muito trabalho, dedicação, tempo disponível”*. E citou alguns conteúdos que poderiam ser trabalhados como: sistemas, ecologia, seres vivos, animais e plantas.

Como ambas responderam positivamente quanto a trabalhar de maneira interdisciplinar todos os conteúdos, foram questionadas também sobre quais as dificuldades encontradas em realizar um trabalho interdisciplinar na escola, pois, se é possível trabalhar dessa forma, por que, de fato, não o fazemos? *“A disponibilidade de tempo é a grande dificuldade destacada, pois os envolvidos precisam disponibilizar de mais tempo, pesquisa, organização e encontros para discutir, desta forma dificulta a realização”* (PB). A PF seguiu no mesmo exemplo *“Falta de tempo para o planejamento e o hábito de planejar com os demais colegas”* (PF).

De fato, quem acompanha o dia a dia na escola sabe que muitas vezes os horários disponibilizados para o planejamento coletivo se restringem a cumprir algumas atividades burocráticas como preenchimento de cadernos de chamada, pareceres de alunos, conversas com os pais, orientação, organização e escolha de livros didáticos, organização do laboratório de Ciências e datas festivas na escola.

Assim, sobra pouco tempo, de fato, para reunir-se no coletivo e pensar sobre o que cada um planeja e como planeja. Apesar de termos duas horas aulas por semana para reunião de área, como chamam na escola, a hora para planejamento coletivo, nem sempre todos os colegas da área estão fora da sala de aula naquele momento, muitos colegas vão substituir outros colegas que estão faltando por motivos de doenças, ou por falta de professor mesmo.

Além do tempo, identifica-se na fala da PB, a ausência da questão da pesquisa. Para trabalhar interdisciplinarmente o professor também precisa pesquisar e ir em busca de novos conhecimentos, novas metodologias. Já na fala da PF, compreendeu-se outra dificuldade: “o hábito” de planejar com os demais colegas. Muitos professores não foram formados para pensar, planejar e ensinar de maneira interdisciplinar. Existe uma grande dificuldade em planejar no coletivo, em trocar ideias com outros colegas, em pensar não somente na própria disciplina, mas pensar com um olhar mais abrangente. Encontram-se essas mesmas dificuldades nas palavras de Fazenda:

Numa mesma instituição temos professores com diferentes práticas. Se a instituição propicia espaço, tempo e incentivo ao diálogo, é possível ao professor aprender com seus colegas. Muitas vezes, a solução de um problema, que para ele é difícil ou até mesmo insolúvel, torna-se simples, quando se estabelece a troca com o outro (FAZENDA, 2011, p. 94).

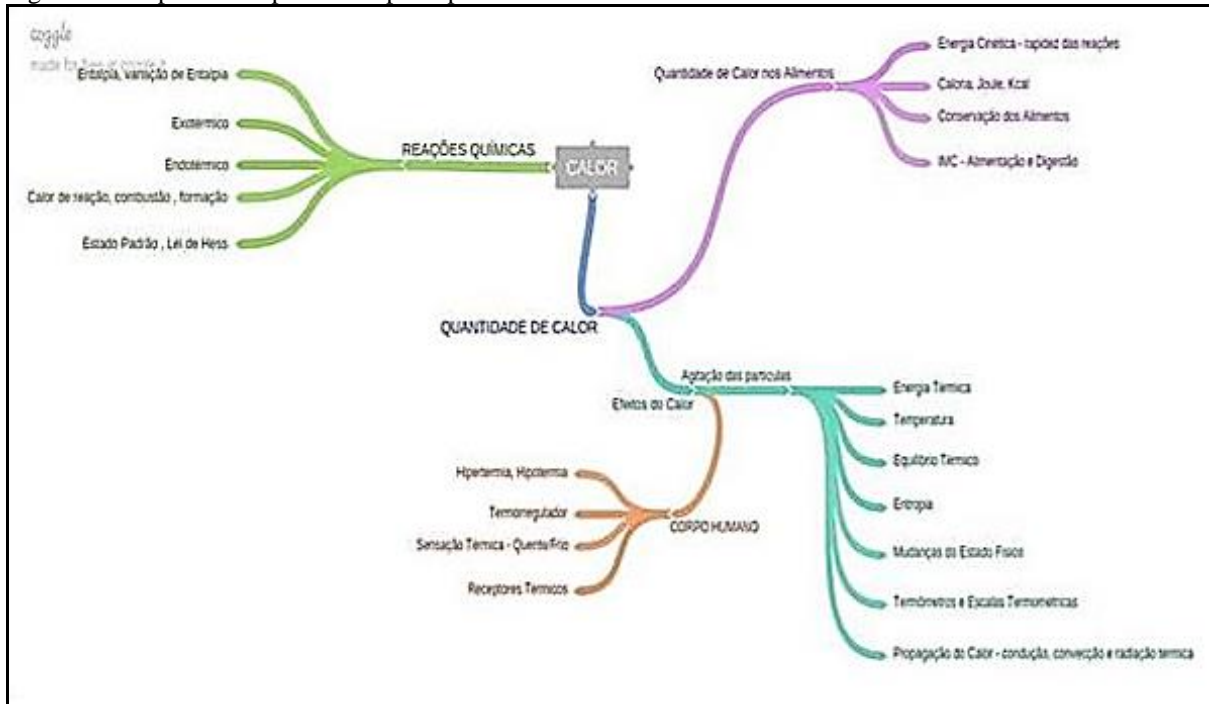
O trabalho interdisciplinar implica em um trabalho coletivo. O professor precisa romper esse trabalho solitário, fechado entre as paredes da sala de aula, entre os muros da escola e aventurar-se num trabalho coletivo e interdisciplinar, sempre visando um ensino de melhor qualidade para os alunos e mais aproximado da realidade. Um trabalho interdisciplinar requer um professor que esteja comprometido com o seu trabalho, reafirmando esse compromisso diariamente na escola.

4.2 Elaboração da Sequência Didática

Para a elaboração da SD, foi necessário que cada professor (Física, Biologia e Química) fizesse um relato sobre como o tema Calor é trabalhado em sua disciplina. Assim, cada professor conversava sobre como estabelecer relações entre os conceitos trabalhados nas três disciplinas. Para organizar os conteúdos de maneira inter-relacionada, as professoras elaboraram um Mapa Mental. Conforme Broietti et al. (2013) “os mapas mentais são utilizados nas mais variadas aplicações profissionais sendo considerados uma estratégia de organização de pensamentos” (p. 1044).

A Figura 1 abaixo demonstra o Mapa Mental produzido pelas professoras usando o software <<https://coggle.it/>>.

Figura 2 – Mapa Mental produzido pelas professoras



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

4.3 Aplicação da Sequência Didática

Nesta seção descrevem-se as observações relevantes advindas da aplicação da SD evidenciando os fatos mais proeminentes e as reflexões sucedidas desta análise. A descrição das falas e fatos ocorridos nas aulas foi obtida através das anotações das professoras durante a realização das mesmas. As aulas não foram gravadas, por isso, em alguns momentos das anotações, perde-se a identificação de qual aluna respondeu determinada resposta. Além disso, em vários momentos as alunas falam todas ao mesmo tempo, o que dificulta identificar a autoria e algumas respostas apenas destacam-se no meio de outras. Algumas alunas são mais participativas, a turma é composta por 19 alunas, porém algumas alunas destacam-se nas respostas, tomam frente às atividades realizadas. Para identificar as falas das alunas utilizou-se letras do A ao T.

Aula 1: Para a PI, as professoras organizaram um café interdisciplinar, as alunas foram recebidas na sala de aula com alguns lanches e bebidas e foram convidadas a degustarem os lanches. Para introduzir o tema trabalhado, enquanto as alunas lanchavam, as professoras já realizavam alguns questionamentos (descritos no encontro 1), a fim de realizar

um levantamento prévio sobre o que essas alunas sabiam sobre o tema a ser trabalhado. “A contextualização exige uma recuperação da memória em suas diferentes potencialidades, portanto do tempo e do espaço no qual se aprende” (FAZENDA, 2011, p. 11). Esse momento foi o tempo de reconhecer o que as alunas já conheciam a respeito do assunto e, dessa forma, avaliar como elas interpretavam os conceitos de calor e temperatura no cotidiano.

Iniciaram-se os questionamentos: *“O que vocês estão sentindo nesse momento, degustando o lanche?”* Primeiro algumas alunas responderam questões relacionadas à satisfação, alegria e felicidade em estar partilhando esse lanche. Depois, foram acrescentando alguns comentários sobre as sensações a respeito da comida, como: *“O pão está quente, o chá está quente, o presunto e queijo estão gelados”*. Então, a aluna T disse: *“Depois de algum tempo o chá esfria!”* A PF questionou: *“Por quê?”* Aluna T respondeu: *“Porque baixa a temperatura, esfria”*. Então se lançou a segunda pergunta: *“O que é frio? O que é quente?”* Várias alunas responderam no coletivo: *“É gelado ou úmido; é quando eu coloco casaco; é difícil dizer o que é frio; dependendo do frio chega a dá dor”*. Então, através das respostas percebeu-se a concepção das alunas com relação às sensações térmicas.

A PQ questionou novamente: *“O que é calor?”* A aluna I respondeu: *“Lembra a praia, o calor, o sol”*. Aluna T complementou: *“Pressão baixa, minha pressão baixa quando sinto muito calor, em Santa Rosa é quente”*. Aluna A complementou: *“Dois corpos juntos se esquentam. O atrito gera calor. O calor tem mais presença no corpo da gente do que o frio. Alguns sentimentos fazem a gente sentir calor. Quando eu tenho calor eu sudo, o calor faz a gente suar.”* Aluna T: *“Quando eu como demais, eu me sinto mal, muito calor, mas não sei por quê?”* Nesse momento a PB questionou: *“Vocês sentem calor quando comem? Por que sentimos calor quando comemos?”* A aluna E respondeu: *“Sim, depende o que comemos. Se eu como sorvete eu não sinto.”* Aluna T: *“Eu tomei o chá quente, fiquei com mais calor”*. Aluna P: *“Porque a saliva é quente, umedece o alimento e fica quente.”* Aluna A: *“É por causa da produção de energia.”* Então, a PQ questionou: *“Explica pra nós o que tem a ver a energia?”* Aluna P: *“O corpo produz energia através das células, o corpo sempre precisa de energia, está sempre trabalhando.”* As alunas já haviam estudado o sistema digestório nas aulas de Biologia, dessa forma souberam resgatar os conceitos estudados e relacionar ao calor que estavam sentindo ao consumir os alimentos e, também, ao fato do corpo obter energia através deles.

A PF perguntou: *“O nosso corpo precisa de mais energia no verão ou no inverno?”* A turma respondeu no coletivo: *“No inverno. Porque no inverno precisamos nos aquecer.”* Outra aluna complementou: *“No inverno nós comemos mais, mais comidas quentes.”* Outra

aluna: *“No inverno demora para digerir, fico cheia por mais tempo.”* A PB retomou alguns conceitos trabalhados nas aulas explicando a sensação de calor quando comemos, e por que comemos mais no inverno e respondendo ao questionamento da aluna anterior, que não sabia o porquê sentia calor ao comer, PB questionou: *“Como os alimentos são transformados em energia para o nosso corpo?”* Aluna: *“Na mastigação, digestão.”* Aluna P: *“Trabalha a língua, a saliva, passa para a epiglote, estômago, daí entra a vesícula biliar, daí vai para o intestino delgado e as células absorvem os nutrientes, bolo fecal, intestino grosso, reto e é eliminado.”* Pelas falas das alunas, constatou-se o conhecimento de vários conceitos relacionando as aulas de Biologia, pelo fato de já terem trabalhado a digestão. Durante a execução da aula, as alunas pouco a pouco foram sentindo-se mais à vontade em comentar os questionamentos.

A PQ questionou: *“E as calorias? O que são?”* Uma aluna respondeu: *“Mulher tem que comer mais que homem, já li isso.”* A turma riu muito. Outra aluna: *“É aquilo que nos engorda”*. Outra complementa: *“Vem do calor, né?”* Uma aluna confunde os conceitos e responde: *“Caloria vem de glicose. Caloria é unidade de medida da glicose”*. Nesse momento a PQ interrompe e explica o que são as calorias e as unidades de medida utilizadas para o Calor. Relaciona o consumo das calorias ao fato de engordarmos ou emagrecermos.

A PF questionou: *“O que é temperatura? Como é determinada a temperatura?”* Aluna respondeu: *“Medida pelo termômetro”*. Outra disse: *“Em graus Celsius e Kelvin. É medida a febre”*. Nesse momento explicou-se o que é a temperatura e sua relação com o calor.

Na continuidade, a PQ perguntou: *“E sobre as bebidas que estão consumindo, é o gelo que esfria o suco, ou o suco que esquenta o gelo?”* A aluna respondeu: *“É o suco que esquenta o gelo. Precisa muito mais calor para esquentar o frio, do que frio para esquentar o calor”*. Outra aluna complementou: *“O gelo derrete, eles se estabilizam e ficam na mesma temperatura. Ah, isso é o equilíbrio.”* A PF: *“Sim, equilíbrio térmico, porque estamos falando de calor”*. Então, explicou o conceito de calor como a energia transferida de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura, até que os dois corpos atinjam a mesma temperatura e cheguem ao equilíbrio térmico. A PQ explicou que calor é uma forma de energia e não substância, explicando a diferença entre os dois conceitos.

Então, a PF questionou: *“Para manter uma bebida mais gelada por algum tempo, qual seria o copo ideal, de alumínio, de vidro ou de plástico?”* Três alunas responderam: *“Alumínio”*. Outra aluna disse: *“Alumínio, não. Assim ele fica mais quente”*. A PF: *“Será que isso está relacionado à sensação térmica?”* A aluna P respondeu: *“O alumínio não, porque o alumínio passa mais calor é melhor condutor.”* Outra disse: *“Acho que é o vidro,*

porque no vidro demora a derreter.” A PF questionou: “O que gela mais rápido?” Aluna B perguntou: “O que gela mais rápido, a latinha ou a garrafa?” Aluna A: “A latinha, então certamente é o alumínio.” A PF disse: “Vamos fazer esses testes na aula de Física, vamos ver o que encontramos”.

A PB questionou: “Qual é a sensação térmica ao inspirar e expirar o ar? O que tem a ver com o calor?” As alunas responderam: “Às vezes, o ar é pesado, daí é a umidade do ar; O ar entra frio e sai quente. Não consigo respirar pelo nariz quando é frio, dói; Se respirar pela boca eu canso mais, porque o ar chega gelado nos pulmões.” A PB, respondeu: “A via correta é pelo nariz, assim, o ar já aquece, umedece, e é preparado para a temperatura do nosso corpo.” Quando acabou a aula, as alunas foram questionadas se gostaram da aula. As alunas responderam que sim, muito. Então, combinou-se que para as próximas aulas as professoras retomariam os conceitos mencionados.

A descrição da execução da aula 2 até a aula 6 é das aulas de Química, conforme Figura 2, aulas executadas pela pesquisadora, sem a presença das professoras de Biologia e Física, que executaram as suas aulas separadamente. Na prática, seria ideal que todas as professoras continuassem as aulas em conjunto, mas pelo horário da escola, organização das aulas e o fato de que as três professoras trabalham em outras escolas, não foi possível a realização das aulas em conjunto.

Figura 3 – Alunos executando as atividades propostas



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Aula 2 – Nesta aula, a PQ trabalhou as mudanças de estados físicos e as transformações químicas. Foi realizada a atividade experimental descrita na aula 2, conforme representado na Figura 3.

Figura 4 – Realização de atividade experimental



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Ao realizar a atividade, a PQ foi questionando as alunas sobre o que observavam nas transformações ocorridas no experimento. Como, por exemplo, logo no início o Béquero começa a “suar” pelo lado de fora. Então a PQ perguntou sobre a água contida fora do béquer. Algumas alunas conseguiram relacionar a condensação da água, muitas apresentaram dificuldades em identificar que há água no ar e que esta, ao se chocar com a superfície fria do béquer, resfria, diminuindo a temperatura e passando do estado gasoso para o estado líquido.

Outras alunas conseguem relacionar a condensação a outros fenômenos do cotidiano, como a chuva, o espelho embaçado ao tomar banho, ao fato das paredes da casa suarem quando o tempo está para chuva. Durante a aula, foram trabalhados conceitos de temperatura, calor e o funcionamento do termômetro. Após a realização da experiência e discussão dos resultados, em conjunto com as alunas a professora descreveu no quadro um esquema sobre as mudanças do estado físico, explicando a questão da organização das partículas nos diferentes estados. Relacionou a mudança dos estados físicos à absorção e liberação do calor, e explicou os conceitos de fenômenos exotérmicos e endotérmicos. Relacionou o uso do sal ao abaixamento da temperatura de fusão da água, explicando por que em alguns países tem-se o hábito de colocar sal na neve. Algumas alunas souberam relacionar o motivo pelo qual algumas pessoas utilizam o sal para gelar uma bebida mais rapidamente. Para finalizar, assistiu-se ao vídeo: “O que dá início a uma reação Química”. Explicando o conceito de entalpia e variação de entalpia. Na sequência, a PQ construiu no quadro, em conjunto com as alunas, gráficos de mudança de temperatura da água em relação ao tempo.

Aula 3 – Na terceira aula de Química, a PQ retomou com as alunas o conceito de Calor. Explicou o conceito de Entalpia e variação de entalpia, retomando os gráficos da aula

anterior para explicar sobre as reações endotérmicas e exotérmicas. As alunas assistiram e discutiram na aula o vídeo: “O que é caloria?” Após, realizou-se a atividade experimental 2: Estimando a quantidade de energia fornecida por um amendoim, castanha do Pará e castanha de caju. A Figura 4 retrata o desenvolvimento da aula.

Figura 5 – Estimando a quantidade de energia fornecida



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Durante a realização da atividade, as alunas já foram percebendo algumas dificuldades que poderiam interferir nos resultados do experimento, tais como: o amendoim não parava no suporte adaptado, às vezes parava a combustão e era necessário acendê-lo novamente. Durante a realização da atividade, a PQ foi discutindo com as alunas alguns conceitos sobre calor de formação e combustão e as alunas também anotavam os resultados observados. Explicou-se que retomariam a discussão da atividade na próxima aula e como tema de casa as alunas deveriam realizar uma pesquisa sobre o Calorímetro de Lavoisier e Laplace.

Aula 4 – Realizou-se a retomada dos conceitos trabalhados na atividade da aula anterior e discutiu-se sobre a pesquisa realizada como tema de casa. Então, a PQ desafiou as alunas a responderem questões sobre a atividade prática realizada. As alunas apresentaram um ótimo conhecimento a respeito da densidade da água e a sua relação com a massa no experimento. Conseguiram calcular e compreender o conceito de caloria. Resposta da aluna B: *“Tudo o que consumimos contém um valor calórico, uma medida de quanta energia o alimento armazena em suas ligações químicas.”* Algumas alunas apresentaram dificuldades em resolver as questões 2 e 4. Conseguiram interpretar a questão, mas não compreendiam como realizar o cálculo, como montar a regra de três para chegar ao resultado, então necessitaram do auxílio da PQ para compreenderem a atividade. Algumas alunas apresentaram um equívoco na resposta com relação ao conceito de reação química. A aluna M

respondeu sobre a questão 5: *“Por que ele não volta ao estado em que ele estava no início, ou seja, reação de combustão”*. Foi preciso que a PQ interviesse sobre a compreensão do conceito de reação química, pois a aluna tinha o entendimento de que todas as reações químicas são irreversíveis, sendo necessário explicar novamente o conceito e citar outros exemplos para que a aluna compreendesse de forma correta o conceito.

Outras alunas responderam que a queima do amendoim era uma reação química, pois liberava calor. Também foi necessário a retomada da primeira atividade realizada com a água, o gelo e sal, para resgatar os conceitos de processos endotérmicos e exotérmicos que também ocorrem na forma física nos materiais. Com relação ao conceito de calor também foi necessário, em alguns momentos, a intervenção da PQ. Algumas alunas relataram que o jornal era um bom isolante térmico, por isso foi utilizado no experimento, porém, usaram algumas expressões como a aluna S: *“Porque ele faz com que o calor não saia para o ambiente e permaneça ali.”* Foi discutido sobre se há ou não trocas de calor com a utilização do jornal ou em outras situações de outros materiais isolantes térmicos.

Aula 5 – Nesta aula foram estudados os conceitos de energia de ligação, entropia e lei de Hess. Para introduzir os conceitos, as alunas assistiram aos vídeos: *“Toda energia do universo é...”* e *“A Química dos pacotes frios”*. Realizou-se a leitura e discussão do texto sobre as bolsas térmicas frias e quentes. As alunas conseguiram identificar qual substância permitia esfriar a parte do corpo que sofreu contusão, identificaram qual das equações representava uma reação endotérmica. Não lembravam o conceito anidro, já trabalhado nas funções inorgânicas na 1º série do curso, sendo necessária a retomada do conceito. Realizaram o cálculo da quantidade de energia liberada na dissolução de cloreto de cálcio com facilidade.

As alunas F e I lembraram de uma situação que ocorria com elas quando crianças e questionaram a PQ: *“Profe, esse exemplo também acontece quando as nossas mães colocavam panos com álcool embaixo dos braços quando estávamos com febre? Porque até hoje sei de pessoas que fazem isso, e, também, dão banho nas crianças para baixar a febre”*. A PQ explicou que essa prática foi muito usada pelas pessoas, mas que o álcool não é indicado para baixar a febre, podendo inclusive causar algumas queimaduras, irritação na pele, intoxicação para as crianças. O banho auxilia, porém, com água morna, além de mais confortável para a criança, a temperatura do corpo não baixa repentinamente. A PQ solicitou que as alunas pesquisassem mais sobre esse assunto. Como tarefa de casa solicitou-se às alunas para pesquisarem sobre a origem da Lei de Hess.

Aula 6 -Nesta aula foram trabalhados alguns conceitos sobre Cinética Química. As alunas assistiram a um vídeo sobre *“Como acelerar a velocidade das reações químicas?”* e foi

realizada a leitura do texto de apoio. Discutiram-se os fatores que influenciam na velocidade das reações químicas como: superfície de contato, temperatura, catalisadores, estado físico das substâncias, concentração dos reagentes. Durante a conversa sobre o texto e o vídeo foram lembradas algumas situações do cotidiano em que se compreende a influência desses fatores nas velocidades das reações químicas. Como, por exemplo, guardar alimentos na geladeira, a prática de enrolar jornal no abacate, a importância de mastigar bem os alimentos durante as refeições, a PQ explicou o processo de amadurecimento das frutas, o gás acetileno liberado durante esse processo, entre outros exemplos. Foi realizado o uso do simulador para demonstrar os fatores que alteram a velocidade das reações químicas. Mais para o final da aula, as alunas produziram um texto sobre o que compreenderam a respeito do calor.

Aula 7 – Nesse momento, as alunas foram auxiliadas para produzir um livro literário sobre o calor e os conceitos trabalhados nas aulas de Química, Física e Biologia. Trouxeram para a escola seus notebooks e trabalharam usando uma plataforma para a produção de um e-book. Não foi possível concluir essa atividade durante a aula, deram continuidade nas aulas de Física e Biologia e algumas duplas concluíram o trabalho em casa. Durante a atividade, as alunas demonstraram bastante motivação e interesse.

Aula 8 – Na última aula da SD, as professoras de Química, Física e Biologia se reuniram com a turma na sala de aula para que os grupos apresentassem os seus livros literários, conforme representado na Figura 5.

Figura 6 – Apresentação dos livros



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Houve a participação de todas as alunas, apresentaram os livros contando e encenando as histórias. A cada apresentação as professoras faziam colocações, elogios e considerações sobre os trabalhos. Após a apresentação, retomou-se com a turma as perguntas da aula 1, para verificar o que haviam aprendido nas sequências das aulas e para que as próprias alunas

percebessem o quanto tinham compreendido sobre os conceitos. No final da aula, as professoras agradeceram a participação e dedicação das alunas, abrindo espaço para a fala das mesmas. A seguir, nas Figuras 6 e 7, são apresentados os livros didáticos produzidos pelas alunas.

Figura 7 – Livros Didáticos produzidos pelas alunas – Parte 1



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Figura 8 – Livros Didáticos produzidos pelas alunas – Parte 2



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

4.4 Avaliação da Sequência Didática realizada com as alunas

Nesta seção avaliou-se a aplicação da SD evidenciando os fatos considerados relevantes na percepção da pesquisadora e as reflexões trazidas pelas professoras nos seus

diários de bordo. Também se consideraram as falas das alunas na avaliação do trabalho realizado nas três disciplinas.

4.4.1 Primeiro Momento – Problematização Inicial: Resgatando os conhecimentos prévios e despertando a curiosidade e interesse.

A primeira aula do projeto teve a intenção de identificar os conhecimentos prévios das alunas sobre o tema a ser trabalhado, sem, contudo, colocar diretamente o tema que seria desenvolvido. A realização do “café interdisciplinar” foi planejada com o objetivo de motivar a turma e despertar curiosidade, já que o grupo se caracterizava por serem alunas pouco participativas nas aulas. O desenvolvimento da aula ocorreu para além do esperado, houve participação das alunas e, também, das professoras; foi um momento de interação e cooperação entre estes sujeitos. Houve discussão e parceria na explicação dos conceitos, o que, para Fazenda (2003), “se pretende com esse diálogo é a problematização do próprio conhecimento”. A PB avaliou a participação das alunas de forma positiva: “Ficamos surpresas com as respostas que condiziam com a proposta a ser trabalhada. Adoramos a interação e questionamentos e as alunas se divertiram com essa atividade”.

Além da motivação das alunas, esse primeiro momento rompeu com a insegurança das professoras em realizar o projeto. Ao término da aula, foi possível perceber a motivação que as próprias professoras sentiram ao realizar a aula, discutiram o quanto seria bom a realização do trabalho e como as alunas já traziam alguns conceitos importantes para a realização do projeto. A PB já havia trabalhado o Sistema Digestório anteriormente, quando algumas alunas relataram os processos da digestão, percebeu-se um sentimento de satisfação por parte da PB, porque as alunas resgataram aquilo que aprenderam na sua aula.

A PI, além de resgatar os conhecimentos prévios das alunas, também motivou e despertou a curiosidade para as questões científicas. Para Freire, “o fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que professor e alunos se assumam *epistemologicamente curiosos*” (FREIRE, 2007, p. 86).

A introdução dos conceitos a serem trabalhados nas aulas iniciou-se em uma situação que fez sentido para as alunas, provocou a reflexão sobre o que sentiam e percebiam entre o mundo real e os conceitos teóricos, entre a teoria e a prática. Como Fazenda (2003) nos coloca “transformam o que é um contexto real, uma forma de vida, no “objetivo” do contexto teórico, conteúdo educacional” (p. 37). Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), nesse

momento, apresentam-se situações conhecidas pelos alunos, que estejam envolvidas nos temas e que exijam para interpretá-las e compreendê-las a introdução de conhecimentos científicos.

4.4.2 Segundo Momento – Organização do Conhecimento – Integração entre os conhecimentos, aprendizagens, dificuldades e memórias compartilhadas.

No segundo momento, cada professora realizou suas aulas de acordo com o horário da escola. Nos horários de planejamento e reuniões de área, as professoras realizavam conversas sobre o andamento das aulas e compartilhavam experiências vivenciadas. Cada professora registrou no seu diário de bordo as memórias e reflexões sobre as aulas das suas disciplinas. As aulas da PQ já foram relatadas em tópico anterior. Não se apresentou a fala da PQ descritas aqui, pois se constitui como pesquisadora do projeto, suas falas, percepções, considerações estão implícitas em toda a escrita da presente pesquisa.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), nesse segundo momento, são trabalhados os conhecimentos selecionados para a compreensão do tema a ser estudado, com auxílio do professor. Podem ser realizadas diversas atividades de modo que o professor possa desenvolver a conceituação fundamental para a compreensão científica do aluno sobre o tema.

A PB fez um relato sobre a caminhada e a corrida na escola para a percepção em relação ao corpo:

“Gostaram muito da atividade, percebendo a alteração da temperatura corpórea, assim como os batimentos cardíacos. Esta atividade foi muito produtiva e os alunos adoraram. Pois sabiam o que aconteceria, mas nunca pararam para avaliar estas sensações”.

Sobre a aula conhecendo e calculando o IMC, a PB relatou outra situação interessante:

“Neste momento a discussão e relatos pessoais foram muitos, pois cada uma das alunas apresentou os seus regimes realizados, alguns com resultados satisfatórios, outros com relatos de descobertas de doenças”.

Na aula sobre a importância da alimentação a PB descreveu sobre a preocupação que as alunas têm com o corpo, e sobre isso estar diretamente relacionado com os alimentos:

“Dessa forma trabalhei a importância da alimentação saudável. Ficaram surpresas com a quantidade de calorias ingeridas”.

Na aula de produção textual e elaboração dos livros literários a PB percebeu o empenho das alunas na realização do trabalho:

“Neste dia percebi a dedicação dos grupos na criação e produção textual”.

No diário de bordo, a PF também fez algumas anotações e reflexões importantes sobre as suas aulas. Na aula sobre a construção de um termômetro caseiro a PF registrou:

“As alunas gostaram muito de fazer a atividade experimental, lançavam várias hipóteses”.

Na aula sobre o conceito de dilatação térmica, a PF registrou algumas dificuldades das alunas em usar o simulador. Nesse momento foi necessária a ajuda das colegas e da professora. Salientou também a importância do uso das TICs em sala de aula:

O uso de simuladores é bom porque é possível visualizar a dilatação que ocorre usando a TIC que é uma ferramenta que os alunos gostam bastante. Apesar de encontrarem um pouco de dificuldade no manejo e acesso foi possível realizar a atividade, as fotos e comentários sobre o que estava sendo desenvolvido na atividade foi postado no grupo da turma e alguns colocaram comentários no grupo. Essa parte foi muito interessante porque **aconteceu de forma interdisciplinar**. Cada professor poderia comentar as atividades ou simuladores relacionando com o seu conteúdo, tanto a Física, a Química ou a Biologia” (PF. Grifo da Pesquisadora).

Essa atividade desenvolvida pela PF, que consistiu em utilizar os simuladores e postar fotos no grupo da turma para discussão, permitiu também a participação das outras professoras. Por isso, a fala da importância do uso das TICs como ferramenta que permite um grupo discutir e participar de atividades mesmo que não esteja presente no mesmo ambiente. É uma maneira de utilizar a tecnologia para a realização de um trabalho interdisciplinar, nos momentos em que não é possível, na escola, todos estarem trabalhando em conjunto.

Na aula sobre as formas de propagação do calor, a PF relatou que iniciou a aula de maneira investigativa, trazendo questionamentos sobre os conhecimentos prévios das alunas:

“Percebi que as alunas não sabiam que a forma de propagação convecção do calor acontecia pela troca do ar quente que sobe e do ar frio que desce. Não conseguiam relacionar com o split da sala de aula e da sua instalação ser na parte superior. Foi feita uma mesa redonda e foi se debatendo o assunto.”

“Senti bastante dificuldade ao ensinar por trazerem conceitos do senso comum bem fora do contexto científico e sempre fiquei surpresa com a dificuldade em usar a tecnologia e relacioná-la com os conceitos”.

A PF relatou a dificuldade em se trabalhar fazendo com que as alunas relacionassem os conhecimentos prévios com os conhecimentos científicos abordados em sala de aula. A distorção entre os conceitos, muitas vezes, dificultava a forma de trabalho e a explicação para

que o aluno reconstruísse o conceito. A PF fez uma avaliação sobre as formas de propagação do calor e as alunas não foram bem. Fez o relato de que foi preciso novamente rever os conceitos e refazer a avaliação com eles.

As memórias das professoras evidenciam a importância de se trabalhar considerando os conhecimentos prévios dos alunos. Ter ciência dos conhecimentos prévios dos alunos permite ao professor planejar, replanejar, reconstruir a sua aula, de maneira a confrontar esses conceitos do senso comum dos alunos e mediá-los para reconstruir os conceitos e com isso construir novos conhecimentos, nessa etapa é fundamental o papel do professor. Já dizia Freire:

Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder o desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com os outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez mais desalienada (FREIRE, 1987, p. 70).

Cabe ao professor encorajar os alunos nessas discussões, auxiliando-os a tornarem-se conscientes da sua aprendizagem, relacionando os seus conhecimentos prévios aos conceitos estudados em aula, objetivando a aprendizagem conceitual dos alunos.

4.4.3 Terceiro Momento Pedagógico – Aplicação do Conhecimento – o resultado da motivação na construção de novos conhecimentos

No terceiro momento pedagógico, o aluno é desafiado a aplicar os conhecimentos adquiridos para resolver situações do cotidiano. Analisar e interpretar tanto as situações iniciais colocadas no primeiro momento bem como outras situações que possam ser compreendidas e respondidas pelo mesmo conhecimento. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco:

A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução, ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas ou resolver qualquer outro problema típico dos livros-textos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 202).

Nesse sentido, pensou-se na elaboração dos livros literários, pois além de ser uma atividade que rompe com o sistema pergunta/resposta comumente encontrado nos livros didáticos, as alunas tiveram o desafio de explicar os conhecimentos trabalhados em sala de aula pelas três professoras fora do contexto inicial.

As alunas, durante a apresentação, souberam explicar vários conceitos relacionando às disciplinas de Química, Física e Biologia. As histórias elaboradas trazem uma riqueza conceitual, explicando os conceitos no dia a dia de uma maneira clara e de fácil compreensão. As situações abordadas nos livros foram muito criativas, algumas traziam situações citadas nos exemplos da sala de aula pelas professoras, e outras pesquisaram para além das situações vivenciadas na realidade.

Foram realizados alguns registros sobre a avaliação das aulas desenvolvidas no projeto com as alunas e compreendeu-se como as aulas envolveram e fizeram com que a turma, que era pouco motivada, tornou-se participativa:

“Gostei das aulas, teve muitas experiências e isso torna as aulas diferentes e legais. O livro foi um desafio lançado para a turma, e isso é positivo, já que o objetivo do Curso Normal é formar professores” (Aluna S).

“Minha avaliação nesse trimestre sobre as aulas de Química, Física e Biologia é: gostei, pois aprendemos a confeccionar o livro, digo, pegamos um conteúdo “difícil” e tornamos em algo “fácil”, além que eu particularmente aprendi mais” (Aluna R).

“A aulas foram ótimas, pois cada assunto trabalhado foi bem explicado pelas professoras. Os assuntos abordados foram assuntos que temos no nosso dia a dia, mas nunca visto de um ângulo científico, achei esse trimestre um máximo” (Aluna I. Grifo da pesquisadora).

“Gostei, porque entendi como o nosso corpo funciona em relação a calor e temperatura, teve muitas experiências legais” (Aluna N).

“As aulas das matérias de Química, Física e Biologia, trabalharam conteúdos relacionados ao calor, temperatura, calorias, foram realizadas experiências, como na Química foi queimado sementes para determinar a sua caloria, na Física realizou-se experiências de verificar as diferenças em colocar a mão na água gelada e depois na água quente, foi fabricado termômetros e na Biologia fizemos caminhadas para verificar a diferença de calor do nosso corpo” (Aluna P).

A PF registrou que: *“Foi um sucesso. Foi lindíssimo. Os conceitos foram contemplados nas histórias, houve muita criatividade”.*

A PB também fez um motivado registro: *“Esta aula da apresentação dos trabalhos foi emocionante, pois todas as alunas realizaram cada uma com características próprias e com superação. Alguns grupos me surpreenderam com a criatividade e apresentação, pois em nenhum momento citei exemplos ou direccionei os temas ou ajudei na organização. Elas trabalharam sozinhas usando sua própria criatividade e organização textual”.*

Após a apresentação dos livros, retomou-se com a turma as perguntas realizadas na aula (reconhecimento dos conceitos prévios). As alunas foram anotando suas respostas e entregaram no final da aula, sendo possível perceber a evolução conceitual por parte das alunas nas suas respostas:

“Quando dois corpos de temperaturas diferentes entram em contato ocorre o equilíbrio térmico, o equilíbrio térmico ocorre por causa da transferência de calor (Aluna I).”

“Temperatura é usada para medir o grau de agitação das moléculas, quanto maior a agitação, maior a temperatura, usamos o termômetro para medi-la (Aluna O).”

“Calor é quando dois corpos se encontram e transfere calor um para o outro em razão da diferença de temperatura (Aluna Q).”

“Quando ocorre a diminuição de calor no nosso corpo, nossa temperatura cai e nossas moléculas não ficam tão agitadas, assim sentimos frio. Quando fazemos exercícios nossas moléculas se agitam e nossa temperatura sobe, aí sentimos calor (Aluna N).”

“Calor é transferido de um corpo para outro em razão da diferença de temperatura, transfere de um corpo de temperatura maior para um menor, aí ocorre o equilíbrio térmico (Aluna N).”

“Quando inspiramos nota-se que um ar frio entra no nosso corpo e quando expiramos o ar sai quente, ocorre uma troca de gases (Aluna P).”

“O calor é a energia térmica em movimento que são os movimentos dos átomos ou moléculas (Aluna E).”

As respostas das alunas foram muito interessantes, ricas em conhecimento e trazem os conceitos relacionados às situações que vivenciaram nas práticas das aulas. Mesmo que um ou outro conceito, durante as aulas, tenha sido retomado pelas professoras, as alunas conseguiram aprender de uma forma que não era comum em ser trabalhada e demonstraram aprender muito mais, se envolveram muito mais nas discussões e atividades em sala de aula.

Quando se propõe um trabalho diferenciado na escola, percebe-se a insegurança por parte das professoras em realizá-lo. A insegurança por parte das alunas, em receber uma tarefa nova, é algo que foge do comum. Com insistência, persistência e dedicação, o trabalho vai sendo desenvolvido. Os resultados vão motivando tanto o aluno quanto o professor na busca por melhores resultados. E esse é o sentido, fazer o movimento, romper com o tradicional, trocar experiências, realizar projetos em parceria, pois é só no engajamento nesse movimento de tentar fazer um planejamento coletivo, relacionar e integrar os conceitos que se consegue realizar algo novo, construir novos conhecimentos, conhecer as potencialidades de cada um.

4.5 Avaliação dos Encontros realizados com as professoras

Para avaliar o trabalho da pesquisadora com as professoras de Física e Biologia na escola, realizou-se uma entrevista pós-aplicação da SD e finalização do trabalho com as alunas. Nas respostas das professoras buscou-se evidências de um trabalho interdisciplinar, bem como as potencialidades e as dificuldades encontradas na realização desse trabalho com o uso de temas. A seguir discorre-se sobre as categorias encontradas.

4.5.1 A interdisciplinaridade como ação no trabalho pedagógico.

Essa categoria surgiu das respostas das professoras sobre o que aprenderam em relação à interdisciplinaridade na realização dessa pesquisa e como foi trabalhar com a metodologia dos 3MP.

Cabe lembrar que no primeiro momento realizou-se um estudo de artigos sobre a Interdisciplinaridade e os 3MP com as professoras, para que conhecessem as teorias que defendem essas propostas de ensino.

Quando questionadas em relação ao que aprenderam sobre a interdisciplinaridade responderam:

“A interdisciplinaridade é uma proposta que consta nos documentos oficiais. São ações que buscam assegurar o conhecimento sobre um tema em diferentes disciplinas, propiciam a troca de saberes nos diferentes campos do conhecimento. A interdisciplinaridade é possível e os resultados são muito bons (PF. Grifo da pesquisadora).”

A PB respondeu sobre a importância da leitura dos textos para esclarecimentos no início da pesquisa. Mas, também percebeu que é fácil estar nos diários os conceitos que devem ser trabalhados, mas que na prática é totalmente diferente, é preciso muito planejamento para a elaboração de planos de aula que contemplem todas as disciplinas.

Na resposta da PF evidenciou-se uma característica da interdisciplinaridade defendida por Fazenda (2011), de que a interdisciplinaridade não é categoria de conhecimento, mas de ação. Nesse sentido a interdisciplinaridade são as ações, propostas, metodologias que o professor utiliza no seu planejamento e prática com os seus alunos, objetivando construir num coletivo, conhecimentos mais elaborados, participando nesse processo diferentes disciplinas.

Quando questionadas sobre como foi participar e desenvolver um projeto interdisciplinar na escola, aspectos positivos e dificuldades encontradas, as duas professoras apresentaram diferentes opiniões.

“Para mim não foi difícil. Sou uma pessoa aberta e teria que preparar as aulas participando ou não do projeto. Como aspectos positivos e que na minha opinião foi muito interessante é que as alunas lembravam melhor do conteúdo, dos conceitos, porque o tema era abordado com frequência nas três disciplinas. E a interdisciplinaridade foi muito bom também (PF).”

“Foi incrível trabalhar, até comentamos se possível aperfeiçoar este conteúdo e até realizar projetos interdisciplinares em outros conceitos. A cada trabalho sempre é complicado e uma nova experiência (PB).”

Destaca-se na resposta da PF que o uso do tema e o fato de ele estar sendo trabalhado nas três disciplinas contribuiu para que as alunas lembrassem dos conceitos que estão sendo trabalhados. Além disso, na resposta da PB, evidenciou-se o interesse e motivação em ampliar esse trabalho, realizar com outros conceitos, conteúdos não abordados na SD.

Com relação ao trabalho com o tema calor, questionou-se PF e PB sobre quais aspectos além da sua disciplina foram possíveis trabalhar com os alunos. As professoras responderam:

“Saber os conceitos das outras disciplinas e o interesse das alunas por cada tema e conceito trabalhado (PB).”

“Foi possível desenvolver a interação com os simuladores. As alunas tiveram dificuldades para acessar e dar início à atividade. Foram trabalhados temas do dia a dia, como condução, convecção e irradiação, que as alunas não tinham noção do funcionamento dos aparelhos eletrônicos utilizados para esses fins (PF).”

Dessa forma, a interdisciplinaridade contribuiu para a aprendizagem dos alunos, também contribuiu para o trabalho do professor, além de motivar os professores a participar de novas pesquisas interdisciplinares, favorecendo a sua interação e parceria.

4.5.2 Os 3MP e o uso de temas na sala de aula.

Essa categoria emerge dos questionamentos realizados para as professoras sobre o uso de temas e as aulas utilizando os 3MP como metodologia.

Sobre o trabalho a partir do tema Calor em sala de aula, as professoras responderam:

“Foi muito bom. O calor é um tema que faz parte das ações da vida diária dos alunos. Muitas atividades e ações exercidas envolvem esse tema. Foi relativamente fácil, os alunos já trazem de casa um conhecimento empírico (PF).”

“Foi excelente, produtivo e maravilhoso. Mas, complicado pela falta de prática e conhecimento, pois estamos habituados a realizar os métodos tradicionais (PB).”

Aqui é possível identificar que o uso dos temas facilita o trabalho do professor e a aprendizagem dos alunos, pois esses já trazem conhecimentos prévios das ações realizadas no dia a dia, exatamente o que é defendido por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), a abordagem temática rompe com o currículo tradicional e contribui para um ensino com base numa abordagem conceitual.

Com relação aos aspectos positivos em se trabalhar com os 3MP, novamente destaca-se a importância de conhecer os conhecimentos prévios dos alunos.

“Os pontos positivos de se trabalhar com esta metodologia estão relacionados à facilidade de compreensão dos alunos e formas diferentes de avaliar (PB).”

“Verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Trabalhar de forma direcionada com base no pré-diagnóstico colhido através da análise do conhecimento prévio. Escolha e métodos adequados aos conhecimentos que os alunos já possuem (PF).”

É importante ao professor conhecer o seu aluno. Não basta preocupar-se somente com o que vai ensinar, quais conteúdos. É necessária a preocupação sobre como ensinar a partir da realidade daqueles alunos, a partir do que sabem ou não sabem (conhecimentos prévios).

Em outros termos: é para problematizar o conhecimento já construído pelo aluno que ele deve ser apreendido pelo professor; para aguçar as contradições e localizar as limitações desse conhecimento, quando cotejado com o conhecimento científico, com a finalidade de propiciar um distanciamento crítico do educando ao se defrontar com o conhecimento que ele já possui e, ao mesmo tempo, propiciar a alternativa de apreensão do conhecimento científico (DELIZOICOV, 2005, p. 129).

Por isso, o planejamento das aulas nunca está pronto, ele vai sendo construído à medida que o professor entra em sala de aula e faz o diagnóstico de cada turma. Cada turma traz a sua riqueza conceitual, suas particularidades, dificuldades. A aula torna-se um processo em construção com a participação do professor e de cada aluno.

Com relação às dificuldades enfrentadas em trabalhar com essa metodologia as professoras relataram que não apresentaram grandes dificuldades.

“Eu não tive dificuldades, muito pelo contrário me pareceu mais fácil, porque os alunos sempre lembravam de alguma passagem realizada na outra disciplina, associando ao conceito trabalhado em sala de aula (PF).”

“Organização, seguir os cronogramas e a elaboração dos conceitos, práticas para cada conceito, tudo isso requer tempo para planejar e tempo para aplicação (PB).”

As professoras não apresentaram dificuldades com relação à estruturação das aulas seguindo os 3MP, as dificuldades ficaram por conta do tempo de planejamento e execução das aulas, que deveriam ainda ser organizadas segundo os horários e agenda da escola.

Quando questionadas se havia diferenças entre as aulas desenvolvidas a partir da dinâmica dos 3MP e as aulas planejadas antes do projeto, as professoras responderam:

“Sim, pois planejamos as aulas separadamente sem a interação dos conceitos, apenas seguimos o cronograma dos conteúdos e a sequência de cada instituição e só percebemos a importância quando participamos do projeto, pois de outra forma acabamos por fazer trabalho mecânico (PB).”

A PB colocou que o planejamento era realizado separadamente, seguindo a listagem de conteúdos de cada escola, de uma maneira “mecânica”, no sentido de expressar sem reflexões, sem interação com outros conhecimentos. E que só percebeu a importância de realizar trabalhos no coletivo quando participou do projeto.

“Sim, porque foi planejado todas as aulas e foi preciso seguir o passo a passo. E, também, foi realizado o diagnóstico para verificar o conhecimento prévio dos alunos e que antes não era feito, ou de forma superficial. E o resultado ou o terceiro momento foi fantástico, muito melhor do que quando avaliava de forma tradicional. O conhecimento exposto na construção do livro deixou bem claro os conceitos trabalhados no projeto (PF).”

As professoras perceberam diferenças significativas em elaborar as aulas seguindo uma metodologia (passo a passo – 3MP), destacaram a importância da interação entre os conhecimentos, bem como o problematizar, considerando que o aluno já possui conhecimentos prévios e que a avaliação nessa metodologia não ocorre de maneira tradicional.

4.5.3 Aprendizagens e interações entre alunos e professores evidenciadas na pesquisa.

O objetivo de toda e qualquer prática educativa é a aprendizagem dos alunos, essa aprendizagem se dá no processo de ensino e aprendizagem estabelecido na relação aluno-professor, professor-professor, aluno-aluno. Freire, neste processo, afirma que:

[...] o bom professor é o que consegue, enquanto fala trazer o aluno até a intimidade do movimento do seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma *cantiga de ninar*. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas imaginações, suas dúvidas, suas incertezas (FREIRE, 1996, p. 96).

Para Freire (1996) o processo de ensino e aprendizagem requer a existência de sujeitos, ambos em um mesmo processo, em que se aprende e se ensina um com o outro. Assim, se estabelece a educação, nessa relação entre o aluno e o professor. Não existem regras prontas para conduzir o aluno à aprendizagem. Porém, o professor pode exercer em sala de aula a função de um guia, que irá conduzir a aprendizagem dos alunos e sua interpretação e compreensão dos aspectos do mundo cotidiano e do mundo da ciência.

Dessa forma, também Fazenda (2003, p. 38) defende a interação do professor e aluno, quando reflete que “a ação do educador será a de decifrar com o educando as coisas do mundo das quais ambos são participantes”. Segundo a autora, a interdisciplinaridade se realiza no encontro, a educação só tem sentido na “mutualidade”, na relação recíproca de respeito e amizade entre professor e aluno.

Essa categoria buscou evidenciar as aprendizagens e interações entre alunos e professores no desenvolvimento das aulas da SD na percepção e avaliação das professoras.

“Os alunos tinham um conhecimento prévio, agregaram-se a este o conhecimento científico e como resultado do conhecimento foi desenvolvido os livros que contemplavam os conceitos estudados. Os alunos demonstraram segurança ao desenvolver as histórias infantis (PF).”

“Aspectos diferentes de perceber o desenvolvimento, pois a turma era apática, sem vontade ou interesse por desenvolver algo, sendo uma das turmas mais complicadas de trabalhar. Mas foi surpreendente, pois não precisei chamar a atenção para o desenvolvimento do trabalho final, tudo ocorreu com muita facilidade e entusiasmo (PB).”

A realização da SD utilizando a dinâmica dos 3MP e a interdisciplinaridade demonstrou a capacidade de provocar nas alunas, além da mudança no comportamento e interesse nas aulas, uma mudança conceitual. Pelas reflexões das professoras e avaliação realizada com as alunas, estas foram capazes de unir o conhecimento prévio ao conhecimento científico. Reformulando os conceitos estudados e levando o conhecimento científico para a sua prática.

Como afirma Delizoicov:

[...] um processo pelo qual o professor ao mesmo tempo que apreende o conhecimento prévio dos alunos, promove a sua discussão em sala de aula, com a finalidade de localizar as possíveis contradições e limitações dos conhecimentos que vão sendo explicitados pelos estudantes, ou seja, questiona-os também. Se de um lado o professor procura as possíveis inconsistências internas aos conhecimentos emanados das distintas falas dos alunos para problematizá-las, tem, por outro, como referência implícita o problema que será formulado e explicitado para os alunos no momento oportuno bem como o conhecimento que deverá desenvolver como busca de respostas. A intenção é ir tornando significativo, para o aluno, o problema que oportunamente será formulado (DELIZOICOV, 2005, p. 130).

O trabalho usando temáticas torna o ensino voltado para a curiosidade e a criatividade. O aluno vai para a escola para participar das atividades da aula, e não para assistir à exposição do professor. Esse tipo de ensino centra-se na aprendizagem do aluno, e centra-se mais no projeto de vida dos alunos. Os alunos aprendem o conhecimento inter-relacionando as áreas, mais na sua totalidade. Aprendem a trabalhar em grupo, desenvolvem autonomia e capacidade crítica na tomada de decisões no coletivo.

Questionadas sobre a avaliação do trabalho realizado, as professoras responderam:

“As expectativas foram além do esperado, mas acredito que se fosse possível melhoraria em todos os aspectos, pois a cada realização de trabalhos como este, com temas, novos pontos de vista surgem, novos desafios que particularmente queremos superar (PB)”.

“Na minha opinião o resultado foi além das expectativas. A criatividade dos educandos, futuros professores, superou as expectativas. Os trabalhos ficaram muito bons. Talvez o tempo poderia ser maior (PF)”.

Pode-se perceber nas respostas das professoras o encantamento e a satisfação com o trabalho realizado. Além das mudanças comportamental e na aprendizagem das alunas, houve mudança de postura das professoras participantes da pesquisa e, também, na aprendizagem das mesmas. Aprenderam que um projeto interdisciplinar é um longo caminho a ser construído, e que a aprendizagem também precisa de tempo.

Nas reflexões realizadas em conjunto, evidenciou-se a importância de o professor saber o conteúdo a ser ensinado. E para isso é preciso estudo. Conforme Fazenda (2003):

Nosso estudo do cotidiano da sala de aula levou-nos a observar que em ciências um fato curioso acontece: a motivação dos alunos é muito grande, prende-se a seu interesse em apreender o mundo que os cerca, os fenômenos físicos, os seres vivos e a si próprios, enquanto as possibilidades de o professor satisfazê-lo em termos de conteúdo são muito limitadas. Numa proposta interdisciplinar, o professor de ciências que não tivesse seu problema de domínio de conteúdo completamente resolvido, poderia adotar em sala de aula a postura de quem faz ciência, ou seja, não ter todas as respostas prontas, mas, apresentar disponibilidade intelectual para procurar soluções que envolvam outras esferas e pessoas que não a sala de aula e o professor (FAZENDA, 2003, p. 63).

Compreendeu-se também a importância de valorizar os conhecimentos prévios dos alunos e saber estabelecer a relação entre a prática e a teoria. Como afirma Delizoicov (2005):

Podemos planejar as atividades de sala de aula de tal modo que as explicações dos alunos, o seu conhecimento prévio, sobre as situações envolvidas nos temas escolhidos possam ser obtidas e *problematizados* pelo professor, direcionando o processo de *problematização* para a formulação do(s) *problema(s)* que geraria(m) a necessidade de se trabalhar um *novo conhecimento* para o aluno (DELIZOICOV, 2005, p. 130).

Além disso, a necessidade de promover aulas usando metodologias em que o aluno seja protagonista da sua aprendizagem. O valor de um trabalho construído em parceria, um ajudando o outro, fazendo com que o outro compreenda aspectos da sua prática ainda não vistos é significativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do trabalho realizado, retomam-se os questionamentos que impulsionaram a realização da presente pesquisa:

Uma metodologia apoiada na problematização se mostra favorável à aprendizagem interdisciplinar em Ciências da Natureza? A realização do trabalho com abordagem interdisciplinar contribuiu no processo de ensino-aprendizagem e na construção coletiva de uma SD interdisciplinar, envolvendo as três disciplinas da área de Ciências da Natureza. A escolha de um tema comum contribuiu para a aproximação e integração das disciplinas, provocando um movimento de aproximação e interação entre os conhecimentos científicos trabalhados.

Quais aprendizagens são evidenciadas pelo envolvimento de professores e alunos numa prática interdisciplinar? Durante a realização da pesquisa, foi visível a participação e envolvimento dos professores e alunos na realização das aulas. Como destaca Fazenda:

Só no verdadeiro diálogo, no autêntico encontro, há a real interdisciplinaridade ou melhor, educando e educador são sujeitos de uma mesma situação e a eles em conjunto caberá a decifração do mundo. Quando um fala o outro escuta, e nessa pausa, a espera (FAZENDA, 2003. p. 39).

Nesse sentido, houve a compreensão do ato de educar como ação, uma ação que escuta e espera, que transforma e não apenas transmite conteúdos. Uma fala se complementa na outra, a palavra não é só do professor, mas dos alunos também.

Percebeu-se uma mudança de postura e de atitudes com relação aos colegas professores, que iniciaram timidamente o trabalho e ao longo do estudo e elaboração da SD foram ficando mais confiantes e ousando no planejamento de atividades diferenciadas, as quais não costumavam estar presentes nos seus planejamentos. A turma mudou significativamente o seu comportamento no decorrer do projeto, uma turma pouco participativa conseguiu envolver-se nas atividades e no final do processo demonstrou um grande crescimento, tanto no comportamento e atitudes na sala de aula quanto na aprendizagem e evolução conceitual, demonstrando a importância da problematização dos conhecimentos de maneira interdisciplinar em sala de aula.

Ao final do trabalho, ainda destaca-se que as alunas surpreenderam com a maturidade e seriedade com que elaboraram os livros literários. Ficou evidente a aprendizagem dos conhecimentos científicos trabalhados nas falas e discussões, durante as aulas. Além disso,

houve uma apropriação da linguagem científica, sabendo explicar conceitos e utilizando a representação e linguagem apropriada.

Quais os desafios e as potencialidades encontradas num trabalho interdisciplinar? A falta de tempo para o planejamento coletivo e a falta de experiência na realização do trabalho utilizando uma abordagem interdisciplinar foram as principais dificuldades encontradas. O horário disponível na escola não foi suficiente para o planejamento das aulas, em muitos momentos as professoras se encontraram fora do horário escolar. Outra dificuldade encontrada foi o espaço escolar, pois o horário da escola não permite que as três professoras trabalhem ao mesmo tempo com uma turma. Para a realização das aulas em conjunto pelas professoras foi necessária uma organização diferente na escola. A insegurança no decorrer do trabalho foi sendo substituída pela motivação e coragem de ousar e realizar o trabalho proposto. Ao final do processo, essas dificuldades já não se sobressaíam da mesma maneira que ocorriam no início das atividades, e a motivação e a importância de se realizar novos projetos seguindo essas metodologias ficaram evidenciadas.

A interdisciplinaridade contribuiu para a articulação e interdependência entre os conceitos, contribuindo de maneira significativa para o entendimento e a aprendizagem dos alunos. O uso de temas relacionados com o cotidiano dos alunos despertou maior interesse no estudo dos conteúdos dando um maior sentido para o que aprendiam na escola. A problematização, a partir de temas, contribuiu para uma proposta interdisciplinar beneficiando o processo de ensino-aprendizagem do conhecimento científico para além da sala de aula. O projeto desenvolvido contribuiu para maior autonomia do professor e do aluno, que se tornaram sujeitos, participantes ativos desse processo.

Nas palavras de Delizoicov (2005) retoma-se a importância da realização desses trabalhos na formação dos professores:

Ressalta-se, novamente, o papel da formação de professores, tanto a inicial como a continuada. Se pretendermos atribuir ao ensino de Física, como também ao das demais disciplinas do currículo escolar, algum nível de compromisso ao se tratar questões e temas tão importantes quanto as relações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade, não se poderia deixar de tratá-los sistematicamente durante a formação (DELIZOICOV, 2005, p. 132).

A realização desse trabalho não foi tarefa fácil, tampouco foi perfeito na sua realização. A caminhada para a realização de um trabalho interdisciplinar é longa, e exige muito estudo e encontros para diálogo. Só há diálogo quando as pessoas se dispõem a isto, afinal, de acordo com Fazenda (2003, p. 63), “na prática, a interdisciplinaridade tem sido

‘utopia’, sonhada por muitos, procurada por alguns...”. No entanto, a confiança e a persistência culminaram em um bom resultado.

Acredita-se na importância desse trabalho realizado, pois se consistiu em um começo para alavancar a realização dessas práticas na escola e contribuir para uma educação de qualidade. Pensa-se ter dado início a um movimento importante no processo de ensinar e aprender. A interdisciplinaridade, quando compreendida e assumida como categoria de ação, pode contribuir no trabalho do professor, da escola, na reelaboração do trabalho pedagógico, reorganização do currículo, no repensar aspectos da avaliação e espaços de aprendizagem escolar.

No entanto, retoma-se aqui um dos obstáculos para o trabalho interdisciplinar destacado por Fazenda (2003), o obstáculo metodológico. O realizar uma metodologia interdisciplinar enfrenta inúmeros desafios, alguns destacados anteriormente no presente trabalho. É necessária uma mudança gradual na estrutura do ensino e das disciplinas nas escolas, uma reflexão sobre o sujeito que se pretende formar, além da reorganização do tempo e espaço dos professores que estejam dispostos a trabalhar nessa perspectiva de ensino.

Outra questão é a designação e interpretação aos termos interdisciplinaridade e multidisciplinaridade. As definições para inter e multi na literatura convergem e divergem em vários aspectos, não há uma ideia única sobre o que seja interdisciplinaridade ou o que de fato caracterize práticas interdisciplinares. Para Japiassú (1976, p. 76) “o problema maior reside no próprio conceito de interdisciplinaridade. Trata-se de um conceito que varia, não somente no nome, mas também naquilo que ele significa (conteúdo)”.

Ao passo que não se encontra um conceito formalizado que defina as fronteiras entre a interdisciplinaridade e a multidisciplinaridade. O que se sabe é que a interdisciplinaridade se encontra na ação, na prática. Na intenção de diferentes propostas de ensino, que são aplicadas e investigadas em muitos espaços escolares; logo, para Japiassú:

Não podemos alimentar ilusões: ainda está por ser construída uma teoria interdisciplinar. Para tanto, talvez fosse preciso confrontar as experiências já realizadas e suscitar novas experiências, a fim de precisar em que condições se fazem as descobertas e se efetuam os progressos nas ciências [...] Em suma, a interdisciplinaridade não é apenas um conceito teórico. Cada vez mais parece impor-se como uma prática (JAPIASSÚ, 1976, p. 81-82).

Acredita-se que a importância da realização dessa pesquisa está para além da definição de ser interdisciplinar ou multidisciplinar, pois carrega em si a intenção, o projeto, as ações de professores que se empenharam em um único objetivo, a fim de romper com o ensino linear,

as fronteiras entre suas disciplinas, o ensinar através de uma metodologia em comum, na busca de um ensino mais inter-relacionado e em consonância com o cotidiano dos alunos. Continua-se com a esperança de dar continuidade a projetos como esse na escola e que também outras pesquisas escolares envolvendo os 3MP e a interdisciplinaridade surjam para compartilhar e/ou confrontar experiências e resultados entre professores e escolas diferentes.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. G.; LOPES, A. C. A interdisciplinaridade e o Ensino de Química: uma leitura a partir das políticas de currículo. In: SANTOS, W. P.; MALDANER, Otavio. A. (Orgs). **Química em Foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. p. 77-99. (Coleção Educação em Química).
- ARAÚJO, A. T. de. **Conceitos de calor e temperatura sob a ótica do momento pedagógico de problematização inicial**. 2015. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
- ARAÚJO, L. B. **Os três momentos pedagógicos como estruturantes de currículos**. 2015. Dissertação (Mestrado Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- AULER, D. Articulação entre pressupostos do Educador Paulo Freire e do Movimento CTS: novos caminhos para a Educação em Ciências. **Contexto e Educação**. Ijuí- RS, v. 1, n. 1, p. 167-188, 2007b. Disponível em: <<https://bit.ly/2nJMF14>>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- _____. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**, v. 1, n. especial, nov. 2007a. Disponível em: <<https://bit.ly/2MT4KV0>>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, LDA, 2009.
- BEBER, L. B. C. **Reorganizações curriculares na conquista da educação escolar de melhor qualidade: expectativas acerca do efeito indutor do novo Enem**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS. 2012.
- BROIETTI, F. C. D. et al. A temática “cheiro” no Ensino de Química: mapas mentais como estratégia metodológica. IX CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9, 2013, Girona. **Anais...** Girona: Universitat Autònoma de Barcelona; Universitat de València; Universitat de Girona, 2013. p. 1043-1048. Disponível em: <<https://bit.ly/2wec4Ur>>. Acesso em: 05 out. 2016.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999. p. 538-545. Disponível em: <<https://bit.ly/2oMcgpe>>. Acesso em: 02 abr. 2016.
- _____. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF, 1996. p. 1-31. Disponível em: <<https://bit.ly/2cpUkKg>>. Acesso em: 02 abr. 2016.
- _____. Ministério da Educação/MEC, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/1HmJPBm>>. Acesso em: 25 abr. 2016.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Área Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.

Brasília: MEC/Semtec, 1999b. Disponível em: <<https://bit.ly/2Mkuca6>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

_____. Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, DF, 1998b. Resolução CEB Nº 3, de 26 de junho de 1998. Disponível em: <<https://bit.ly/2w4Ngx9>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

_____. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Parte I - Bases Legais. Brasília: MEC/Semtec, 2000b. Disponível em: <<https://bit.ly/2oMcgpe>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

_____. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002a. Disponível em: <<https://bit.ly/2uvf4Oa>>. Acesso em: 25 maio 2016.

CASTRO, P. A. (Org.). **Etnografia e educação: conceitos e usos**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. p. 49-83. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

DELEVATI, M. A. et al. As TICS na formação inicial e continuada de educadores. Encontro de Debates sobre o Ensino de Química: da universidade à sala de aula: os caminhos do educador em química, 35, 2015, Porto Alegre. **Anais...** Lajeado: Ed. da Univates, 2015. p. 832-877. Disponível em: <<https://bit.ly/2MV0Awh>>. Acesso em: 10 out. 2016.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freireana de educação. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983. Disponível em: <<https://bit.ly/2wbXIJz>>. Acesso em: 13 set. 2016.

_____. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, Maurício (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005. p. 125-150. Disponível em: <<https://bit.ly/2MT5cD4>>. Acesso em: 13 set. 2016.

_____.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

_____.; _____.; _____. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

FAVERO, A. A.; GABOARDI, E. A. (Coord.). **Apresentação de trabalhos científicos: normas e orientações práticas**. 5. ed. rev. e ampl. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2008.

FAZENDA, I. C. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 18. ed. Campinas: Papirus, 2011.

_____. **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas, SP: Papirus, 1998. (Coleção Práxis).

_____. **Interdisciplinaridade: qual o sentido?** São Paulo: Paulus, 2003. (Questões Fundamentais da Educação).

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas ‘Estado da Arte’. **Educação & Sociedade**, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002. Disponível em: <<https://bit.ly/1NlhRNC>>. Acesso em: 27 jul. 2016.

FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Análise de dissertações produzidas sobre livros didáticos de Química em Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15, 2010, Brasília-DF **Anais...** Brasília: SBQ, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2PhWy2F>>. Acesso em: maio 2017.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, set./dez. 2005. Disponível em: <<https://bit.ly/2MvXuSq>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968.

_____. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

_____. **Ação cultural para a liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

_____. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

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

_____. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

_____. **Educação na cidade**. São Paulo: Cortez, 1995.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários para a prática educativa**. 35. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1996.

GALIAZZI, M. C.; GARCIA, F. Á.; LINDEMANN, R. H. Construindo Caleidoscópios: organizando Unidades de Aprendizagem. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.

GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 15, n. 2, p. 339-355, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2N1EAQA>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

INTERDISCIPLINARIDADE, São Paulo: PUCSP, v. 1, n. 1, out. 2011. Periodicidade anual. (Publicação do Grupo de Estudos e Pesquisa em Interdisciplinaridade (GEPI) – Educação: Currículo – Linha de Pesquisa: Interdisciplinaridade).

JAPIASSÚ, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LINS, V. S. **A experimentação problematizadora na visão de Delizoicov**: aplicabilidade de modelos atômicos. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, 2016.

KOBASHIGAWA, A. H. et al. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: SEMINÁRIO NACIONAL ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA, 4, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2008. p. 212-217. Disponível em: <<https://bit.ly/2lpOqjV>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**. 10. ed. São Paulo: HUCITEC, 2007.

_____. (Org.). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

_____. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revistas**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/2Pi2R6h>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 5. ed. Trad. C.E.F. Silva e J. Sawaya. São Paulo: Cortez, 2011. p. 35-46.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor. **Revista Química Nova na Escola**. n. 7, p. 30-34, maio 1998. Disponível em: <<https://bit.ly/1fRJRJGZ>>. Acesso em: 14 set. 2016.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos Três Momentos Pedagógicos**: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUNDIM, J. V. **Avaliação da abordagem de um tema CTS em aulas de Ciências das séries finais do Ensino Fundamental**: análise de uma intervenção pedagógica. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

NUNES, A. O. N.; NUNES, A. O. PCN – Conhecimentos de Química, um olhar sobre as Orientações Curriculares Oficiais, **Holos**, ano 23, v. 2, 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/2nO15NP>>. Acesso em: 10 maio 2017.

OLIVEIRA, B. R. M. et al. Contextualizando algumas propriedades de compostos orgânicos com alunos de ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 326-339. Disponível em: <<https://bit.ly/2vTNJnt>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

OLIVEIRA, S. **Limites e potencialidades do enfoque CTS no ensino de Química utilizando a temática qualidade do ar interior**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

RICARDO, E. C. Implementação dos PCNs em sala de aula: dificuldades e possibilidades, **A Física na Escola**, v. 4, n. 1, p. 8-11, 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2MpSiAx>>. Acesso em: 05 maio 2016.

RICHETTI, G. P. O rompimento da barragem da Mineradora Samarco: um tema sociocientífico na formação inicial de professores de Química. In: JORNADA LATINO-AMERICANAS DE ESTUDOS SOCIAIS DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 11, 2016, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR, 2016. p. 1-12. Disponível em: <<https://bit.ly/2L4EfKP>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

SILVA, J. L. P. B. Por que não estudar Entalpia no Ensino Médio. **Revista Química Nova na Escola**. n. 22, p. 22-25, nov. 2005. Disponível em: <<https://bit.ly/1i2SoFL>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

STANZANI, E. L. et al. Mapas conceituais e a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos: Integrando estratégias para o Ensino de Química. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 4, 2014. Ponta Grossa, **Anais...** Ponta Grossa: UTFPR, 2014. p. 1-11. Disponível em: <<https://bit.ly/2vT34EL>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

TRIVIÑOS, A. W. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1987. Disponível em: <<https://bit.ly/2MUSB29>>. Acessado em: 20 dez. 2017.

VENTURI, T.; CLEBSCH, A. B.; LUCA, A. G. Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências: possibilidades e desafios para a formação de professores. **Revista da SBEnBIO**. n. 9, 2016. p. 305-318. Disponível em: <<https://bit.ly/2MjImZ0>>. Acessado em: 23 jun. 2017.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula**. Contributo para o estudo dos dilemas práticos dos professores. Porto: Porto Editora, 1994.

APÊNDICE A – Roteiro Entrevista com as professoras – Início da pesquisa

ROTEIRO ENTREVISTA COM AS PROFESSORAS

01 – FORMAÇÃO PROFISSIONAL

A) Formação inicial:

Graduação em: _____ - Ano de conclusão do curso: _____

B) Pós-Graduação:

Especialização Mestrado Doutorado ? Qual? _____

Tempo de atuação no Ensino Médio: _____

C) Disciplinas que leciona: _____

Número de escolas em que trabalha: _____

D) Séries de atuação no Ensino Médio:

1ª Série 2ª Série 3ª Série

E) Carga horária semanal:

20 h 40 h outra _____

02 – CONHECIMENTO SOBRE O TEMA E REFERÊNCIAS DA PESQUISA

01 – O que você compreende sobre a Interdisciplinaridade?

02 – Qual é a sua opinião sobre o Ensino a partir de “temas”?

03 – Você conhece a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos? Qual é a sua opinião sobre essa proposta?

04 – Em que momento do seu trabalho (em quais conteúdos) você aborda o tema “CALOR”?

05 – Como você desenvolve esse tema?

06 – Que tipos de atividades e quais recursos pedagógicos você utiliza no desenvolvimento dos conhecimentos em sala de aula?

07 – No desenvolvimento do tema “CALOR” com seus alunos, que aspectos além dos conhecimentos da sua disciplina você trabalha com eles?

08 – Quais atividades podem ser realizadas com seus alunos, para que eles percebam a importância do estudo e compreensão do “Calor”?

09 – Escreva sobre alguma experiência referente ao uso de “temas” já desenvolvida com seus alunos.

10 – Você participa de algum projeto no qual interagem professores de diferentes disciplinas (áreas do conhecimento)? Em caso afirmativo. Fale um pouco do projeto.

- 11 – A Base Nacional para o Ensino Médio recomenda que o ensino seja trabalhado de forma contextualizada e interdisciplinar. Em sua opinião é possível trabalhar dessa forma em todos os conhecimentos de Ciências da Natureza do Ensino Médio? Ou apenas em alguns temas específicos? Para você, quais temas são mais propícios e por quê?
- 12 – Na sua opinião quais as principais dificuldades encontradas em realizar um trabalho interdisciplinar na escola?

APÊNDICE A.1: Roteiro entrevista professoras pós-pesquisa:

01 – CONHECIMENTO SOBRE O TEMA E REFERÊNCIAS DA PESQUISA

- 01 – O que você compreendeu sobre a Interdisciplinaridade participando dessa pesquisa?
- 02 – Como foi trabalhar na sala de aula a partir de um “tema”, o Calor?
- 03 – Quais os pontos positivos em trabalhar com a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos?
- 04 – Quais foram as dificuldades em trabalhar com essa metodologia?
- 05 – Existem diferenças entre as aulas desenvolvidas a partir da dinâmica dos 3MP das aulas que você planejava antes do projeto? Quais?
- 06 – Como foi participar e desenvolver um projeto interdisciplinar na escola, aspectos positivos e dificuldades encontradas?
- 07 – No desenvolvimento do tema “CALOR” com seus alunos, que aspectos além dos conhecimentos da sua disciplina foram possíveis trabalhar com eles?
- 08 – Como você avalia a aprendizagem dos alunos no desenvolvimento das aulas do projeto? Foi possível perceber o desenvolvimento de alguma competência (pesquisa, autonomia...)?
- 09 – Faça uma avaliação do trabalho desenvolvido, suas expectativas foram alcançadas? O que poderia ser melhorado ou redimensionado?

ANEXO A – Artigo trabalhado no encontro com as professoras

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000300007>

Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”*

The three pedagogical moments
and the production context of the book named Física

Cristiane Muenchen¹ · Demétrio Delizoicov²

Resumo: Com a publicação, no final dos anos 1980, dos livros Metodologia do Ensino de Ciências, e Física, a dinâmica conhecida como Três Momentos Pedagógicos (3MP) passou a ser disseminada. Ambas as obras se inserem na Coleção Magistério – 2º grau, que é resultado do “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério”. É no decorrer desse projeto que ocorre interação entre o grupo de pesquisadores que implementou a perspectiva freireana no contexto da educação escolar e educadores alinhados com a perspectiva crítico-social dos conteúdos, que conceberam o desenvolvimento da Coleção Magistério 2º grau. Esse contexto de interação é objeto de investigação no presente artigo, a partir da análise de como os 3MP foram abordados na obra Física.

Palavras-chave: Três Momentos Pedagógicos. Ensino de Física. Metodologia.

Abstract: With the publication in late 1980 of the books that have as titles Metodologia do Ensino de Ciências and Física, the dynamics known as Three Pedagogical Moments (3PM) has become widespread. Both works are inserted in a Collection of Books for the High School (Coleção Magistério – 2º grau), which results from a project named “Diretrizes Gerais para o ensino de 2º grau: Núcleo Comum e Habilitação Magistério”. During this project, the interaction between the group of researchers that implemented the Freirean perspective in the context of school education, ie, authors of the books Metodologia do Ensino de Ciências and Física, and educators in line with the critical-social perspective of the content, who designed the development of the collection Magistério – 2º grau – for teacher education occurs. This context of interaction is investigated in this article, based on an analysis of how the 3PM were addressed in the book Física.

Keywords: Three Pedagogical Moments. Physics teaching. Methodology.

*Uma versão preliminar dessa pesquisa intitulada “Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro Física” foi apresentada no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), realizado de 30 de janeiro a 04 de fevereiro de 2011, em Manaus, AM. O livro “Física” refere-se à publicação de Angotti e Delizoicov (1990).

¹Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Avenida Roraima, n. 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: <crismuenchen@yahoo.com.br>

²Departamento de Metodologia de Ensino, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil.

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

Introdução

No período de 1985-1988, a Coordenadoria para Articulação com Estados e Municípios da Secretaria do Ensino de 2º Grau do MEC, com apoio administrativo da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, propôs e desenvolveu o “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério”. Pimenta e Gonçalves (1990, p. 22), ao resgatarem o histórico deste projeto, destacam: “[...] o presente projeto levou à produção de [...] subsídios para o desenvolvimento de conteúdos das disciplinas do Núcleo Comum e da Habilitação Magistério (24 documentos)”.

Os subsídios referidos originaram os livros da denominada Coleção Magistério – 2º grau, que foram publicados a partir do final dos anos 1980. Publicado, em primeira edição em 1990, o livro Física (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a) constituiu a série Formação Geral, que subsidiava o ensino das disciplinas do Núcleo Comum; e o livro “Metodologia do Ensino de Ciências” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990b), a série Formação do Professor, que subsidiava o ensino das disciplinas da Habilitação Magistério. Ambos os livros propunham e usaram a dinâmica didático-pedagógica, que ficou conhecida como os “Três Momentos Pedagógicos” (3MP), em sintonia com a perspectiva, do que, posteriormente, denominou-se, abordagem temática (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

A edição dos livros possibilitou a disseminação desta dinâmica, sobretudo devido aos seguintes motivos: (1) o livro “Física”, por meio do Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio (MEC)³, e o livro “Metodologia do Ensino de Ciências”, que integrou o Programa Nacional Biblioteca do Professor (PNBP) do ano de 1994⁴; (2) os livros também constaram e constam como bibliografia em editais de concursos públicos, para a carreira do magistério, abertos por secretarias de educação, conforme pode-se verificar, por exemplo, por meio de levantamento na rede web, em sítio de busca. Foram encontradas diversas secretarias de educação que promoveram concursos de magistério, nas quais as obras “Física e Metodologia do Ensino de Ciências” constavam entre as referências bibliográficas destacadas. Dentre as secretarias, destacam-se: Caieiras (SP), Campo Limpo Paulista (SP), Resende (RJ), Osório (RS), Caxias do Sul (RS), Porto Alegre (RS), Belo Horizonte (MG), Lavínia (SP), Duque de Caxias (RJ), Aracruz (ES), Palhoça (SC) e Alegrete (RS); (3) uso, como bibliografia, em disciplinas de cursos de licenciatura da área de ciências da natureza e de programas de pós-graduação com foco no ensino de Ciências e em cursos de formação continuada de professores no quais os 3MP são empregados. Por intermédio de levantamento na rede web, foram encontradas diversas Instituições de Ensino Superior, nas quais as obras “Física” e “Metodologia do Ensino de Ciências” constavam entre as referências bibliográficas de disciplinas ministradas. Dentre as universidades, destacam-se: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Federal de São Carlos (UFScar), Universidade de Brasília (UnB), Universidade Estadual Paulista

³Ver, por exemplo, 2ª Edição Revista, 3ª reimpressão, 2003, distribuição realizada pela Secretaria de Estado da Educação de São Paulo, com financiamento do Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio (MEC).

⁴Conforme informações da Editora Cortez, o livro “Metodologia do ensino de ciências” foi adquirido pela FAE/MEC no segundo semestre de 1994 e primeiro semestre de 1995. Foram distribuídos para cerca de 5.500 escolas e Secretarias Municipais de Educação de todos estados brasileiros.

Os três momentos pedagógicos e o contexto...

(Unesp), Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Universidade Federal do Pará (UFPA), Centro Universitário Franciscano (INUFRA), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Com o intuito de averiguar o processo da pesquisa em ensino de Ciências na região central do RS, Muenchen e Delizoicov (2009) localizaram e analisaram a presença dos 3MP nos trabalhos apresentados pela região central do RS nos anais dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)⁵. Nessa pesquisa, foi possível verificar que, no 1º encontro, realizado em 1997, os dois trabalhos elencados por fazer referência aos 3MP apresentam, em suas referências bibliográficas, as obras citadas. Já no 5º encontro, ocorrido em 2005, verificou-se que, dos onze trabalhos, nove trazem, em suas referências, os livros citados.

Além disso, Muenchen (2010), ao entrevistar formadores, constatou que as obras “Física” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a) e “Metodologia do Ensino de Ciências” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990b) foram referências tanto para se entrar em contato com os 3MP como, efetivamente, utilizadas também no processo de disseminação dos 3MP, durante o desenvolvimento das disciplinas em que esses formadores atuavam.

Também, o texto original, produzido no âmbito do “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério”, e que foi submetido à publicação do livro de Física, faz parte, atualmente, do elenco de obras do Portal Domínio Público, mantido pelo MEC, que disponibiliza uma biblioteca digital desenvolvida em software livre, na qual o texto integral pode ser obtido⁶.

As obras, portanto, parecem ter tido um papel central na forma de contato e compreensão sobre a dinâmica dos 3MP. Este artigo tem como foco uma análise da inserção da dinâmica dos 3MP no livro “Física”, considerando que os autores precisaram realizar adequações relativamente à proposição inicial contida na concepção e uso dos 3MP, cuja origem localiza-se em outros projetos, conforme será resgatado no presente texto.

Delizoicov (2008) apresenta uma análise que tem como um dos focos as práticas pedagógicas que contribuíram para a construção e uso dos 3MP. Essas práticas foram desenvolvidas a partir de três projetos (DELIZOICOV, 1983; PERNAMBUCO et al., 1988; PONTUSCHKA, 1993; BRASIL, 1994; TORRES; O’CADIZ; WON, 2002) que articularam formação continuada de professores e a proposição de currículos e programas escolares. Os projetos tinham como um dos eixos estruturantes uma concepção curricular (DELIZOICOV, 2008) balizada por temas geradores (FREIRE, 1975) em sintonia com a perspectiva freireana da educação. Ainda que o livro “Física” já apresentasse a temática central “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” como estruturadora, tanto da organização da conceituação física como do desenvolvimento das atividades, estando em sintonia com a perspectiva de uma abordagem temática

⁵ A opção por esse evento foi justificada pelo fato de concentrar, socializar e divulgar as pesquisas em educação em Ciências em áreas específicas como a Biologia, Química e Física. Além disso, de acordo com a autora, a maioria dos trabalhos apresentados no ENPEC reflete a produção dos programas de pós-graduação, representada, em grande parte, por meio das teses e dissertações defendidas.

⁶ Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=28243>. Acesso em: 18 jul. 2014.

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

(DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002), o tema escolhido, conforme veremos nesse trabalho, não teve o caráter de um tema gerador, de acordo como o conceitua Freire (1975), e nem foi oriundo dos procedimentos analisados por Delizoicov (2008) e envolvidos na concepção de programas e currículos que tinham como meta o desafio da implementação da concepção curricular numa perspectiva freireana na educação escolar.

No entanto, ao proporem o desenvolvimento das atividades ao longo do livro, os autores sinalizavam alguma interlocução com conhecimentos prévios dos alunos sobre aspectos por eles vivenciados, conforme é explicitado na apresentação do livro:

Propomos um programa oriundo de uma temática central: produção, distribuição e consumo de energia elétrica. O professor poderá seguir as indicações, roteiros e instruções para o desenvolvimento do seu curso sem, contudo, deixar de introduzir elementos que interessam ao seu grupo de alunos, determinados pelas condições locais e regionais onde estejam atuando. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 14)

Por sua vez, a intenção desta aproximação é observada na implementação da dinâmica dos 3MP, com a qual é organizado cada um dos 21 tópicos que estruturam o livro. No item “A organização do trabalho docente” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a), explicita-se:

Orientações ao professor: detalham indicações metodológicas para o desenvolvimento dos conteúdos a nível teórico e experimental. Essas indicações são pautadas por três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 28)

Essa dinâmica, abordada, inicialmente, por Delizoicov (1982, 1983), ao promover a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal, pode ser assim caracterizada:

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.

Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Os três momentos pedagógicos e o contexto...

Pretende-se, então, caracterizar a trajetória de transformações ocorridas com a disseminação dos 3MP que vem ocorrendo desde 1982, particularmente as ocasionadas com a produção do livro “Física” de autoria de Delizoicov e Angotti (1990a).

Um olhar para a compreensão das transformações

Nessa pesquisa, procura-se caracterizar como os 3MP foram tratados na obra “Física”. Trata-se, portanto, da análise de um processo de produção de conhecimentos pedagógicos. Com base em critérios histórico-epistemológicos de Ludwik Fleck, sobretudo por meio da categoria “circulação de ideias” (FLECK, 1986, 2010), realizou-se uma análise para a compreensão desse processo.

Ludwik Fleck desenvolveu sua reflexão epistemológica influenciado pela Escola Polonesa de Filosofia da Medicina (DA ROS, 2000; LÖWY, 1990). O livro “La génesis y el desarrollo de un hecho científico” (FLECK, 1986, 2010) foi escrito com o intuito de contrapor-se à concepção de Ciência do Círculo de Viena. O autor fez críticas ao empirismo lógico e sua produção é considerada contemporânea à de Popper e Bachelard, tendo sido publicada em alemão em 1935.

Suas ideias vêm sendo utilizadas de modo crescente no país. Levantamentos realizados por Lorenzetti (2008) indicam a existência de centros de estudos no Brasil que utilizam Fleck como referência, mostrando que sua obra e sua utilização em pesquisas nacionais apresentam uma trajetória e uma aplicação em diferentes contextos. Relativamente à pesquisa em Educação em Ciências (EC), são exemplos: Delizoicov et al. (2002) argumentam sobre a potencialidade das proposições de Fleck para fundamentar pesquisas em EC; Delizoicov, Carneiro e Delizoicov (2004) usam fundamentação baseada em Fleck ao realizar uma análise da constituição e produção da área de EC; Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007) analisam a promoção do desenvolvimento profissional dos formadores de professores de Química com suporte em categorias epistemológicas fleckianas; Lorenzetti (2008), referenciando-se em Fleck, realiza uma análise epistemológica da produção de dissertações e teses sobre Educação Ambiental defendidas, entre 1981 e 2003, em programas de pós-graduação brasileiros; Slongo e Delizoicov (2010) fundamentam-se em Fleck para realizar uma análise epistemológica da produção de dissertações e teses de ensino de biologia defendidas entre 1972 e 2000 em programas de pós-graduação brasileiros.

Além deste uso, a perspectiva epistemológica de Fleck tem subsidiado análises sobre a produção de conhecimento ocorrida em episódios da história da ciência, tais como em: Delizoicov (2009), ao analisar aspectos relacionados à formulação da mecânica quântica; Scheid, Ferrari e Delizoicov (2005), ao considerarem as pesquisas que culminaram com a proposição do DNA; Delizoicov, Carneiro e Delizoicov (2004) e Delizoicov (2006), que analisam a origem do modelo da circulação sanguínea humana, e Leite, Ferrari e Delizoicov (2001), que têm como foco as leis de Mendel.

Fleck (1986, 2010) argumenta que o processo de conhecimento ocorre na interação do sujeito com o objeto, por meio da mediação do que ele denomina de estilo de pensamento (EP) e no interior de um coletivo de pensamento (CP). O estilo de pensamento é o direciona-

Os três momentos pedagógicos e o contexto...

Dentre os pressupostos para a elaboração do programa, estão os conceitos unificadores (ANGOTTI, 1994, p. 22), que “permitem perpassar as fronteiras rígidas impostas, sobretudo pelos livros didáticos, ao apresentarem os conteúdos de Física.”

Após a apresentação e discussão de algumas premissas epistemológicas e pedagógicas defendidas, os autores apresentam, ao educador, os 3MP, que, dentro de cada tópico, fazem parte do item “Orientações ao professor”. Assim:

Primeiro Momento: a problematização inicial

Delizoicov e Angotti (1990a) comentam que, na problematização, são apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Com relação à função do Primeiro Momento, enfatizam que:

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 29)

O livro “Física” destaca a problematização que pode ocorrer, pelo menos, em dois sentidos. De um lado, estão as concepções alternativas dos alunos, aquilo de que o aluno já tem noções, fruto de aprendizagens anteriores. De outro, um problema a ser resolvido, quando o aluno deve sentir a necessidade de conhecimentos que ainda não possui.

Delizoicov e Angotti (1990a, p. 29) recomendam que a postura do educador, nesse momento, deve se voltar mais para “questionar e lançar dúvidas sobre o assunto que para responder e fornecer explicações”. Explicam, ainda, que o critério para a escolha das questões “é o seu vínculo com o conteúdo a ser desenvolvido, ou seja, as questões devem estar necessariamente relacionadas com o conteúdo de Física do tópico ou unidade em estudo.”

O trecho acima explicitado propiciou reflexões sobre o ato de problematizar o conteúdo. Assim, emergiu o contexto de produção da obra, que está relacionado com a interação com os críticos sociais do conteúdo (LIBÂNEO, 1987), como se verá no decorrer do artigo.

Comparando-se a função do Primeiro Momento, assim explicitada no livro, com a que teve na implementação dos projetos realizados na Guiné Bissau (ANGOTTI, 1982; DELIZOICOV, 1980, 1982, 1983), no Rio Grande do Norte (PERNAMBUCO, 1981; PERNAMBUCO et al., 1988) e no município de São Paulo (SÃO PAULO, 1990, 1992), destaca-se que não se explicita a relação que esse momento pedagógico possui com situações significativas envolvidas nos temas geradores, diferentemente do que é realizado nos projetos referidos. Neles as situações significativas, obtidas por meio da investigação temática (FREIRE, 1975), representam papel estruturador fundamental na implementação dos 3MP, conforme destaca Delizoicov (2008). Apesar de enfatizar a necessidade de um tratamento didático-pedagógico do conhecimento do aluno sobre situações reais que os alunos conhecem e presenciam, não estabelece critérios que

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

possam contribuir para a seleção *do que seriam e quais seriam* as situações a que se referem. De fato, essa mudança na proposta de uso do Primeiro Momento parece estar relacionada às diferentes perspectivas didático-pedagógicas que embasam as proposições oriundas dos três projetos e a do projeto do qual o livro é parte integrante (Coleção Magistério). Nessa coleção, conforme será aprofundado mais adiante, o princípio estruturante da organização e apresentação do conteúdo tem como referência básica os conceitos que compõem as várias disciplinas, ou seja, o que se denomina uma abordagem conceitual, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Já os três projetos anteriormente referidos têm, como referência básica, os temas geradores e os conceitos que estruturam as várias áreas do conhecimento, sendo a seleção desses conceitos, realizada por educadores, subordinada aos temas geradores, conforme explicam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Segundo Momento: a organização do conhecimento

Os autores explicam que, no segundo momento, os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial serão sistematicamente estudados sob orientação do professor. Com relação ao núcleo do conteúdo específico de cada tópico, Delizoicov e Angotti (1990a, p. 30) afirmam que:

[...] será preparado e desenvolvido, durante o número de aulas necessárias, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso pelo qual o professor tenha optado para o seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem.

Do ponto de vista metodológico, para o desenvolvimento desse momento, o professor é aconselhado a utilizar as mais diversas atividades, como: exposição, formulação de questões, texto para discussões, trabalho extraclasse, revisão e destaque dos aspectos fundamentais, experiências.

Terceiro Momento: a aplicação do conhecimento

Ao apresentar esse momento pedagógico, os autores afirmam que:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 31)

Com isso, pretende-se que, “dinâmica e evolutivamente”, o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, está acessível para qualquer cidadão e, por isso, deve ser apreendido, para que possa fazer uso dele. Desta forma, “pode-se evitar a excessiva dicotomização entre processo e produto, física de ‘quadro-negro’ e física da ‘vida’” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 31).

Das interações entre os críticos sociais de conteúdo e freireanos

Conforme destacado no primeiro momento pedagógico, os autores enfatizam que o critério para escolha das questões é o seu vínculo com o conteúdo a ser desenvolvido, ou seja, necessariamente relacionadas com o conteúdo de Física a ser estudado.

Essa transformação na proposição do Primeiro Momento pode estar relacionada às distintas perspectivas didático-pedagógicas que embasam as propostas dos projetos anteriormente desenvolvidos (BRASIL, 1994; DELIZOICOV, 1983; PERNAMBUCO et al., 1988; PONTUSCHKA, 1993) e a do projeto do qual o livro é parte constituinte, a Coleção Magistério.

A equipe responsável pela proposição e coordenação do “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério” está em sintonia com a perspectiva adotada pela pedagogia progressista crítico-social dos conteúdos (LIBÂNEO, 1987). Assim, dentre as características e objetivos que constam na apresentação da coleção das séries, destacam-se:

O principal objetivo desta Coleção é contribuir para a melhoria da qualidade do ensino ministrado na escola de 2º grau, [...] mediante livros didáticos com **conteúdos pautados pelo seu caráter científico e sistemático**, em estreita ligação com **exigências metodológicas do ensino e aprendizagem**.

[...]

Cada um dos livros oferece a professores e alunos, além dos textos referentes às unidades do programa, um estudo sobre os objetivos da disciplina, uma **proposta de conteúdos básicos e indicações metodológicas** para o trabalho conjunto do professor e dos alunos [...]. (PIMENTA; LIBÂNEO, 1990, p. 10, grifos nossos)

Por outro lado, não foi encontrada menção a alguma articulação que poderia ser estabelecida entre conteúdos e temas. Parece que o termo tema, qualquer que seja o significado que possa ser a ele atribuído, não faz parte das considerações de Pimenta e Libâneo (1990) ao caracterizarem o “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério”. De fato, Libâneo (1987), ao se referir à perspectiva educacional freireana, denominando-a de tendência progressista libertadora, faz uma caracterização segundo a qual essa perspectiva não teria compromissos com a veiculação de conhecimentos universais, tais como os oriundos da Física. Ele afirma, sobre a tendência progressista libertadora:

Os conteúdos tradicionais são recusados porque cada pessoa, cada grupo envolvidos na ação pedagógica dispõem em si próprios, ainda que de forma rudimentar, dos conteúdos necessários dos quais se parte. O importante não é a transmissão de conteúdo específicos, mas despertar uma nova forma da relação com a experiência vivida ... Se nisso consiste o conteúdo do trabalho educativo, dispensam-se um programa previamente estruturado, trabalhos escritos, aulas expositivas, assim como qualquer tipo de verificação direta da aprendizagem, formas próprias da ‘educação bancária’ [...]. (LIBÂNEO, 1987, p. 33-34)

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

Parece, então, que, com esta interpretação do que seria a proposta freireana para estruturar o processo pedagógico e a elaboração de programas a partir de temas geradores, a conclusão imediata é que não caberia qualquer menção ao termo “tema”, sobretudo ao tema gerador, enquanto estruturador de programas de ensino, uma vez que a meta do “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério” corresponderia à implementação da proposição da tendência progressista crítico-social dos conteúdos, defendida por Libâneo (1987).

Neste sentido, podemos associar a proposição da tendência progressista crítico-social dos conteúdos ao que Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) caracterizam como abordagem conceitual, ou seja, a que organiza os conteúdos disciplinares tendo como referência, única e exclusivamente, a estrutura conceitual da disciplina, ou área do conhecimento, da qual se parte para a elaboração dos programas de ensino. Essa abordagem diferencia-se, fundamentalmente, da abordagem temática conforme caracterizada pelos autores, e que tem como princípio a proposição dos conteúdos de ensino a partir de uma articulação orgânica entre temas e estruturas conceituais das várias áreas do conhecimento que compõem o currículo escolar, ficando a seleção de conceitos científicos a serem incluídos nos programas de ensino subordinados à compreensão dos temas.

Assim, poderá ser observado que os demais livros da coleção, particularmente “Química” (BELTRAN; CISCATO, 1991) e “Biologia” (SONCINI; CASTILHO JR., 1991), mesmo introduzindo aspectos inovadores que os diferenciam dos livros didáticos editados até aquele período, apresentam uma organização dos conteúdos que tem como referência a estrutura conceitual das suas respectivas áreas, em sintonia com o ideário do projeto, cuja concepção se afinava com a proposta da tendência crítico-social dos conteúdos. Nota-se, ainda, que o próprio livro “Metodologia de ensino de ciências”, de Delizoicov e Angotti (1990b), com a colaboração dos autores dos livros “Química” e “Biologia”, sequer menciona o termo tema e a possibilidade de um trabalho didático pedagógico que estabeleça alguma articulação entre temas e conceitualização científica.

Não obstante isso, é introduzida a dinâmica dos 3MP, no livro “Metodologia de ensino de ciências”, ao propor *uma metodologia para o ensino de ciências*, cuja proposição e construção teve origem nos projetos que implementaram a perspectiva freireana na educação escolar. No entanto, a proposição dos 3MP neste livro foi adequada às intenções do “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério”, conforme pode ser constatado no tópico 1, da unidade 3, que exemplifica o seu emprego em uma atividade cujo título é “Radiação solar: uma abordagem metodológica”. Em síntese, articula uma dinâmica didática, que se baseia nos 3MP, para abordar o conceito científico de radiação e de radiação solar. De modo semelhante, e introduzindo outros parâmetros, que não os 3MP, para a abordagem dos conteúdos, os demais tópicos dessa unidade também exemplificam possibilidades para um procedimento didático de sala de aula para o ensino de biologia e química, respectivamente, organizados para abordarem os conceitos de fotossíntese e de combustão, conforme indicam os títulos dos tópicos, “Fotossíntese, uma abordagem metodológica” e “Combustão – duas interpretações diferentes”, respectivamente.

Contudo, é fundamental considerar que, particularmente em relação à abordagem temática freireana, os temas geradores são obtidos por meio de um processo que Freire (1975) denomina de investigação temática, e a seleção de conceitos é realizada na etapa dessa investiga-

Os três momentos pedagógicos e o contexto...

ção denominada de redução temática, tendo como referência estruturas conceituais específicas oriundas das várias áreas dos conhecimentos universais. Delizoicov (2008) analisa o papel que a investigação temática e a redução temática tiveram na proposição de currículos e programas escolares durante a implantação dos três projetos citados, que tiveram como referência a perspectiva de Paulo Freire.

Destaca-se, portanto, o equívoco cometido por Libâneo (1987) ao supor que a abordagem de temas na concepção freireana seria a negação do ensino de conceituação específica oriunda de conhecimentos universais. Provavelmente, este equívoco pode ter sido ocasionado por negligenciar o papel da investigação temática e da redução temática nas proposições de Freire, ao qual o educador dedica quase todo o capítulo III do livro “Pedagogia do oprimido”. Delizoicov (1991, p. 147) aponta este equívoco, afirmando:

De fato, a redução temática, quando negligenciada, leva a uma interpretação no mínimo distorcida do que é proposto por Freire. Ainda que toda a sua obra constitua um “relatório” da sua prática, como o próprio educador a ela se refere, prática advinda da atuação na educação (informal) de adultos, nela podemos encontrar indicações metodológicas e procedimentos que permitem, devidamente interpretados, orientar o trabalho educativo na escola pública e inclusive estruturar previamente um conteúdo (universal) programático.

Por sua vez Freire (2006, p. 44-45), quando secretário de educação da cidade de São Paulo, em entrevista ao jornal “Psicologia”, assim se pronunciou relativamente às críticas, afirmando que não há

prática educativa sem conteúdo, quer dizer sem objeto de conhecimento a ser ensinado pelo educador e apreendido, para poder ser aprendido pelo educando. Isto porque a prática educativa é naturalmente gnosiológica e não é possível conhecer nada a não ser que nada se substantive e vire objeto a ser conhecido, portanto vire conteúdo. A questão fundamental é política. Tem que ver com: que conteúdos ensinar, a quem e a favor de que e de quem, contra quê, como ensinar. Tem que ver com quem decide sobre que conteúdos ensinar, que participação têm os estudantes, os pais, os professores, os movimentos populares na discussão em torno da organização dos conteúdos programáticos.

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), o aspecto mais significativo da proposta de transposição da perspectiva freireana para a educação escolar é o currículo escolar. A estruturação das atividades educativas, incluindo a seleção de conteúdos, rompe com o tradicional paradigma curricular, baseado, exclusivamente, na abordagem conceitual.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 189), a abordagem temática constitui-se em: “Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema”.

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

Já a abordagem conceitual é vista como uma “perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada pelos conceitos científicos, com base nos quais se selecionam os conteúdos de ensino” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 190).

Percebe-se que, de acordo com os autores, a abordagem conceitual, ao propor e estruturar o programa de ensino, dá ênfase apenas à conceituação científica, enquanto a abordagem temática não se limita a esta exclusividade na estruturação do programa, ou seja, dá ênfase aos conceitos científicos como meio para a compreensão de um tema.

Deste modo, o livro “Física” procura incrementar uma proposta que tem como premissa uma estruturação que articula a temática central “produção, distribuição e consumo de energia elétrica” e conceituação física pertinente, que propiciaria uma compreensão oriunda da estrutura conceitual do conhecimento produzido pela Física, conforme representado no mapa temático-conceitual do livro. Por sua vez, a estrutura dos conteúdos programáticos, assim propostos, incluem processos relacionados à produção, distribuição e consumo de energia elétrica e a conceituação científica que permite uma compreensão destes processos. O próprio título de cada uma das seis unidades com as quais a conceituação científica é apresentada, e os respectivos tópicos com as quais cada uma é desenvolvida, reflete esta preocupação na articulação temas-conceitos. Assim, os títulos das seis unidades, de acordo com a Ementa do Programa (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 21), são, respectivamente: “Queda-d’água; Roda-d’água; Ciclo da água; Energia elétrica; Geradores e dínamos; Transporte de energia”; e os títulos dos tópicos, num total de 21, expressam conceituação física como, por exemplo: Massa, peso e campo gravitacional; rotações; radiação solar; modelo microscópico; indução eletromagnética; Energia, matéria e ondas.

Moreira (2000), referindo-se às propostas curriculares contidas na pedagogia crítico-social dos conteúdos e na perspectiva freireana, argumentando que procuraram caminhar na contramão do discurso oficial hegemônico, destaca que essas duas tendências divergiam radicalmente em relação ao conteúdo a ser ensinado na escola. Ao comentar sobre as propostas de renovação curricular da pedagogia crítico-social dos conteúdos, o autor destaca que:

Não foi, então, na proposição de novas grades curriculares ou no esforço por integrar conteúdos de diferentes disciplinas que se concentraram as preocupações das reformulações curriculares pautadas na pedagogia dos conteúdos [...] A organização disciplinar foi mantida, em sintonia com a pedagogia dos conteúdos, cuja influência foi, mais uma vez, óbvia. Priorizou-se a seqüência lógica dos conteúdos de cada disciplina, de modo a ressaltar o que fosse essencial. (MOREIRA, 2000, p. 112-113)

Já ao explanar sobre a perspectiva freireana, o autor ressalta:

Os currículos pautados nos princípios de Freire deveriam ter como eixo organizador as necessidades e as exigências da vida social, não as disciplinas tradicionais. Daí a preocupação em codificar e decodificar temas geradores, trabalhados nas salas de aula por meio do diálogo entre professores e estudantes. (MOREIRA, 2000, p. 114)

Os três momentos pedagógicos e o contexto...

Podemos interpretar que as distintas formas de interação propiciadas pela coordenação do “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério” entre a equipe do projeto possibilitaram uma circulação intercoletiva de ideias (FLECK, 1986, 2010). Durante a realização do projeto, ocorreu um trabalho conjunto entre, pelo menos, dois grupos de educadores que possuem ideias, conhecimentos e práticas pedagógicas distintas na implementação de currículos e programas escolares, ou seja, os críticos-sociais do conteúdo e os que se afinavam com a perspectiva freireana. Esta circulação intercoletiva teve, como um dos desdobramentos, as alterações evidenciadas na proposição do uso dos 3MP pelos autores do livro “Física”.

Originalmente, os momentos pedagógicos instrumentalizavam uma prática pedagógica de sala de aula cuja finalidade era a de estruturar abordagens de conceitos científicos necessários para a compreensão de temas geradores, obtidos com a investigação temática. Delizoicov (2008, p. 56-57), quando se refere aos 3MP, na análise que realizou sobre os três projetos que tiveram como meta a implementação da concepção freireana em rede públicas de ensino, destaca:

[...] a dinâmica de interações que pode ser planejada propicia a inclusão de elementos que podem potencializar desequilíbrios de certezas dos alunos, desestabilizações de modelos explicativos e consciência de lacunas e de necessidades cognitivas. Por outro lado, o uso mecânico destes momentos como um “método de ensino” para organizar as aulas de modo que o primeiro momento seja um simples pretexto, e justificativa, para se introduzir conceituação científica a ser abordada no segundo momento tem sido um dos problemas que demandam efetivo empenho e cuidados das equipes de formadores de professores na implementação das práticas freireanas. É fundamental a presença constante e sistematizada de dados obtidos na investigação temática para que, a partir deles, sejam sistemáticas as problematizações das “falas” dos alunos.

Esse é o principal aspecto que diferencia esta proposição daquela da pedagogia crítico-social dos conteúdos, já que não é seu pressuposto a estruturação dos programas de ensino a partir de temas geradores. Assim, as críticas e interpretações dos representantes da pedagogia progressista crítico-social dos conteúdos, com relação à tendência progressista libertadora, podem ter tido alguma influência no sentido de compreender os silêncios dos autores com relação aos aspectos mais característicos de uma abordagem temática freireana.

Entende-se que a obra “Física” se situa em outra perspectiva, em termos de concepções educacionais e curriculares, diferentes daquelas apresentadas em “Metodologia do ensino de ciências”. Os autores propõem, no livro “Física”, um programa que tem origem em uma temática central, que é a “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica”. O professor pode seguir as orientações e instruções propostas, porém, sem deixar de introduzir elementos relacionados às condições locais e regionais do local que esteja atuando. Essa temática central possibilita, de acordo com os autores, uma conexão entre o conhecimento em Física e as situações de relevância social, reais, concretas e vividas, considerando que “produção, distribuição e consumo de energia elétrica” estão relacionados a temas mais específicos, como a “radiação solar”, e outros mais amplos, como as “transformações de energia pela natureza e pelo homem” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a).

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

É possível que possa ter ocorrido uma autonomia relativamente maior dos autores na proposição e elaboração do livro “Física”, no que diz respeito à implementação da abordagem temática. Mesmo que o tema “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” não tenha sido eleito a partir de uma investigação temática (DELIZOICOV, 2008; FREIRE, 1975) e, portanto, não possa ser confundido com um tema gerador, foi o que possibilitou a seleção e a estruturação da conceituação física desenvolvida no livro para sua compreensão. É notável que a seleção dos conceitos realizada exigiu a inclusão de conceitos relativos à Física Moderna que, na época, não faziam parte dos programas de física para o Ensino Médio, mas que, não obstante, se mostram como necessários para uma compreensão do tema da produção, distribuição e consumo de energia elétrica, pelo menos na estruturação dos conceitos específicos proposta pelos autores.

Deste modo, a circulação intercoletiva de ideias (FLECK, 1986), assim caracterizada no caso da produção do livro “Física”, teve como desdobramento uma concepção mais focada no mundo vivido do educando e que se origina de uma temática central, ao invés de ter como premissa apenas a estrutura conceitual da Física. Ou seja, o texto não foi estruturado a partir da perspectiva de uma abordagem conceitual, ainda que os conceitos científicos, sobretudo da Física, estejam presentes e sejam abordados ao longo das atividades propostas.

A dinâmica de circulação intercoletiva de ideias (FLECK, 1986) auxilia a compreender a interação entre os dois grupos envolvidos no projeto Coleção Magistério. Para esse epistemólogo, a intensidade da circulação intercoletiva de ideias está relacionada com as possíveis diferenças e proximidades entre os estilos de pensamento de cada coletivo. Assim, pode-se afirmar que as concepções/ideias mais próximas entre dois coletivos favorecem a circulação intercoletiva de ideias. Nesse sentido, a aproximação dos autores das obras (freireanos – tendência progressista libertadora) com aspectos do ideário da proposta dos educadores da tendência crítico-social dos conteúdos, pode ter flexibilizado a coerção de pensamento (FLECK, 1986, 2010) advinda da constituição do coletivo de pensamento, assim como da constituição das ideias, conhecimentos e práticas, de modo a se produzir o livro com a proposição das alterações identificadas no papel dos 3MP.

Das interações dos autores com o grupo GREF

Além da circulação intercoletiva de ideias, conhecimentos e práticas que ocorreram no âmbito do “Projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º grau: núcleo comum e habilitação magistério”, entre os autores do livro “Física” e membros componentes do coletivo organizado em torno da concepção crítico-social dos conteúdos, é notável a circulação de ideias oriundas da interação dos autores com o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF)⁷, constituído por um grupo de professores da rede estadual de ensino de São Paulo, coordenados por docentes do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP).

⁷ O GREF elaborou e utilizou uma proposta de ensino de Física para o Ensino Médio que se propunha vincular conceituação da Física à “experiência cotidiana dos alunos, procurando apresentar a eles a Física como instrumento de melhor compreensão e atuação na realidade”. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/>>. Acesso em: 18 jul. 2014.

Os três momentos pedagógicos e o contexto...

Este grupo iniciou a sua atividade em 1984 e, além de formação continuada de professores, elaborou três textos (GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA, 1990, 1992, 1995) destinados aos professores de física do Ensino Médio e, posteriormente, produziu textos⁸ para alunos. Menezes (1988) caracteriza a interação ocorrida com os autores do livro “Física” e explicita algumas das relações que se encontram na gênese das concepções e das produções tanto do livro como do projeto (MENEZES, 1996). Apesar de relativamente longa, a seguinte citação registra um depoimento histórico de Menezes (1996, p. 638-640) sobre as interações mencionadas e ocorridas há quase quarenta anos:

Há vinte anos em São Paulo, um grupo de Físicos – entre os docentes, João Zanetic, eu e, no início, Amélia Império Hamburquer e entre os pós-graduandos, Demétrio Delizoicov, José André Angotti e, no início, Mário Tekeia – começou a discutir uma metodologia de inspiração freireana para tentar transformar o ensino escolar da física, tradicionalmente formal e propedêutico. Paulo Freire ainda vivia seu exílio e eu voltara havia pouco da Alemanha, onde tinha entrado em contato com o “Pädagogik der Unterdrückten”, título da edição alemã da Pedagogia do Oprimido. A ciência compreendida como elemento de emancipação, de formação da cidadania, era o que nos aproximava de suas ideias [...]. Os anos na Guiné-Bissau foram relatados e analisados nos trabalhos de mestrado de D. Delizoicov (1982) e de J. A. Angotti (1982), que também fizeram no Instituto de Física da USP (IFUSP) seus doutoramentos (1991). [...] O trabalho na Guiné, que fez de ex-guerrilheiros professores, teve um seu similar no Rio Grande do Norte, onde as físicas Marta Pernambuco e Maria Cristina Dal Pian desenvolveram um projeto de educação comunitária em torno da problemática nordestina da água e da seca, ambas docentes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Na época, o trabalho mencionado foi feito em São Paulo do Potengi, na periferia de Natal. A problematização, os temas geradores, enfim todo o arsenal freireano foi retrabalhado em estratégias específicas, foi aparelhado e reinventado para uma aplicação regular no ensino de ciências de uma escola oficial. [...] Em 1984, o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, o GREF, surgiu de uma iniciativa conjunta de professores da escola pública e de docentes universitários: Yassuko Hosoume, que tem coordenado o GREF, João Zanetic e eu éramos os docentes. Entre os professores secundaristas do grupo inicial, vários fizeram dissertações de mestrado com fundamentações ou referências freireanas, como Maria Lúcia Ambrósio (IFUSP, 1990), Maria Sumiê Watanabe Sátiro (IFUSP, 1989) e Rubens Barbosa de Camargo (UNICAMP, 1989). Este grupo não formalizou Freire como referência central, mas foi quem pela primeira vez, para o ensino de uma ciência específica, de fato adotou uma

⁸Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/pagina01.html>>. Acesso em: 18 jul. 2014.

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

prática dialógica e desenvolveu uma metodologia correspondente que tentarei brevemente descrever.

O professor conduz com seus alunos um levantamento de temas de interesse ou relevância para eles, que tenham proximidade com a disciplina da física prevista para a série e nível da turma, num procedimento que, naturalmente, já reflete a vivência e a condição sociocultural dos educandos, orientando o professor a apreender a realidade deles e a preparar-se para uma efetiva interlocução. Desta forma, se estabelece uma lista de assuntos de interesses dos alunos, depois ordenada de acordo com os conceitos da ementa formal da disciplina. O aprendizado é então conduzido numa sequência que favorece a construção conceitual que, na medida do possível, se inicia pelo “como funciona” e prossegue por níveis crescentes de abstração. O GREF produziu livros de Mecânica, Física Térmica e Ótica e Eletromagnetismo utilizados na preparação de professores do ensino médio para adotarem aquela metodologia para cada uma das disciplinas.

Deste modo, se a opção do GREF para a abordagem de conhecimentos físicos na educação escolar não é estruturada por temas geradores obtidos por uma investigação temática e a consequente redução temática (DELIZOICOV, 2008; FREIRE, 1975), conforme dinâmica adotada nos projetos da Guiné Bissau, do Rio Grande do Norte e do município de São Paulo, mantém, contudo, um dos princípios fundamentais da proposição freireana no que diz respeito à dialogicidade a ser efetivada em torno de situações sobre as quais os alunos se expressam e que permitem introduzir conceitualização de física. Foi a partir desta perspectiva concebida pelo GREF que os autores do livro “Física” inseriram, em alguns tópicos do livro, atividades propostas e desenvolvidas pelo grupo, ainda na sua versão preliminar. Os autores assim se referem à relação estabelecida:

Desde 1984, o Subprograma Educação para a Ciência (SPEC) vem financiando projetos de ensino de Ciências em todo o território nacional. Destes, destacamos alguns mais pertinentes ao ensino de Física. Ressaltamos, aqui, o projeto elaborado pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), coordenado por uma equipe de professores do Instituto de Física da USP. [...]. Destacamos especialmente este projeto devido à identificação entre a abordagem nele proposta e a que estamos sugerindo neste trabalho.” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 32)

Conforme pode ser notado no livro “Física”, são constantes e sistemáticas as referências ao GREF, especialmente no item Leitura Recomendada. Há tópicos nos quais há a reprodução de textos originalmente elaborados na versão preliminar, pela equipe GREF, particularmente os que se apresentam no segundo momento pedagógico, Organização do Conhecimento, e no terceiro, Aplicação do Conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a).

Portanto, por meio da circulação de ideias (FLECK, 1986, 2010) ocorrida e caracterizada tanto no depoimento de Menezes (1996) como a contida no livro, pode ser considerado outro aspecto que influenciou na transformação pela qual passaram os 3 MP, desde a sua construção e uso nos três projetos iniciais, fundamentados em Freire, até a sua proposição no livro “Física”. Destaca-se, contudo, uma sintonia mais próxima entre as concepções educacionais compartilhadas pelos membros desses dois coletivos, o GREF e os autores do livro. Estaríamos frente a uma situação que poderia ser caracterizada como dois coletivos de pensamento que compartilham matizes de um mesmo estilo de pensamento (FLECK, 1986, 2010). Não obstante, teríamos, também na perspectiva fleckiana, dois coletivos que compartilham distintos estilos de pensamento se forem comparados ao grupo de educadores que compartilham o ideário da pedagogia crítico-social dos conteúdos com o grupo que introduziu a perspectiva freireana no ensino escolar de física (DELIZOICOV, 2008).

Considerações finais

Foi possível perceber a existência de três grupos de educadores com premissas relativamente distintas e que estabeleceram interação no que diz respeito à produção do livro “Física”. Se, por um lado, essa interação propiciou modificações na abordagem e uso dos 3MP, por outro, possibilitou que os autores do livro em pauta fizessem considerações iniciais sobre aspectos relativos a temas. Como se observou, o livro “Física” foi estruturado para desenvolver a programação dos conteúdos de física para o Ensino Médio, tendo como tema central “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica”, o que representou uma novidade, em 1990, em termos da organização e desenvolvimento de um programa de física, que, tradicionalmente, se estrutura a partir das partes em que a Física é dividida, tal como Mecânica, Eletricidade, Óptica. Além disso, introduziu a necessidade de se abordar, também, conceituação relativa à Física Moderna como condição para uma compreensão mais consistente do tema que estruturou a introdução de conceitos da física ao longo do livro. Conforme se destacou, a conceituação produzida pela Física Moderna ainda não constava como um conteúdo a ser desenvolvido no Ensino Médio, como registra, dentre outros, o trabalho de Terrazzan (1994), situação que passa a ser bastante criticada, sobretudo na última década do século XX, inclusive, porque estaríamos próximos da entrada no século XXI e a física escolar, ensinada nas escolas de Ensino Médio, ainda se limitava a alguns dos conteúdos relativos às teorias da Física produzidas apenas até o século XIX.

Ao longo dos anos, os 3MP foram sendo revistos e extrapolaram sua utilização inicial, tornando-se um parâmetro para o processo como um todo, fundamentalmente pelo aspecto dinâmico. Assim, pode-se, hoje, destacar mais uma utilização não conjecturada inicialmente, que é a elaboração de material didático para cursos de graduação à distância (livro do aluno)⁹ e a utilização como estruturadores/organizadores das discussões em eventos¹⁰, além da proposição e publicação dos livros “Física” e “Metodologia do ensino de ciências”. Diante dessa análise, percebe-se que a participação do estudante e o seu cotidiano assumem um papel de destaque na prática educativa que utiliza os 3MP, proporcionando, à educação, um avanço no que se refere ao ensino tradicional.

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

Dentre as características da dinâmica dos 3MP, está a apresentação dos assuntos não como fatos a memorizar, mas como problemas a serem resolvidos, propostos a partir da experiência de vida dos educandos, possibilitando que, durante o período de escolarização, tais problemas sejam compreendidos por meio de conhecimentos que os alunos ainda não possuem, quais sejam aqueles universais, tal como os das teorias da física. Ao se problematizar, de forma dialógica, pretende-se que os conceitos sejam integrados à vida e ao pensamento do educando. Ao invés da memorização de informações sobre Química, Física ou Biologia, ocorre o enfrentamento dos problemas vivenciados. Contudo, conforme analisa Delizoicov (2008), um emprego estático e mecânico dos 3MP pode, simplesmente, manter uma perspectiva para o ensino de física por meio de uma estratégia didática que apenas usa o primeiro momento pedagógico como pretexto para introduzir, no Segundo Momento, conteúdos tradicionalmente abordados sem um compromisso da problematização e da dialogicidade, que são características essenciais e estão na gênese da proposta dos 3MP. O par de categorias problematização e dialogicidade são os elementos que, na argumentação de Delizoicov (2001), desafiam os professores a estabelecer uma prática docente que problematiza conhecimentos, tanto os prévios dos alunos quanto os conteúdos nas teorias científicas, em sintonia com as considerações de Bachelard (1977, 1996), de modo que temas significativos e contraditórios possam ser melhor compreendidos no sentido de alguma atuação transformadora.

Por sua vez, merece ser destacado que a circulação de ideias, conhecimentos e práticas oriundas das interações entre o coletivo de educadores freireanos que atuou nos projetos da Guiné Bissau, São Paulo do Potengi e Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, com o coletivo que coordenou o GREF, também teve seus desdobramentos. Se o GREF influenciou o livro “Física” na proposição de práticas pedagógicas para a sala de aula, com seus reflexos na transformação ocorrida nos 3 MP, a proposta de uma abordagem temática enquanto estruturadora da programação de conteúdos escolares parece ter influenciado membros da equipe GREF.

Assim, Menezes, Kawamura e Hosoume, da equipe de coordenação do GREF, participaram da elaboração dos parâmetros curriculares nacionais (PCN) do Ensino Médio relativos à natureza, matemática e suas tecnologias (BRASIL, 2000).

Esses parâmetros, além de terem como uma das referências as categorias contextualização e interdisciplinaridade, explicitam que a organização curricular deve ter como referência temas estruturadores e unidades temáticas (BRASIL, 2000, 2002, 2006). Contudo, deve se ter em conta que a designação temas é polissêmica e tem distintos significados, e não somente aquele que se entende como tema gerador. Um bom exemplo dessa polissemia pode ser contemplada nos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Fundamental (BRASIL, 1998), que propõem uma estruturação curricular na perspectiva de uma abordagem temática a partir de Temas Transversais.

Evidentemente, a elaboração dos PCN – Ensino Médio e PCN+ envolveu equipes de especialistas de várias áreas e, portanto, foram plurais as influências mútuas que podem ter se originado nas distintas circulações intercoletivas que certamente ocorreram. Deste modo,

⁹ Cf. Disciplina Didática Geral do curso de Licenciatura em Física a Distância da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

¹⁰ 9º Fórum de Estudos: Leituras de Paulo Freire, ocorrido em maio de 2007, na cidade do Rio Grande/RS.

Os três momentos pedagógicos e o contexto...

não se trata de conjecturar determinações, mas, sim, um processo dinâmico, coletivamente gestado, que torna praticamente impossível atribuir autorias, ou gêneses, da produção de ideias e de proposição de práticas educativas, a determinados indivíduos, ou, mesmo, a algum determinado coletivo. Este aspecto ressaltado por Fleck (1986, 2010), relativamente à produção de conhecimentos por equipes, destacado e analisado em vários trechos da sua obra, precisa estar presente. Não obstante, é pertinente considerar que a concepção de organização curricular para o Ensino Médio, numa perspectiva de abordagem temática como a assumida e proposta pelos PCN e PCN+ é inédita, no Brasil, enquanto proposta oficial do Estado. Talvez, por isso, ainda estejamos apenas iniciando a sua implementação, e, possivelmente, com dificuldades, uma vez que ela representa uma lógica curricular radicalmente distinta da lógica contida na abordagem conceitual, que tem como referência exclusiva apenas a estrutura conceitual de disciplinas, e que, histórica e hegemonicamente, tem balizado professores e formadores de professores para organizar currículos e programas de ensino.

Referências

- ANGOTTI, J. A. P. **Solução alternativa para a formação de professores de ciências**: um projeto educacional desenvolvido na Guiné-Bissau. 1982. 189 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- _____. Conceitos unificadores e ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 191-198, 1994.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- _____. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- BELTRAN, N. O.; CISCATO, C. A. M. **Química**. São Paulo: Cortez, 1991.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Interdisciplinaridade no município de São Paulo**. Brasília: INEP: MEC, 1994. (Série Inovações educacionais).
- _____. **PCN+ orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC: SEMT, 2002.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília: MEC: SEF, 1998.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais ensino médio, bases legais**: linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: MEC: SEMTEC, 2000.

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

DA ROS, M. A. **Fleck e os estilos de pensamento em saúde pública**: um estudo da produção científica da FSP/USP e ENSP/FIOCRUZ entre 1948 e 1994. 2000. 207 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal**: relato e análise de uma prática educacional na Guiné Bissau. 1982. 227 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

_____. **Conhecimento, tensões e transições**. 1991. 214 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

_____. La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria**: revista de educação em ciência e tecnologia, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008.

_____. Ensino de física e a concepção freireana de educação. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

_____. Uma experiência em ensino de ciência na Guiné Bissau: depoimento. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 57-72, 1980.

_____. Fleck e a epistemologia pós empirismo lógico. In: FÁVERO, M. H.; CUNHA, C. da. (Org.). **Psicologia do conhecimento**: diálogo entre as ciências e a cidadania. Brasília: Unesco, 2009. p. 233-258.

_____. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 125-150.

DELIZOICOV, D., et al. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, p. 52-69, 2002. (Número especial).

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990a.

_____. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990b.

DELIZOICOV, N. C. Ensino do sistema sanguíneo humano: a dimensão histórico-epistemológica. In: SILVA, C. C. **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 265-286.

DELIZOICOV, N. C.; CARNEIRO, M. H.; DELIZOICOV, D. O Movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o de seu ensino. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 443-460, 2004.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

_____. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza, 1986.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

_____. **A educação na cidade**. São Paulo: Cortez, 2006.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A.; DELIZOICOV, D. O desenvolvimento profissional dos formadores de professores de química: contribuições epistemológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 51-67, 2007.

Os três momentos pedagógicos e o contexto...

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física 1: mecânica**. São Paulo: Edusp, 1990.

_____. **Física 2: física térmica e óptica**. São Paulo: Edusp, 1992.

_____. **Física 3: eletromagnetismo**. São Paulo: Edusp, 1995.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 97-108, 2001.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da escola pública**. São Paulo: Loyola, 1987.

LORENZETTI, L. **Estilos de pensamentos em educação ambiental: um estudo a partir das dissertações e teses**. 2008. 407 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

LÖWY, I. **The polish school of philosophy of medicine: from Tytus Chalubinski (1820-1889) to Ludwik Fleck (1896-1961)**. Dordrecht: Kluwer, 1990.

MENEZES, L. C. **Crise, cosmos, vida humana: física para uma educação humanista**. 1988. 266 f. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.

_____. Paulo Freire e os físicos. In: GADOTTI, M. (Org.). **Paulo Freire: uma biobibliografia**. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 1996. p. 638-641.

MOREIRA, A. F. B. Propostas curriculares alternativas: limites e avanços. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 73, p. 109-138, 2000.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 2010. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Pesquisas em educação em ciências na região de Santa Maria/RS: algumas características**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Atas...** Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiencpec/pdfs/232.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2014.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências a partir de problemas da comunidade**. 1981. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

PERNAMBUCO, M. M. C. et al. Projeto ensino de ciências a partir de problemas da comunidade. In: SEMINÁRIO CIÊNCIA INTEGRADA E/OU INTEGRAÇÃO ENTRE AS CIÊNCIAS: TEORIA E PRÁTICA, Rio de Janeiro, 1988. **Atas...** Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1988.

PIMENTA, S. G.; GONÇALVES, C. L. **Revendo o ensino de 2º grau: propondo a formação de professores**. São Paulo: Cortez, 1990.

PIMENTA, S. G.; LIBÂNEO, J. C. Apresentação da coleção. In: DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990. 9-12.

PONTUSCHKA, N. (Org.). **Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública**. São Paulo: Loyola, 1993.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Educação. **Cadernos de formação 01, 02 e 03**. São Paulo, SME, 1990. (Série Ação pedagógica na escola pela via da interdisciplinaridade).

Muenchen, C.; Delizoicov, D.

_____. **Visões de área**. São Paulo: SME, 1992.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005.

SLONGO, I. I. P.; DELIZOICOV, D. Teses e dissertações em ensino de biologia: uma análise histórico-epistemológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 275-296, 2010.

SONCINI, M. I.; CASTILHO JR., M. **Biologia**. São Paulo: Cortez, 1991.

TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a inserção da física moderna na escola média**. 1994. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

TORRES, C. A.; O' CADIZ, M. P.; WONG, P. L. **Educação e democracia: a práxis de Paulo Freire em São Paulo**. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, 2002.

Artigo recebido em 28/09/13. Aceito em 07/01/14.

ANEXO B – Artigo utilizado na formação com as professoras

Revista da SBEnBio - Número 9 - 2016

VI Enebio e VIII Erebio Regional 3

INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Tiago Venturi (UDESC – PPGET/UFSC)
Angelisa Benetti Clebsch (IFC – Rio do Sul - PPGET/UFSC)
Anelise Grünfeld de Luca (IFC – Araquari – PPGEQVS/UFRGS)

Resumo

Este artigo aborda dificuldades e possibilidades à formação docente para o desenvolvimento de práticas interdisciplinares na escola. Discutimos as relações entre a interdisciplinaridade e o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK) decorrente de uma experiência dos autores, durante a construção de um material didático. Analisamos as potencialidades da construção deste material para o desenvolvimento do PCK dos docentes e apresentamos uma proposta de formação continuada para professores da educação básica, fundamentada na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos. Nossa análise demonstrou que o processo de construção de um material didático interdisciplinar pode contribuir para o desenvolvimento do PCK dos docentes, sendo uma possibilidade para a formação continuada de professores.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK), Formação Docente.

1. Introdução

A *interdisciplinaridade* é um dos princípios a ser observado na organização do ensino básico brasileiro de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (BRASIL, 2010). Este documento estabelece que seja incluído no Ensino Fundamental e Médio e previsto no projeto pedagógico das escolas no mínimo, 20% do total da carga horária anual para programas e projetos interdisciplinares. Estas ações devem assegurar a transversalidade do conhecimento de diferentes disciplinas e eixos temáticos, propiciando a interlocução entre os saberes e os diferentes campos do conhecimento. Aspecto reafirmado no artigo 14 das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2012). Ao tratar das formas de oferta e organização deste nível de ensino, a resolução menciona que o Ensino Médio deve basear-se na integração dos conhecimentos gerais e/ou técnico-profissionais, realizada na perspectiva da interdisciplinaridade e da contextualização.

Apesar dos discursos oficiais afirmarem a necessidade e importância da interdisciplinaridade, ela raramente é alcançada na realidade das escolas brasileiras, tendo em vista os inúmeros obstáculos enfrentados para sua prática escolar (MOZENA e OSTERMANN, 2014). Fourez (2003) afirma que os professores encontram dificuldades para trabalhar de forma interdisciplinar por dois motivos, primeiro porque não fizeram parte de uma educação interdisciplinar enquanto alunos e segundo porque a formação inicial não proporciona a preparação necessária para tais desenvolvimentos. De acordo com Mozena e Ostermann (2014, p.192) os professores “valorizam a interdisciplinaridade, julgam-na importante, mas que na prática não conseguem se distanciar da multidisciplinaridade”, pois a interdisciplinaridade é compreendida, via de regra, como uma ação

305

conjunta entre disciplinas, fato decorrente da não existência de consenso sobre como desenvolver a interdisciplinaridade nas escolas.

Esta conjuntura está associada a uma série de problemas de caráter epistemológico, como a incompreensão sobre o que é interdisciplinaridade, juntamente com dificuldades institucionais, metodológicas e formativas. Mozena e Ostermann (2014) identificaram as dificuldades institucionais como a falta de entrosamento e resistências existentes entre professores e gestão escolar, falta de apoio pedagógico, organização fragmentada do currículo escolar e dos livros didáticos. Estas autoras também identificaram os obstáculos metodológicos como as incompreensões acerca da efetivação prática da interdisciplinaridade na escola e sobre como integrar as disciplinas escolares. Ao realizar um recorte neste estudo, pretendemos focar nas dificuldades formativas para a interdisciplinaridade. Inúmeros professores relatam que não possuem formação adequada para a realização de atividades verdadeiramente interdisciplinares (MOZENA e OSTERMANN, 2014; GALLON e ROCHA-FILHO, 2015). Nesta formação incluem-se a formação inicial, muitas vezes fragmentada e precária ao abordar a interdisciplinaridade, e a formação continuada, por vezes inexistente ou insuficiente para tal.

Parece-nos que as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores (BRASIL, 2015), em fase de implementação, visam integrar a formação inicial e continuada e apontam na direção da superação de alguns dos problemas já relatados. Este documento compreende a formação continuada dos professores na perspectiva da reflexão sobre a prática educacional e numa concepção de desenvolvimento profissional.

Em seu artigo 17 a resolução menciona que a formação continuada pode acontecer através de atividades formativas organizadas pelas redes e sistemas de ensino, curso de atualização/extensão/aperfeiçoamento organizados pelas instituições formadoras de professores ou pós-graduação que agreguem novos conhecimentos e práticas e contribuam com a melhoria do exercício docente. Fica claro no documento, a necessária articulação entre a instituição formadora de professores, o planejamento estratégico do Fórum Estadual Permanente de Apoio à Formação Docente, com os sistemas e redes de ensino e com as instituições de educação básica. Tanto que a instituição formadora deverá definir em seu projeto institucional as formas de desenvolvimento da formação continuada dos professores da educação básica. De fato um desafio emergente para as instituições que formam professores para atuar na Educação Básica. Ademais, acreditamos que tal formação deve estar em consonância com a atuação profissional, no caso a docência na Educação Básica.

Percebemos que um dos aspectos que deve ser priorizado na formação é o desenvolvimento de capacidades para realizar um ensino interdisciplinar, de acordo com a carência na formação relatada em pesquisas da área (MOZENA e OSTERMANN, 2014; GALLON e ROCHA-FILHO,

2015). Neste sentido, formulamos a seguinte questão: A construção de um material didático capacita o professor para o ensino de um tema de forma interdisciplinar?

Consideramos que para compreender uma situação, problema, e/ou fenômeno é fundamental a integração entre diversos conhecimentos. Como exemplo desta fundamental interação de conhecimentos, relataremos neste estudo nossa experiência, como professores de Biologia, Física e Química, ao elaborar um texto interdisciplinar sobre o tema “câncer de pele”. A criação do referido material permitiu-nos transcender nossa área de formação e buscar relações entre a especificidade dos conteúdos disciplinares, que não seriam possíveis sem a integração estabelecida entre os autores. Nossa contribuição com este trabalho é oferecer subsídios teórico-práticos à formação docente para o ensino interdisciplinar. Para tanto formulamos os seguintes objetivos: 1) Discutir as relações entre a interdisciplinaridade e a teoria do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo – *Pedagogical Content Knowledge* (PCK); 2) Analisar as potencialidades do processo de construção de um material interdisciplinar para o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo – *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) dos docentes; 3) Apresentar uma proposta para a formação continuada de professores de ciências visando o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades para o ensino interdisciplinar.

2. Fundamentação Teórica

Discutimos anteriormente que um dos obstáculos à prática interdisciplinar, considerado de cunho epistemológico, é a polissemia de significados e a falta de consenso sobre o que é interdisciplinaridade. Antes de defendermos nosso ponto de vista sobre o tema, precisamos destacar o objetivo maior do Ensino de Ciências (EC), qual seja proporcionar a construção de representações e conhecimentos acerca de situações, problemas e fenômenos que permitam ao indivíduo compreender o mundo e participar dele ativamente como cidadão. Tais construções e compreensões do mundo real não podem ser realizadas por uma única disciplina devido a sua visão parcial e muitas vezes sectária, faz-se necessário uma abordagem interdisciplinar.

A partir destas considerações, assumimos a interdisciplinaridade como um processo de ensino e aprendizagem que utiliza diversas disciplinas para a construção de uma representação para uma situação, problema ou fenômeno, organizado através de projetos, em um determinado contexto (FOUREZ, MAINGAIN e DUFOUR, 2008). Consideramos necessário recorrer às diversas disciplinas escolares e às áreas não escolares para elaborar uma representação ou uma modelização do que se pretende compreender. Existe a necessidade de uma verdadeira interação entre as disciplinas, “que vai muito além de uma simples justaposição de pontos de vista”, é necessário que as disciplinas constituam uma prática integradora que visem federar os conhecimentos envolvidos em prol de um dado projeto/algo que se quer compreender (FOUREZ, MAINGAIN e DUFOUR, 2008, p.69).

Diferentemente a este entendimento estão as abordagens multidisciplinares e pluridisciplinares, onde existem tentativas de trabalhos conjuntos por parte dos professores de diversas disciplinas que elegem temas comuns para serem desenvolvidos por estas disciplinas (KAWAMURA, 1997). No entanto, cada disciplina desenvolve aspectos deste tema sob sua própria ótica, não existindo integração entre as diferentes disciplinas em função daquilo que se quer compreender (PIRES, 1998), permanecendo a impossibilidade de compor um novo saber, de abrangência mais global. Nestas abordagens, qualquer articulação que possa existir entre os conhecimentos disciplinares envolvidos é realizada individualmente pelos alunos.

Para Fourez, Maingain e Dufour (2008) enquanto que na multidisciplinaridade e na pluridisciplinaridade têm como ponto de chegada os conhecimentos produzidos em torno das tradições das disciplinas científicas, na interdisciplinaridade objetiva-se, ao final, alcançar a compreensão de um problema real, complexo, contextualizado e de interesse do aluno, produzindo conhecimentos em função de uma situação precisa.

Ainda de acordo com Fourez, Maingain e Dufour (2008, p.75) é de extrema importância que os alunos compreendam que não se pode abordar problemas complexos limitando-se aos conhecimentos de uma única disciplina. Neste contexto, o papel do professor é auxiliar na modelização interdisciplinar, trazendo sua disciplina a serviço do projeto tratado.

Destacamos que esta perspectiva da abordagem interdisciplinar jamais pretenderá invalidar, anular ou superar a disciplinaridade, muito pelo contrário, reafirma a importância das disciplinas, que serão utilizadas nas abordagens interdisciplinares durante os processos de construção de representações de situações concretas (FOUREZ, MAINGAIN e DUFOUR, 2008). Contudo a formação de professores (tanto inicial quanto continuada) precisa possibilitar a capacidade de desenvolvimento de trabalho interdisciplinar, para que estes tenham ciência de que a interdisciplinaridade vai muito além da troca de informações sobre objetivos, conteúdos, procedimentos e compatibilizações de bibliografias entre professores e/ou especialistas (PIRES, 1998). Trata-se de um desenvolvimento profissional no sentido de integrar os caminhos epistemológicos, as metodologias e diversas possibilidades de organização de um ensino interdisciplinar. Fourez, Maingain e Dufour (2008) consideram que nos processos de ensinar e aprender, muitas vezes é necessário e adequado “disciplinarizar” a interdisciplinaridade.

Consideramos que um dos componentes do conhecimento profissional necessário às abordagens interdisciplinares é o que Shulman (1986, 1987) chama de conhecimento pedagógico de conteúdo - *Pedagogical Content Knowledge* (PCK). Para Shulman o PCK é uma mistura do conteúdo com a pedagogia que se traduz em uma compreensão de como particulares temas, problemas ou questões são organizadas, representadas, e adaptadas à diversos interesses e habilidades dos alunos, e apresentados para a instrução. Um tipo de conhecimento característico que

transcende o conhecimento específico e atinge uma dimensão de conhecimento da matéria para o ensino, podendo ser originado de pesquisas da área ou da prática docente.

Acreditamos que nas abordagens interdisciplinares o PCK de cada professor envolverá a compreensão de conteúdos de sua área e de outras áreas que forem necessárias ao ensino de um tema. De qualquer forma o PCK de um tema, assim como as abordagens interdisciplinares, será constituída de conhecimentos de diversas áreas. Como o PCK é individual, a assimetria na compreensão dos conteúdos será naturalmente direcionada à área de formação do professor que será enriquecida e complementada.

Park e Oliver (2008) consideram que o PCK docente envolve aquisição de conhecimento e uso de conhecimento sobre um tópico ou assunto particular. Neste sentido, os professores desenvolvem (e modificam) o PCK mediante relação dinâmica entre aquisição de conhecimento, novas aplicações e reflexão sobre sua utilização na prática docente. Estes autores propuseram que o PCK é constituído de certos componentes que serão apresentados na próxima sessão. Para Park e Oliver (2008) o desenvolvimento de um componente do PCK potencializa o desenvolvimento dos outros.

3. Experiência docente: descrição e critérios de análise

Para este estudo é de fundamental importância um breve relato dos procedimentos de nossa construção do texto *Abordagem interdisciplinar do câncer de pele*. Tínhamos como objetivo oferecer aos professores uma ferramenta para refletir acerca das possibilidades de práticas interdisciplinares no EC. Para tanto, elaboramos um texto didático sobre a temática câncer de pele. O mesmo foi concebido a partir da tradução e adaptação do artigo de divulgação científica *Sunlight and Skin Cancer* (Luz do Sol e Câncer de Pele) de Leffell e Brash (1996). Inicialmente foi realizado um estudo aprofundado do artigo, buscando identificar os conceitos abordados e envolvidos no mesmo. Com intuito de aprofundar e esclarecer alguns conceitos relativos ao tema, realizamos uma pesquisa bibliográfica. O estudo teve como consequência a integração de conhecimentos de diversas áreas que levou a uma compreensão mais global do assunto. Apresentamos, no quadro 1, uma síntese elaborada a partir de Clebsch e Venturi (2015), acerca dos conhecimentos que passaram a integrar a compreensão do tema:

Quadro 1 – Síntese dos conhecimentos considerados necessários para a compreensão do tema câncer de pele.

- Conceituamos e caracterizamos as radiações emitidas pelo Sol, bem como seus efeitos sobre as células humanas.
- Discutimos os valores do comprimento de onda, frequência e energia das ondas eletromagnéticas, além dos fatores que interferem na radiação solar que atingem as diferentes regiões do planeta.
- Abordamos a divisão das radiações ultravioleta (UV) nas categorias abióticas e bióticas.
- Aprofundamos os conhecimentos relacionados aos tipos de células epiteliais e buscamos compreender os efeitos biológicos das UV (UVA, UVB e UVC).
- Pesquisamos sobre protetores solares, sua composição, fator de proteção, mecanismos de ação, etc.
- Foram necessários aprofundamentos sobre os tipos de pele, bem como os efeitos da absorção da UV.
- E também compreendemos a definição do índice ultravioleta divulgado diariamente nas previsões do tempo.

Fonte: elaborado pelos autores, adaptado de Clebsch e Venturi (2015).

Por fim, construímos o texto que possui as seguintes seções: *Introdução*, *Luz do Sol e Câncer de Pele*, *Conteúdos Complementares* e *A Importância da Alfabetização Científica*. Na *Introdução* apresentamos a problemática envolvida no tema câncer de pele. Em seguida, na seção *Luz do Sol e Câncer de Pele* realizamos a tradução, adaptação e complementação do artigo de Leffell e Brash (1996), onde inserimos explicações para alguns conceitos trazidos pelo texto original para facilitar a compreensão.

Considerando que o texto poderá ser utilizado como material didático para a formação de professores de diversas áreas (ciências, física, química, biologia, geografia, etc.) propomos uma seção de *Conteúdos Complementares*, onde são trazidos assuntos disciplinares e conhecimentos de outras áreas como meteorologia, dermatologia, saúde, etc. que consideramos fundamentais para a compreensão do tema em questão. Encerramos o texto com *A Importância da Alfabetização Científica*, onde dialogamos com o professor, reiterando a importância do EC para a formação de um cidadão autônomo.

O processo de construção do material didático em torno da problemática naturalmente transversal exigiu a compreensão de conteúdos específicos de várias disciplinas. Fizemos o exercício de integrar assuntos de diversas áreas. Como consequência obtivemos uma formação para a interdisciplinaridade, que nos capacita ao ensino de outros temas que envolvam o olhar de várias disciplinas.

Consideramos que a experiência desenvolveu o PCK dos autores com relação ao tema câncer de pele. Por este motivo, para esta análise utilizaremos como categorias alguns dos componentes do PCK¹ propostos por Park e Oliver (2008) para o Ensino de Ciências conforme quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - categorias de análise da experiência

Categoria	O que analisa
Orientações para o ensino da ciência	Propósitos e objetivos do professor com o ensino de ciências. Mapa conceitual que orienta decisões com relação a instrução, uso de materiais curriculares, estratégias de ensino e avaliação. Crenças sobre aprendizagem em ciências, natureza da ciência transmitidas pelas disciplinas.
Conhecimento sobre a compreensão dos alunos em ciência.	Conhecimento que os professores tem que ter sobre um tópico e possíveis dificuldades dos alunos. Concepções alternativas, motivações, interesses e necessidades dos estudantes.
Conhecimento do currículo de ciências	Conhecimento sobre o currículo e materiais disponíveis para o ensino de um assunto específico. Conhecimento do currículo vertical para identificação dos conceitos fundamentais e periféricos de uma área, para poder selecionar o que é relevante e modificar o que for necessário. Conhecimento horizontal do currículo para visualizar o que os estudantes estão aprendendo na série em questão e possíveis relações com o conteúdo que está ensinando.
Eficácia do professor	Componente afetivo relacionado a crença que os professores tem deles mesmos, relativa a sua capacidade de realizar o ensino de tópicos com êxito.

Fonte: elaborado pelos autores. Adaptado de Park e Oliver (2008).

4. Análise da experiência docente interdisciplinar

¹Estes autores partem do trabalho de outros pesquisadores (GROSSMAN, 1990; TAMIR, 1988; MAGNUSSON *et al.*, 1999) e de sua pesquisa empírica para propor um modelo hexagonal para o PCK para o Ensino de Ciências. Os componentes: a) Conhecimento das estratégias de ensino e representações para ensinar a ciência e b) Conhecimento da avaliação da aprendizagem em ciências serão utilizados apenas quando o material construído for utilizado para o ensino.

A análise apresentada a seguir é resultado da reflexão dos autores sobre o processo de transformação de diversos objetos de conhecimento em um objeto de ensino a ser utilizado na formação de professores. Neste caso, auxilia os autores na tomada de consciência com relação ao seu PCK sobre o tema câncer de pele.

(i) Orientações para o ensino da ciência

Identificamos um consenso entre aos autores de que um dos objetivos do EC é a alfabetização científica dos estudantes, permitindo a estes a autonomia frente a situações e problemas, inclusive aqueles relacionados a saúde. Os autores consideram a interdisciplinaridade como uma abordagem a ser utilizada no EC tendo em vista a sua formação. Apesar da habilitação específica em Química, Física e Biologia, os três tem licenciatura em Ciências, o que orientou as decisões com relação a construção de um material didático interdisciplinar. Estes acreditam que um tema da realidade, como por exemplo, o câncer de pele, abordado de forma interdisciplinar permite uma aprendizagem significativa (ausubeliana) de vários conceitos. Para a professora de Física, se os conceitos fossem abordados de forma isolada, utilizando-se da sequencia usual dos conteúdos escolares poderia resultar em aprendizagem mecânica.

(ii) Conhecimento sobre a compreensão dos alunos em ciência

O conhecimento dos autores sobre o tópico em questão era limitado a sua área de formação antes da experiência vivenciada e já relatada. O professor de Biologia desenvolvia o tema câncer de pele sobre um olhar exclusivamente genético e a nível celular, privilegiando aspectos fisiológicos do corpo humano. A abordagem do tema pela professora de Física limitava-se a mencionar o assunto, no ensino das ondas eletromagnéticas que incluía a radiação ultra violeta e sua interação com a pele. Enquanto a professora de química abordava o estudo das substâncias, através das suas propriedades que conferem as características permitindo sua ação nos protetores solares. Além de intercomplementar as explicações referentes ao estudo da estrutura da matéria, pontuando a formação de partículas e as radiações (alfa, beta e gama) relacionadas ao tratamento do câncer. A elaboração do material pelos autores permitiu uma compreensão do tema integrando conhecimentos curriculares e não curriculares das três disciplinas e de outras áreas, consideradas necessárias à sua compreensão, conforme apresentado no quadro 1. Naturalmente, cada um dos autores possui diferenças no PCK relativo ao câncer de pele, tendo em vista o conhecimento mais aprofundado na sua área de formação e vivências acadêmicas e profissionais individuais.

Os autores entendem que o ensino do câncer de pele sob o olhar de uma única disciplina limita a compreensão do mesmo, o que pode torná-lo descontextualizado e pouco interessante para quem o estuda. Os autores optaram por este tema por considerarem que a compreensão do câncer de pele é uma necessidade para que os indivíduos possam realizar escolhas conscientes com relação a sua saúde.

(iii) Conhecimento do currículo de ciências

O câncer de pele não é um conteúdo curricular na educação básica. Os autores desconhecem a existência de textos didáticos/paradidáticos de Ciências, Biologia, Química ou Física para viabilizar o seu ensino. Fato este que motivou a elaboração do texto *Abordagem interdisciplinar do câncer de pele*.

O conhecimento do currículo escolar do Ensino Médio (vertical) permitia aos professores/autores incluir aspectos específicos do câncer de pele para contextualizar/exemplificar determinados assuntos presentes nos currículos das disciplinas. No caso da professora de Física, o tema ilustrava as radiações ultra violeta durante o ensino das ondas eletromagnéticas. Na biologia o tema era utilizado para exemplificar doenças de pele no desenvolvimento dos conteúdos do corpo humano. Na química o assunto servia para ilustrar o ensino de substâncias de química orgânica e inorgânica.

Para elaborar o texto *Abordagem interdisciplinar do câncer de pele*, os autores elegeram conceitos fundamentais (pele humana, câncer e ultravioleta) e, a partir destes foram identificando os conceitos periféricos. Estes foram organizados em um mapa conceitual (NOVAK, CAÑAS, 2010), elaborado conjuntamente pelos autores com o objetivo de visualizar inter-relações entre os conceitos e integrar as contribuições das diversas áreas com vistas a uma visão geral do tema. Além do conhecimento horizontal do currículo, que se relaciona aos conceitos abordados nas disciplinas (Biologia, Química ou Física) a experiência possibilitou aos autores a compreensão de outros assuntos específicos que foram incluídos no texto (por exemplo, índice ultra violeta, relação entre a cor de pele e reações à exposição solar, alteração genética causada pela radiação UV, tipos de câncer de pele).

A modificação proposta pelos autores foi justamente integrar a contribuição de conhecimentos diversos (escolares ou não) para viabilizar o ensino interdisciplinar do tema câncer de pele, antes tratado esporadicamente pelos autores para contextualizar/exemplificar conteúdos curriculares.

(iv) Eficácia do professor

A construção do material didático exigiu dos autores a compreensão do câncer de pele para poder transformar conhecimentos dispostos em material de divulgação científica, artigos científicos, dissertação e livros, em conteúdo para o ensino. Este processo levou a uma nova compreensão do tema, antes limitada à exemplificação e contextualização de conteúdos curriculares presentes na Biologia, Física ou Química.

Estas modificação no entendimento do câncer de pele, no sentido de uma compreensão mais global (que não está arraigada apenas nos conteúdos do currículo escolar) permitiu aos autores envolvidos na experiência, a crença de que são capazes de abordar o assunto na licenciatura

(Ciências, Física, Biologia ou Química) ou formação continuada de docentes que atuam na Educação Básica. Esta capacidade se estende também para a formação para o ensino interdisciplinar de outros temas.

5. Proposta de formação docente para o ensino interdisciplinar

Apresentamos uma proposta de formação docente considerando a interdisciplinaridade e o contexto do câncer de pele. A abordagem do tema “Câncer de pele” requer uma dinâmica de articulação entre os saberes culturalmente produzidos e aqueles que a ciência acredita e divulga. A mobilização de conteúdos conceituais disciplinares é essencial para que se pense nos entendimentos deste fenômeno, pois é no entrecruzamento dos saberes disciplinares, interdisciplinares e intercomplementares que se promove a dinâmica das interações dos conhecimentos cotidianos com o contexto escolar (ZANON, 2008).

A proposta que será apresentada aqui considera todas as dimensões interdisciplinares discutidas na construção do texto *Abordagem Interdisciplinar do Câncer de Pele*. Os olhares das disciplinas de Biologia, Física e Química para este tema mostram-nos possibilidades de aplicação desta proposta na Educação Básica, vislumbrando a compreensão da interdisciplinaridade na prática, no fazer da sala de aula. Esta proposta vem ao encontro da formação continuada de professores, que carecem de oportunidades de se vivenciar a interdisciplinaridade. Fourez, Maingain e Dufour (2008) apresentam que os aspectos teóricos metodológicos são a base para aprender a interdisciplinaridade, mas de nada adianta esta base sem uma vivência interdisciplinar, assim pelo menos uma vez na vida os professores precisam passar por uma experiência/vivência ou projeto interdisciplinar, sem isso eles jamais compreenderão o que e como colocar em prática na Educação Básica.

A presente proposta esta baseada na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011) com funções específicas e diferenciadas, qual sejam: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento.

Consideramos que esta proposta poderá ser implementada com professores (Biologia, Física e Química) em formação continuada, com a finalidade de vivenciar a interdisciplinaridade, na intenção de discutir todas as implicações necessárias ao seu desenvolvimento. Seguem as sugestões para cada etapa da formação proposta.

(i) Problematização inicial

Neste momento serão propostos questionamentos aos participantes da formação a partir daquilo que conhecem ou presenciam. Os professores em formação precisam ser desafiados a expor suas ideias, apresentar as teorias pessoais frente às questões para que possam confrontá-las com os pares, provocando a investigação e o interesse por aquilo que não sabem. Inclusive os professores

participantes podem sugerir outros questionamentos, pensando na aplicação com seus alunos. Estes questionamentos podem ser apresentados em um momento conjunto das disciplinas de Biologia, Física e Química. No quadro 3 apresentamos questões que podem ser utilizadas.

Quadro 3 – sugestão de questões a serem apresentadas aos professores na “Problematização inicial”

<ul style="list-style-type: none"> - Você costuma tomar Sol com ou sem protetor solar? - Qual o fator de protetor solar que utiliza? - Você acredita nas informações contidas no rótulo do protetor solar? - Quais as consequências imediatas e futuras da exposição solar? - O que é importante saber sobre o câncer de pele e a produção da vitamina D? - Você conhece alguma pessoa que teve ou tem câncer de pele? 	<ul style="list-style-type: none"> - Em algum momento/série você aborda o tema câncer de pele com seus alunos? - Você considera importante incluir o ensino do câncer de pele na escola? - Você acha viável abordar o tema utilizando somente os conhecimentos de sua disciplina? - De que maneira podemos trabalhar o câncer de pele na escola?
--	--

Fonte: elaboração dos autores

Esta etapa é fundamental, pois à medida que os participantes apresentam suas ideias e vivências é possível ampliar os significados e proporcionar a construção dos conceitos científicos para níveis mais complexos. É imprescindível que os docentes formadores fiquem atentos as diferentes manifestações dos professores em formação, valorizando os saberes oriundos de sua prática profissional. Além da identificação do interesse dos professores no ensino de tema, possibilidades didático-metodológicas levantadas por eles e conceitos iniciais identificados.

(ii) Organização do conhecimento

O momento “Organização do Conhecimento” pode ser realizado em etapas. 1) Investigação do tema “Câncer de pele” com especialistas externos à escola, importantes para esclarecer o tema. Sugerimos que seja realizada uma entrevista com um dermatologista com a finalidade de conhecer e explicitar aspectos que envolvem o tema “Câncer de pele” (causas, prevenção, cuidados). Os professores participantes podem elaborar os questionamentos da entrevista relacionados aos sintomas, prevenção, tratamento dentre outros aspectos considerados relevantes acerca do tema.

A partir da apresentação e discussão das questões aplicadas na entrevista, pode-se prosseguir organizando um texto coletivo elaborado em grupo, explicitando as ideias apresentadas pelo dermatologista sobre o tema. As informações adquiridas na entrevista são contribuições significativas quanto à definição dos conceitos que precisam ser compreendidos em cada componente curricular (Biologia, Física e Química).

2) Nesta etapa a problemática requisitará que cada área (Biologia, Física e Química) organize os conteúdos conceituais que serão explorados. Os docentes formadores podem instigar os professores participantes a identificar os conceitos da área que contribuem para a compreensão do tema. É um momento de aprofundar conceitos de cada área importantes para o entendimento do assunto. No quadro 4 citamos exemplos de conceitos científicos disciplinares que auxiliaram os autores na elaboração do material didático e podem ser utilizados no entendimento do câncer de pele.

Quadro 4 – conceitos disciplinares para a compreensão do câncer de pele

Biologia	Física	Química
Células epiteliais Efeitos biológicos das radiações Pele humana Relação entre a cadeia de DNA com o câncer não melanoma Mutação genética	Radiações eletromagnéticas (conceito, frequência, energia) Interação da radiação com a matéria Transmissão/Absorção/Reflexão de ondas Classificação das radiações UV	Propriedades das substâncias Ligações Químicas (Formação dos íons) Estudo da estrutura da matéria Radioatividade – efeito das radiações Interações intra e intermoleculares Compostos inorgânicos e orgânicos e suas propriedades.

Fonte: elaborado pelos autores

Nesta etapa diversos recursos metodológicos podem ser utilizados para a compreensão dos conteúdos conceituais, como por exemplo, estudo de textos de livros paradidáticos, didáticos de nível médio ou superior e artigos científicos; leitura e a explicação dos rótulos dos protetores solares. É importante que o grupo de professores de cada área elabore uma síntese dos conceitos que foram identificados/aprofundados para o entendimento do câncer de pele. A síntese pode ser elaborada em forma de mapa conceitual.

3) Sugerimos que cada grupo de professores (Biologia, Física e Química) apresente aos demais participantes o resultado da etapa anterior com o objetivo de “ensinar”, capacitar os colegas em formação acerca dos conceitos envolvidos. Nesta etapa os professores formadores podem destinar espaço/tempo para perguntas e sugestões após a apresentação de cada grupo. Espera-se que as discussões já permitam a cada professor participante visualizar relações entre os conceitos das diferentes áreas.

4) Estudo de texto sobre interdisciplinaridade que discuta a complexidade envolvida no ensino interdisciplinar em torno de um tema da realidade dos estudantes. Concordando com Zanon, (2008, p. 255) que afirma que “[...] desenvolver vínculos entre conteúdos escolares e aspectos da realidade vivencial dos estudantes é um desafio que não pode ser visto como algo simples”.

A partir deste estudo, os professores são incentivados a ampliar o olhar de sua disciplina frente ao câncer de pele, e buscar uma relação de reciprocidade com as outras disciplinas. A integração dos saberes (também os da dermatologia) para o entendimento do câncer de pele poderá dar significado e relevância a conteúdos biológicos, físicos e químicos.

(iii) Aplicação do conhecimento

O terceiro momento será de sistematização e integração dos conteúdos conceituais abordados e discutidos nas disciplinas de Biologia, Física e Química. Sugere-se aqui que os professores reúnam-se em grupos mistos (Biologia, Física e Química) e elaborem material didático a ser utilizado no tema câncer de pele e uma sequência didática para utilização deste material. O tipo de material é de livre escolha dos grupos. Pode ser: história em quadrinhos, panfletos informativos, banners, textos, vídeos, painel explicativo, mapa conceitual, blog, web site. A produção de cada grupo pode ser socializada através de seminário contendo: apresentação do material, proposta de sequência didática, reflexão/análise da experiência.

6. Considerações finais

A análise da experiência nos mostra que a construção do material didático pelos autores contribuiu no desenvolvimento do PCK dos três profissionais acerca do tema do câncer de pele, uma vez que identificamos a presença de quatro componentes do PCK (PARK e OLIVER, 2008) em nossa conhecimento profissional. O nosso PCK sobre o tema “câncer de pele” é similar, porém

possui uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos da área de formação e atuação profissional de cada um. O trabalho conjunto e interdisciplinar permitiu aos autores uma nova compreensão do câncer de pele, integrando conteúdos científicos, didáticos e pedagógicos. Também indica que o PCK de um tema interdisciplinar é global e contém componentes específicos/particulares de diversas áreas.

Baseados em nossa experiência, apresentamos um curso como foco na interdisciplinaridade para a formação continuada de professores. Propomos que os professores construam um material didático interdisciplinar com vistas à sua utilização no ensino. A abordagem metodológica apresentada teve como propósito auxiliar o professor na identificação/integração de conceitos de diversas áreas necessários ao ensino de um tema. Além disso, o curso poderá contribuir no desenvolvimento do PCK dos professores para que possam desenvolver atividades interdisciplinares com suas turmas. Mesmo individualmente o professor pode utilizar o material interdisciplinar produzido. Sua utilização provavelmente requisitará contribuições de outras áreas disciplinares ou não de acordo com o contexto dos estudantes.

Agradecimento ao Programa Uniedu Pós-Graduação



REFERÊNCIAS

- BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução Nº 4 de 13 de julho de 2010**. Define Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Brasília: DF, 2010.
- BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução nº 2 de 30 de janeiro de 2012**. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: DF, 2012.
- BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 2 de 1º de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília: DF, 2012.
- CLEBSCH, A. B.; VENTURI, T. Para o ensino-aprendizagem do tema câncer de pele no ensino de Ciências. VII Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo e V Encuentro Iberoamericano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Burgos - Espanha, 2015.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 4. ed. Cortez: São Paulo, 2011.
- PARK, S.; OLIVER, S. Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. **Research in Science Education**, v. 38, n. 3, p. 261–284, 2008.
- SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the new Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, feb. 1987.
- SHULMAN, L. S. Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, feb. 1986.

GALLON, M.S.; ROCHA-FILHO, J.B. Interdisciplinaridade pelo olhar de um grupo de professores: obstáculos encontrados para sua execução. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC: Águas de Lindóia, 2015.

MOZENA, E.R.; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das Ciências da Natureza. **Revista Ensaio**: v.16, n. 02, p.185-206, maio-ago, 2014.

PIRES, M.F.C. Multidisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade no Ensino. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação** – UNESP: Botucatu, fev. 1998.

KAWAMURA, M.R.D. Disciplinaridade, Sim! **Ciência & Ensino**: n2, junho, 1997.

FOUREZ, G.; MAINGAIN, A.; DUFOUR, B. **Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade**. Tradução de Joana Chaves. Instituto Piaget: Lisboa, 2008.

ZANON, Lenir Basso. Tendências Curriculares no Ensino de Ciências/Química: um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios da formação escolar. In: Maria Inês Petrucci Rosa; Adriana Vitorino Rossi. (Org.). **Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**, Campinas, SP: Átomo, 2008, v. , p. 235-262.

NOVAK, J. D.; CANÃS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**: Ponta Grossa, v.5, n.1, p. 9-29, jan.-jun. 2010.

PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional encontra-se disponível nos endereços:
http://docs.upf.br/download/ppgecm/Eva_Crestani_Produto.pdf
<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/207043>



PPGECM

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Ciências Exatas e Geociências - ICEG

Eva Rita Machado Ferreira Crestani

Aline Locatelli

PRODUTO EDUCACIONAL

“O CALOR NOSSO DE CADA DIA”

Passo Fundo

2018

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

- C922c Crestani, Eva Rita Machado Ferreira
“O calor nosso de cada dia” [recurso eletrônico] / Eva Rita Machado Ferreira Crestani. – Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2018.
1 Mb ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECM).
- Inclui bibliografia.
ISSN 2595-3672
Modo de acesso gratuito: <<http://www.upf.br/ppgecm>>
Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação da Profa. Dra. Aline Locatelli.
1. Ciências (Ensino fundamental). 2. Prática de ensino.
3. Aprendizagem. 4. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação. I. Locatelli, Aline. II. Título. III. Série.

CDU: 372.85

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Coordenador: Dr. Marco Antonio Sandini Trentin

Banca examinadora

Prof. Dr. Everton Bedin

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Profa. Dra. Carmen Sílvia Busin

Universidade de Passo Fundo – UPF

Prof. Dr. Luiz Marcelo Darroz

Universidade de Passo Fundo – UPF

Profa. Dra. Aline Locatelli – Orientadora

Universidade de Passo Fundo – UPF

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Organização das aulas da Sequência Didática.	10
Tabela 2 - Receptores de superfície e sensações percebidas.	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização Geral da Sequência Didática.....	9
Figura 2 - O que dá início a uma reação química?	13
Figura 3 - O que é uma caloria?.....	14
Figura 4 - Calorímetro.....	15
Figura 5 - Bolsa Térmica.....	18
Figura 6 - Imagem do Simulador	20
Figura 7 - Agitação das moléculas.....	21
Figura 8 - Sensação Térmica água fria/quente e água morna.....	21
Figura 9 - Montagem da Experiência.....	23
Figura 10 - Diferença de temperatura 40°C.....	24
Figura 11 - Perda ou ganho de calor.	25
Figura 12 - Sensação Térmica na água morna.....	25
Figura 13 - Diferença de Temperatura.	26
Figura 14 - Temperatura do ambiente.....	27
Figura 15 - Simulador Calor.....	28
Figura 16 - Simulador Equilíbrio Térmico.....	28
Figura 17 - Termoscópio.	30
Figura 18 - A sequência de imagens mostra a variação da temperatura de um termoscópio de álcool.	31
Figura 19 - Termômetro de álcool com capilar evacuado.....	31
Figura 20 - Termômetro clínico.....	33
Figura 21 - A figura mostra os pontos fixos da escala Celsius.....	33
Figura 22 - Escalas Termométricas.....	34
Figura 23 - Três escalas termométricas.....	36
Figura 24 - Intervalo de temperatura.....	36
Figura 25 - A figura mostra os passos iniciais para a montagem de um termômetro caseiro..	38
Figura 26 - Câmera Termométrica.....	39
Figura 27 - Diagnóstico por Câmera Termográfica.	40
Figura 28 - Simulador de Escalas.	41
Figura 29 - Simulação temperaturas em Celsius e Kelvin.	41
Figura 30 - Dilatação Térmica.	42
Figura 31 - Dilatação térmica linear.	43

Figura 32 - Simulador dilatação linear.....	43
Figura 33 - Tabela de coeficiente de dilatação.....	44
Figura 34 - Dilatação térmica superficial.....	45
Figura 35 - Dilatação de furos.....	45
Figura 36 - Dilatação térmica volumétrica.....	46
Figura 37 - Dilatação dos líquidos.....	47
Figura 38 - Comportamento anômalo da água.....	48
Figura 39 - Dilatação Bimetálica.....	48
Figura 40 - Calorímetro.....	49
Figura 41 - Valores calor específico de alguns materiais.....	50
Figura 42 - Simulador experiência calorímetro.....	51
Figura 43 - Temperatura Equilíbrio Térmico.....	51
Figura 44 - Equação fundamental da calorimetria.....	52
Figura 45 - Simulador Condução nos sólidos.....	52
Figura 46 - Demonstração Convecção nos fluídos.....	53
Figura 47 - Tabela de Índice da Massa Corporal.....	66
Figura 48 - Circunferência Abdominal.....	67
Figura 49 - Anorexia.....	67
Figura 50 - Corpo Sarado.....	67
Figura 51 - Atividade Física.....	68

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	8
2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA – QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA	9
2.1	Primeiro momento pedagógico: problematização inicial	11
2.2	Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento	12
<i>2.2.1</i>	<i>Aulas da disciplina de Química</i>	<i>12</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Aulas da disciplina de Física</i>	<i>20</i>
<i>2.2.3</i>	<i>Aulas da disciplina de Biologia</i>	<i>55</i>
2.3	Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento	69
	REFERÊNCIAS	70

1 APRESENTAÇÃO

A presente proposta faz parte de uma produção didática que se destina aos professores de Ciências da Natureza do Ensino Médio. Tem como objetivo introduzir práticas pedagógicas relacionadas ao conceito de Calor, de maneira interdisciplinar, entre as disciplinas de Química, Física e Biologia. Para a elaboração da sequência foi utilizada a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP).

O trabalho constitui o produto educacional intitulado: “*O Calor nosso de cada dia*”, o qual é vinculado a dissertação de mestrado “**Os Três Momentos Pedagógicos e a Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da Natureza**”, sendo estes, o produto e a dissertação, pré-requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. O presente estudo faz parte da linha de pesquisa Fundamentos Teóricos-metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF).

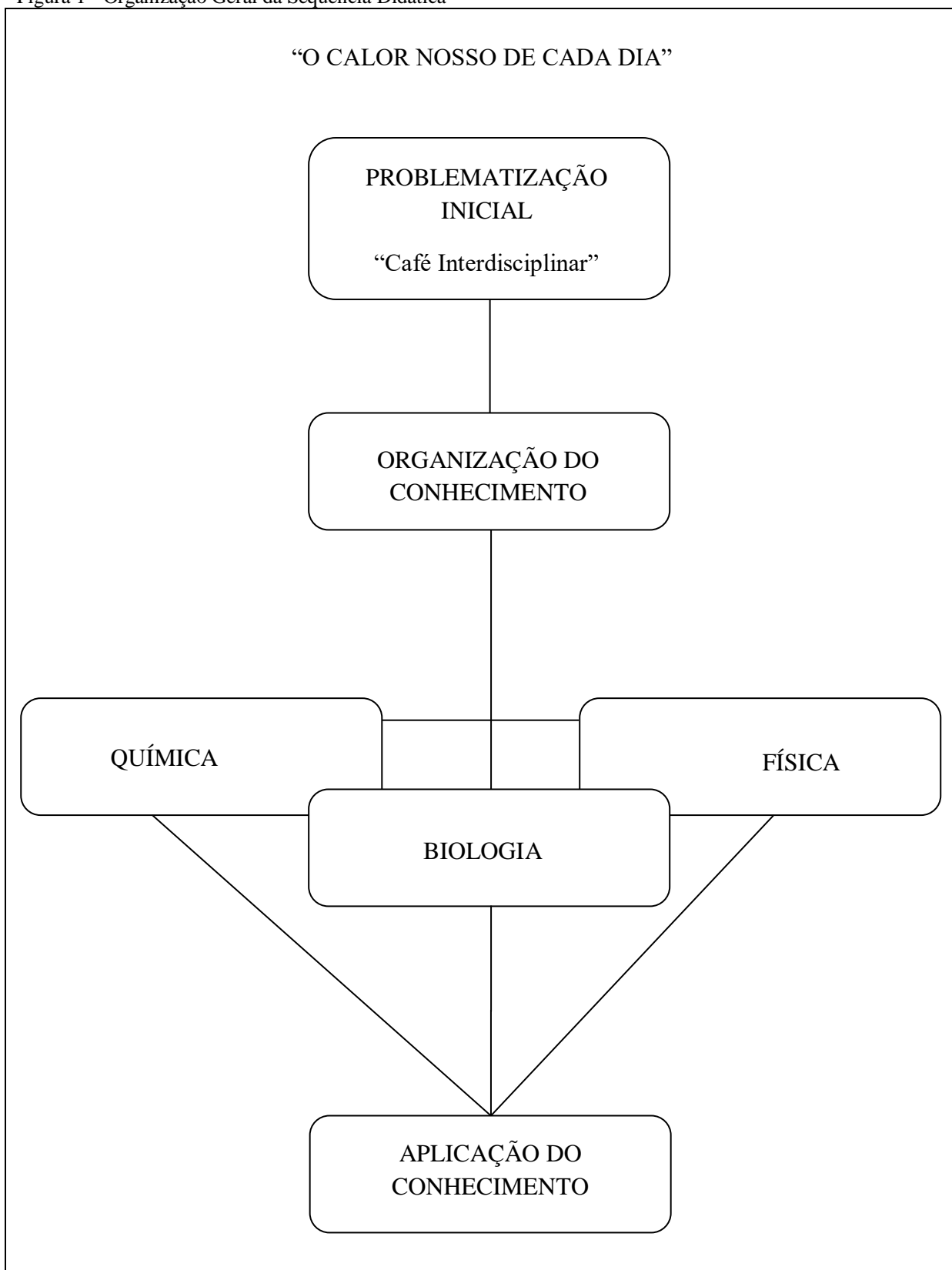
Julgamos ser importantes e de conhecimento dos professores propostas como os 3MP, fundamentadas na abordagem temática, que tem como preocupação a aprendizagem das alunas de maneira contextualizada com a sua realidade de vida. Ressaltamos que a proposta do uso de temas também está descrita nos Parâmetros Curriculares Nacionais - “PCNs” (BRASIL, 1999). Neste documento, a proposta de ensino é a de trabalhar com temas transversais, que estejam relacionados com a realidade em que vivem os estudantes, modificando, assim, a organização tradicional das aulas e incentivando os professores a trabalharem situações da vivência dos alunos, contribuindo também com um trabalho interdisciplinar na escola e na comunidade local.

A seguir, estão descritas as etapas da sequência didática elaborada pelas professoras de Química, Física e Biologia, aplicada em uma turma da 2º série do Curso Normal – Nível Médio, em uma escola pública no estado do Rio Grande do Sul. O texto de relato dessa aplicação encontra-se na íntegra na dissertação de mestrado anteriormente citada.

Tal produto educacional está disponível às redes de ensino e pode ser utilizado de forma livre pelos interessados.

2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA – QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA

Figura 1 - Organização Geral da Sequência Didática



Fonte: Autora, 2017.

Tabela 1 - Organização das aulas da Sequência Didática.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL Aula 1	Café Interdisciplinar – atividade conjunta entre as três disciplinas.	2 horas aula – 50 min/cada	-
ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	QUÍMICA	FÍSICA	BIOLOGIA
Aula 2	<ul style="list-style-type: none"> - O calor nas mudanças de estados físicos, entalpia e variação da entalpia. - Atividade experimental 1: Mudanças de estado físico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão histórica sobre o calor. - Agitação das partículas, energia térmica e temperatura. - Atividade Experimental 1: Quente/Frio. - Atividade com simulador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecendo os Órgãos dos Sentidos – tato, sensação térmica, transferência de calor. Atividade Experimental 1: Receptores Térmicos. Atividade Experimental 2: Força e Pressão. Atividade experimental 3: Conceitos: terminais nervosos, dor (sensação). Atividade Complementar.
Aula 3	<ul style="list-style-type: none"> - A energia absorvida ou liberada durante uma reação química pode ser medida? - Entalpia, variação de entalpia, reações endotérmicas e exotérmicas. - Atividade experimental 2: Estimando a quantidade de energia fornecida por um amendoim, castanha do Pará e castanha de caju. Desde o metabolismo das substâncias energéticas na célula. - Pesquisa sobre o Calorímetro de Lavoisier e Laplace. 	<ul style="list-style-type: none"> - Termômetros e escalas termométricas. - Atividade Experimental 2: Construção de um termômetro. 	<ul style="list-style-type: none"> - O Nosso corpo funciona como um Termorregulador. - Atividade experimental 4: - Atividade Complementar: Pesquisa sobre o nosso corpo como termorregulador.
Aula 4	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades relacionadas à prática e aos conteúdos da aula anterior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dilatação Térmica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos da Temperatura no Corpo Humano.
Aula 5	<ul style="list-style-type: none"> - Estado padrão e Lei de Hess. 	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade e trocas de calor. - Atividade experimental 3: Construção de um calorímetro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retomada dos conceitos relacionados ao processo da digestão. Atividade experimental 5: Investigando a relação entre a função dos dentes e a ação das enzimas.
Aula 6	<ul style="list-style-type: none"> - Como a temperatura influencia na conservação dos alimentos? 	<ul style="list-style-type: none"> Calorimetria, Calor, propagação do calor, condução térmica, convecção térmica e radiação. 	<ul style="list-style-type: none"> - A importância da alimentação. - Atividades relacionadas à alimentação e saúde.

Continua...

...Continuação

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO Aula 7	- Elaboração de um texto sobre a compreensão do conceito de calor e suas relações com o cotidiano. - Elaboração dos Livros Literários.	- Elaboração dos Livros Literários.	- Conhecendo e calculando o IMC. - Atividade de cálculo do IMC.
APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO Aula em Conjunto Aula 8		Apresentação dos Livros Literários.	
Total:		4 horas aula em conjunto – período de 50 min. 12 horas aula para cada disciplina – período de 50 min.	

Fonte: Autora, 2017.

2.1 Primeiro momento pedagógico: problematização inicial

Aula 1 – Café interdisciplinar

Objetivos: Introduzir o conceito de calor e sua relação com situações do cotidiano; realizar levantamento a respeito do conhecimento prévio das alunas sobre os conceitos que serão trabalhados.

Metodologia: Lanche coletivo e perguntas para discussão na turma.

Para a Problematização Inicial (PI) as professoras organizaram uma atividade em conjunto, as três professoras estiveram presentes nessa aula e conduziram a atividade.

Nesta aula, as professoras organizaram um café para a turma, trazendo alguns alimentos e bebidas. As alunas foram convidadas a participar dessa experiência, degustando o lanche oferecido. Enquanto as alunas lanchavam, as professoras deram início à problematização sobre o tema, lançando algumas perguntas para as alunas, buscando despertar o interesse pelo assunto e também verificar o conhecimento prévio das mesmas sobre o conceito de calor, como compreendem esse conceito com relação aos alimentos e as percepções com o seu corpo e o ambiente.

Perguntas sugeridas e construídas pelas professoras:

- O que vocês estão sentindo nesse momento, degustando o lanche?
- O que é frio? O que é quente?
- O que é calor?
- Vocês sentem calor quando comem? Por que sentimos calor quando comemos?
- De onde vem a energia que o nosso corpo precisa?
- Como os alimentos são transformados em energia para o nosso corpo?

- O que são calorias?
- Quanto de energia o meu corpo precisa em um dia?
- O nosso corpo precisa de mais energia no verão ou no inverno?
- Se você ingerir muitos alimentos calóricos o que acontece?
- Como estão as bebidas que vocês estão consumindo?
- O que é temperatura? Como é determinada a temperatura?
- Sobre o gelo no suco: é o gelo que esfria o suco, ou o suco que esquento o gelo?
- Para manter uma bebida mais gelada por algum tempo, qual seria o copo ideal? De alumínio? De vidro? Ou de plástico?
- Inspirem o ar e expirem. Qual é a sensação térmica sentida?

Após essa discussão, as professoras puderam introduzir alguns conceitos iniciais aos quais deram continuidade nas próximas aulas.

2.2 Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento

2.2.1 Aulas da disciplina de Química

Aula 2 - As mudanças de estado físico e as transformações químicas

Objetivos: Observar as mudanças de estado físico da água. Relacionar a mudança com o conceito de liberação de calor e absorção de calor. Diferenciar os conceitos de calor e temperatura.

Metodologia: Aula experimental 1

Para a realização desta aula, será realizado o seguinte experimento:

Atividade Experimental 1

- Materiais Necessários: Béquer grande; Tubo de Ensaio; Gelo picado; Sal; Termômetro; Palito de picolé; Cronômetro;
- Montagem do experimento:
 - 1º) Coloque água dentro do tubo de ensaio juntamente com a vareta.
 - 2º) Coloque o tubo dentro do béquer e, ao redor, coloque o gelo picado e alternadamente o sal refinado. Pode exagerar no sal.
 - 3º) Registre a temperatura do sistema ao final da montagem do processo.

4º) No decorrer do tempo, registre a temperatura e a sua variação de acordo com o tempo. Analise com as alunas a variação.

5º) Observe e anote o que ocorre com a água, em todas as superfícies dos materiais.

Fatos a serem observados:

* A variação da temperatura no decorrer do processo.

* Dentro do tubo de ensaio: a água vai congelar. Será possível retirar o gelo com o palito. Comparar com a formação de picolé.

* Dentro do béquer: o gelo derreteu. Há água líquida. O sal endureceu com pedaços de gelo.

* Fora do béquer: formação de umidade e formação de uma camada fina de gelo.

Questionamentos para discussão:

- Temperatura: termômetro (como funciona); temperatura de fusão/temperatura de ebulição;
 - Estados físicos da matéria: características macro e microscópica do estado sólido, líquido e gasoso;
 - Mudanças de estados físicos: fusão, condensação, solidificação;
 - A composição do ar atmosférico a partir da análise da origem da água que se condensou e transformou-se em gelo na parte externa do béquer;
 - Analisar a relação com o calor envolvido no sistema: processos endotérmicos e exotérmicos.
- A dissolução do sal caracteriza um processo endotérmico. Em contato direto com o gelo, o sal absorve calor das pedras que ficam mais frias. A temperatura da mistura pode chegar a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Fonte: Atividade desenvolvida pela autora, 2016.

Atividades Complementares: Sugestão de Vídeo: O que dá início a uma reação química?

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8m6RtOpqvtU>>.

Figura 2 - O que dá início a uma reação química?



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=8m6RtOpqvtU&index=13&list=PLWPP0Ir2iyEIRz4gQF8eIVH1InKyh5X8>>.

1. Construir Gráficos de temperatura em relação ao tempo. Análise da escala termométrica: temperatura positiva, temperatura negativa, TF e TE da água.

2. Discutir as diferenças entre calor e temperatura. Verificar os conceitos prévios que as alunas têm sobre esses dois conceitos.

Aula 3 – A energia absorvida ou liberada durante uma reação química pode ser medida?

Objetivos: Retomar o conceito de calor. Explicar o conceito de Entalpia, Variação da Entalpia, Reações Endotérmicas e Exotérmicas. Calor de formação, combustão.

Metodologia: Vídeo para discussão; Atividade experimental 2.

Atividade 1: Apresentação do Vídeo: O que é caloria? Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VEQaH4LruUo&t=79s&list=PLWPPoir2iyEIRz4gQF8elVH1InKyhh5X8&index=11>>.

Figura 3 - O que é uma caloria?



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=VEQaH4LruUo&index=11&list=PLWPPoir2iyEIRz4gQF8elVH1InKyhh5X8>>.

Atividade Experimental 2: Estimando a quantidade de energia fornecida por um amendoim, castanha do Pará e castanha de caju.

Nessa atividade prática vamos utilizar uma forma de determinar calores de reação. Para determinar esses “calores”, vamos utilizar a expressão que relaciona o calor à variação de temperatura e a massa do sistema medidas à pressão atmosférica constante ($Q = m.c.\Delta T$), para medir a variação de entalpia para algumas reações químicas. Dessa forma, vamos calcular a quantidade de energia fornecida por um amendoim, uma castanha de caju e uma castanha do Pará.

Os alimentos fornecem várias substâncias importantes para nossa sobrevivência, como proteínas, carboidratos, fibras, etc. Gorduras e carboidratos são nossas principais fontes de energia.

Essas substâncias são metabolizadas em nosso organismo, que delas obtém a energia necessária para nos manter vivos e ativos. Quando comemos mais alimentos do que precisamos, nosso organismo acumula excesso de gorduras, cuja presença no organismo é importante, mas que em excesso podem causar obesidade e vários problemas de saúde. O balanço entre o consumo e o gasto de energia é, portanto, essencial para uma dieta sadia.

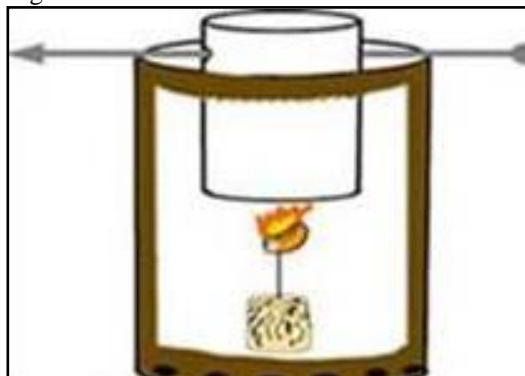
Nessa atividade, vamos calcular a quantidade de energia que um grão de amendoim, castanha de caju, e castanha do Pará, podem fornecer ao nosso corpo. Para isso, vamos queimar os grãos e usar o calor produzido nesse processo para aquecer uma quantidade conhecida de água. Isso irá provocar um aumento na temperatura da água e, com esse dado, será possível calcular a energia fornecida pelo grão. Ou seja: iremos medir a variação de temperatura da água aquecida pela queima do amendoim. Ao fazer seus cálculos, considere que as gorduras são responsáveis por cerca de 55% da composição do amendoim, 74% da composição da castanha-do-pará e da castanha de caju.

Materiais: Uma lata pequena, um abridor, uma balança, uma caixa de fósforo, um erlenmeyer de 125mL, um clipe de papel, uma proveta 50mL, um suporte, uma garra, um tripé, um termômetro de laboratório e folhas de jornal.

Nesta atividade, os alunos devem usar uma lata pequena com a tampa e o fundo removidos e pequenas aberturas nas laterais na parte inferior para entrada do ar. Envolver essa lata com jornal para obter melhor resultado.

Procedimentos: Pesar o grão de amendoim sem casca. Anotar o valor da massa no caderno. Medir 100 mL de água e transferir para o erlenmeyer que está dentro da lata. Com o clipe, fazer um suporte para o amendoim. Conforme a figura 04, abaixo:

Figura 4 - Calorímetro



Fonte: <<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/calorimetro-amendoim.htm>>.

Prender o erlenmeyer com a garra, presa ao suporte, ou colocar no tripé, de modo que possa ficar próximo do amendoim sem, no entanto, tocá-lo. Se possível, usar a garra também para prender o termômetro. Na falta dessa garra, vocês devem segurar o termômetro dentro da água do erlenmeyer durante a queima do amendoim, sem deixar que ele encoste no fundo. Medir e anotar no caderno a temperatura da água dentro do erlenmeyer. Colocar o amendoim sob o erlenmeyer e aproximar um palito de fósforo aceso, de modo que o amendoim comece a queimar. Colocar o termômetro dentro da água contida no erlenmeyer e observar o aumento da temperatura. Anotar o valor da temperatura ao final da queima. Qual foi a variação da temperatura da água? (Repetir a experiência com os outros grãos).

Atividade disponível em: MORTIMER, Eduardo Fleury e MACHADO Andréa Horta. **Química 2**: ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010. P. 76-81.

Nesse momento o professor retoma o conceito de caloria e explica como calcular a quantidade de energia fornecida por cada grão.

Atividade 3 – Tema para casa: Realizar uma pesquisa sobre o Calorímetro de Lavoisier e Laplace.

Aula 4 – Atividades relacionadas à prática e conteúdos da aula anterior

Objetivos: Retomar os conceitos trabalhados nas aulas anteriores a fim de sanar possíveis dúvidas das alunas. Retomar a pesquisa realizada pelas alunas.

Metodologia: Questões para responder e discutir.

1. Responda as questões:

a. Vocês não mediram a massa, mas o volume de água que foi aquecido pelo amendoim. Por que vocês podem considerar que a massa da água, em g, vai ser igual ao seu volume, em mL?

b. Calculem a quantidade de energia, em calorias, fornecida pelo amendoim, considerando a porcentagem de gorduras em sua composição.

c. Calculem a quantidade de energia por grama do grão de amendoim.

d. Sabendo que uma pessoa do sexo masculino, que trabalha numa atividade sedentária, gasta, em média, 2.300 kcal por dia. Calculem a quantidade de amendoim, em g, que forneceria essa energia para a pessoa.

2. Vamos discutir mais sobre o assunto?

a. A queima do amendoim é uma reação química? Por quê?

b. Respondam aos itens a seguir:

1) Qual é a função da lata nesse experimento?

2) Por que foi conveniente envolvê-la com jornal?

3) Por que foi necessário fazer aberturas laterais na lata?

c. Se em vez de 100 mL tivéssemos usado uma quantidade maior de água, o que aconteceria no experimento?

d. Se em vez da água tivéssemos usado um outro líquido, o que aconteceria no experimento?

e. Quais são as principais fontes de erro nesse experimento?

Questões disponíveis em: MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO Andréa Horta. **Química 2**: ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010. p. 80-81.

Aula 5 – Energia de Ligação e Lei de Hess

Objetivos: Explicar os conceitos de energia de ligação, entropia, entalpia, e Lei de Hess.

Metodologia: Vídeo para introduzir o assunto. Discussão sobre o vídeo. Atividades relacionadas aos conceitos.

Sugestão de Vídeo: Toda energia do Universo é... Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dmcevC55K3s&list=PLWPP0Ir2iyElRz4gQF8eIVH1InKyhh5X8&index=10>>.

Atividade 1: Vídeo: A Química dos pacotes frios. Disponível em: <<https://ed.ted.com/lessons/how-do-cold-packs-get-cold-so-fast-john-pollard>>.

Atividade 2: Texto para leitura e discussão.

Muitos atletas, quando sofrem uma contusão, recorrem a compressas quentes ou frias para evitar consequências mais sérias da lesão. Na falta de gelo ou de água quente, podem usar bolsas plásticas que contêm água e um sólido – cloreto de cálcio anidro ou nitrato de amônio -, mantidos separados dentro dela (a água pode estar dentro de uma ampola, por exemplo). Quando, no momento de usar a bolsa, se provoca o contato do sólido com o líquido, ocorrem as transformações representadas abaixo:

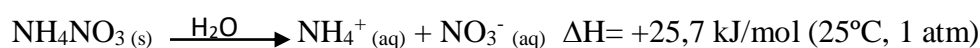
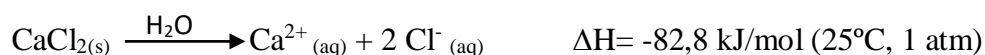


Figura 5 - Bolsa Térmica



Fonte: <<http://www.editorapositivo.com.br/flipbooks/pnld2018/colecao-viva-quimica-vol.-2/#page/118>>.

a.) Por meio da dissolução, que substância permite esfriar a parte do corpo que sofreu contusão?

b.) Nas bolsas instantâneas que usam o cloreto de cálcio, o rótulo especifica que se trata do cloreto de cálcio anidro. O que quer dizer o adjetivo anidro e por que ele é incluído, nesse caso?

c.) Qual é a quantidade de calor liberada na dissolução de 55,5 g de CaCl_2 ?

Atividade disponível no livro: NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de. ANTUNES, Murilo Tissoni.

Vivá: química: volume 2: ensino médio – Curitiba: Positivo, 2016.

Atividade 3: Pesquisar sobre a origem da Lei de Hess.

Aula 6 – Como a temperatura influencia na conservação dos alimentos?

Objetivos: Introduzir os conceitos de Cinética Química e como o calor está relacionado à velocidade das reações químicas.

Metodologia: Leitura do texto de apoio e discussão. Uso de um simulador para analisar os fatores que interferem na velocidade das reações químicas.

Texto de Apoio:

Temperatura e Velocidade das Reações

O aumento na temperatura aumenta a energia cinética das partículas dos reagentes, aumentando a quantidade de choques efetivos e a velocidade das reações. Quanto maior for a

temperatura, maior será a velocidade de uma reação. Isso pode ser facilmente visto em diversas situações em nosso cotidiano, como nos exemplos a seguir:

- Quando queremos diminuir a velocidade da reação de decomposição de um alimento, nós abaixamos a temperatura, colocando-o na geladeira;

- Se quisermos aumentar a velocidade da reação de cozimento dos alimentos, basta colocá-los numa panela de pressão que, com o aumento da pressão, aumenta também a temperatura de ebulição da água líquida em que o alimento está;

Os incêndios, em geral, costumam ser devastadores porque a temperatura do ambiente vai aumentando, o que provoca um aumento na velocidade da reação de combustão;

Para diminuir a velocidade dos processos químicos metabólicos, diminuindo as chances de lesões nos cérebros por causa da deficiência de oxigênio, algumas cirurgias são realizadas diminuindo-se a temperatura do corpo do paciente, ficando em cerca de 15°C;

Se colocarmos um comprimido efervescente num copo com água quente e outro num copo com água fria, o primeiro irá dissolver-se bem mais rápido.

Mas, o que explica a influência diretamente proporcional da temperatura sobre a velocidade da reação?

Isso acontece porque, para que uma reação se processe é preciso satisfazer algumas condições, como a de que as partículas devem se chocar eficazmente e com a energia mínima necessária, que é denominada de energia de ativação.

Assim, quando aumentamos a temperatura do sistema, aumentamos também a agitação das partículas reagentes e fornecemos mais energia cinética para elas. Com isso, mais colisões ocorrerão e com mais energia, aumentando a quantidade de partículas que reagirão e, conseqüentemente, aumentando a velocidade da reação.

Fonte: FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Temperatura e Velocidade das Reações**. Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/temperatura-velocidade-das-reacoes.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

Sugestão de Vídeo para discussão: Como acelerar a velocidade das reações químicas? Disponível em: <<https://ed.ted.com/lessons/how-to-speed-up-chemical-reactions-and-get-a-date>>.

Atividade: Fatores que aceleram as reações químicas – Uso de um Simulador.

Figura 6 - Imagem do Simulador



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/12306/Web/labvirtq/simulacoes/tempUpload/sim_qui_banana.htm>.

Questões para discussão:

1. Qual a relação entre o aumento da temperatura de um alimento e o seu amadurecimento?
2. Algumas pessoas possuem o hábito de enrolar o abacate em uma folha de jornal, por que elas fazem isso?
3. Como podemos retardar o amadurecimento de uma fruta, ou conservar por mais tempo determinado alimento?

- Produção Textual

Para avaliar o conhecimento produzido durante as aulas das três disciplinas, as alunas produziram um texto sobre o que compreenderam a respeito do calor.

2.2.2 Aulas da disciplina de Física

Aula 2 – Temperatura, Condutividade Térmica, Equilíbrio Térmico

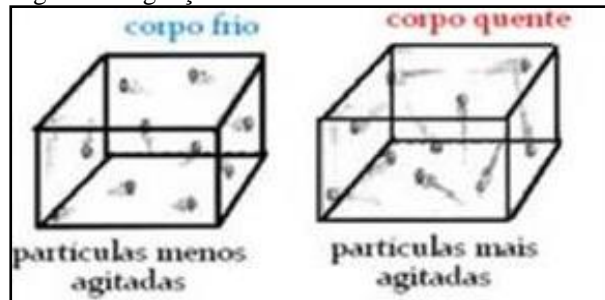
Objetivos: Reconhecer o conceito de calor como energia em trânsito devido à diferença de temperatura entre os corpos. Reconhecer o conceito de temperatura como grandeza associada ao grau de agitação térmica média das partículas de um sistema.

Metodologia: Texto de apoio e atividade prática experimental 1.

TEMPERATURA E EQUILÍBRIO TÉRMICO

Segundo Blaidi Sant'Anna (2010), temperatura é uma grandeza física macroscópica que mede o estado de agitação das partículas de um corpo, caracterizando o seu estado térmico. Entende-se temperatura como sendo uma grandeza que mede a maior ou a menor intensidade dessa agitação térmica.

Figura 7 - Agitação das moléculas



Fonte: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>.

Quando dois corpos possuem a mesma temperatura, dizemos que estão em **equilíbrio térmico**.

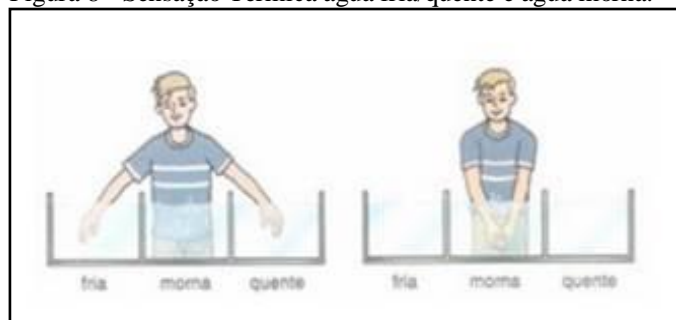
SENSAÇÕES TÉRMICAS

A sensação térmica que temos ao entrar em contato com um corpo, classificando-o em quente, frio ou morno, e esse é um método impreciso de avaliar a temperatura. Com base em quais experiências essa afirmação poderá ser demonstrada? Um mesmo corpo pode provocar sensações diferentes em pessoas diferentes?

Quente ou frio? - A relatividade da sensação térmica

Existe um experimento muito simples que permite ao aluno entender as sensações de quente e frio e uma série de exemplos pelos quais todos já passaram. Veja a figura 08 abaixo.

Figura 8 - Sensação Térmica água fria/quente e água morna.



Fonte: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>.

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 um **experimento** a partir das temperaturas das águas fria, morna e quente.

Fonte: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>.

Sugestão de Atividade experimental simples - Sensação de quente ou frio

A noção de temperatura vem da sensação de quente ou frio. Analisando os problemas que esta definição pode trazer, é importante realizar a atividade experimental sugerida a seguir. É uma atividade dinâmica e simples, porém, muito enriquecedora para iniciar as discussões sobre o tema Condutividade Térmica/termologia na sala de aula.

Atividade Experimental 1:

a) – Material

- 3 copos de plástico;
- 3 termômetros de laboratório;
- 1 pedaço de alumínio furado;
- 1 pedaço de madeira furada;
- 1 pedaço de PVC furado;
- água de torneira e água aquecida;
- gelo;

b) – Procedimento I

1º - Sensação de frio

Pegue um pedaço de alumínio, um de madeira e um de PVC. Tente descobrir, através do tato, qual dos objetos é: - mais frio - médio - mais quente.

As temperaturas dos objetos são diferentes entre si? Por quê?

2º - Coloque um termômetro nos furos destes objetos, espere alguns minutos e leia a temperatura. As temperaturas são iguais ou diferentes?

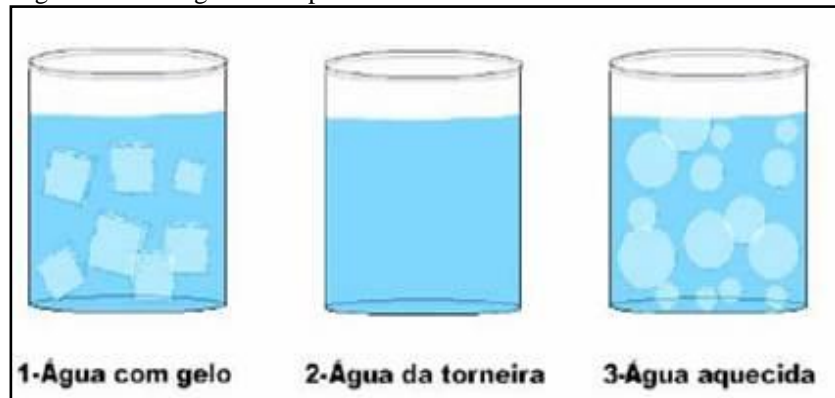
Procedimento II

Promover um debate com as alunas para entender por que ocorre esse fenômeno com diferentes materiais.

Procedimento III

3º - Agora monte a experiência sugerida.

Figura 9 - Montagem da Experiência



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Mergulhe um dedo da mão esquerda no copo (1) e um dedo da mão direita no copo (3). Agite os dois dedos que deverão estar mergulhados até o fundo dos copos. Conte até 30 e, em seguida, coloque os dois dedos simultaneamente no copo do meio (2) sem que cheguem totalmente ao fundo. O que sentiu nos dedos? Anote as temperaturas da água nos copos. Comente se podemos considerar o tato um bom medidor de temperatura.

Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

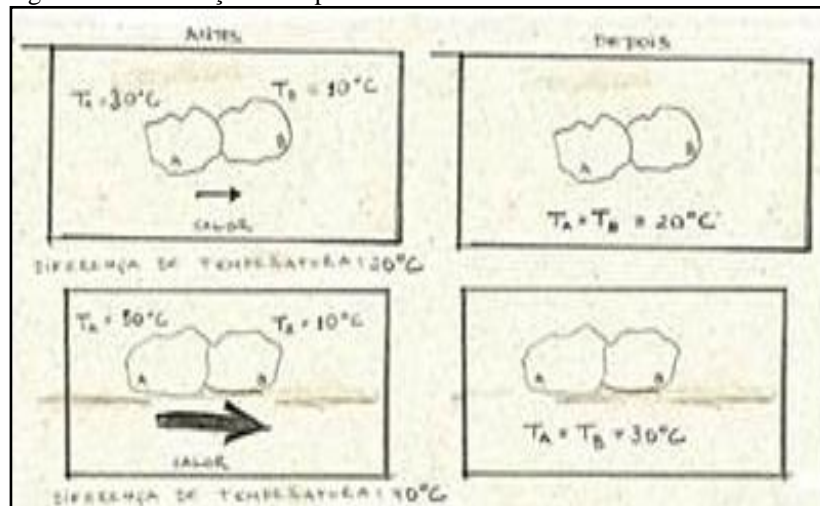
A água fria deverá estar à temperatura de aproximadamente 20°C, a água morna deverá estar aproximadamente a 32°C e a água quente deverá estar entre 35° a 50°C. Mas como isso pode nos ajudar a entender o que aconteceu no experimento acima? A primeira coisa que deve ser levada em consideração é que existe uma diferença de temperatura entre as águas e as mãos. Por esse motivo, se diz 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 a energia vai do corpo mais quente para o mais frio.

Segundo Fuke e Yamamoto (2010), calor é a energia térmica em trânsito que está sendo transferida de um corpo a outro devido à diferença de temperatura existente entre eles - sempre do corpo de temperatura mais elevada para o de menor temperatura.

“O” autor explica que: do ponto de vista da Física, não há sentido em dizer “o calor de uma partícula, de um corpo ou de uma substância ou ainda de um objeto ou sistema”, pois ele não está contido na matéria. Nesse caso o correto seria falar da energia térmica de um corpo, de um objeto e do calor cedido ou recebido por ele.

Veja as figuras 10 e 11 abaixo.

Figura 10 - Diferença de temperatura 40°C.

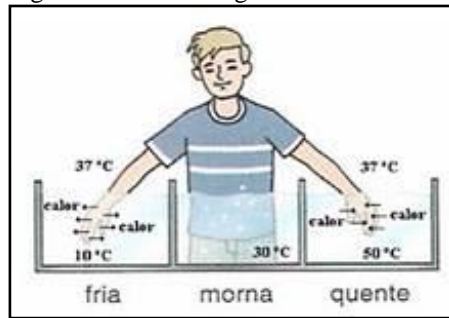


Fonte: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>.

Nas imagens acima, o calor, nas duas situações, vai do corpo A, com maior temperatura, para o corpo B quando, há uma temperatura menor. Porque A cede calor, então sua temperatura diminui, enquanto que B recebe calor de A, então a sua temperatura aumenta. Supondo que os corpos A e B possuem a mesma massa e são do mesmo material, depois de algum tempo, suas temperaturas se igualam; quando isso acontece, dizemos que os corpos A e B estão em equilíbrio térmico.

Segundo Fuke e Yamamoto (2010), equilíbrio térmico é o estado em que a temperatura compartilhada pelos corpos, depois de cessada a transferência de calor entre eles, é idêntica. É possível perceber também nas imagens acima que a quantidade de calor que o corpo A cede depende da diferença de temperatura entre A e B: como na segunda situação a diferença de temperatura é maior, maior é a troca de calor entre A e B (cujo efeito é indicado pelo tamanho da flecha). Ainda analisando o experimento acima, e considerando que os dois corpos são as mãos e as águas, há diferentes temperaturas, e que segundo estudos, a temperatura do corpo humano é de aproximadamente 37 ° C. Ao colocar as mãos nos recipientes com águas quentes e frias, como está representado na imagem abaixo é possível comprovar essa teoria.

Figura 11 - Perda ou ganho de calor.



Fonte: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>.

Supondo-se que, quando se colocou a mão na água quente, entre 35°C a 50°C , ela recebe calor da água e sua temperatura aumenta; e supondo que, depois de algum tempo, a temperatura da mão alcance também a temperatura de 50°C , isto é, o equilíbrio térmico, e ao serem colocadas as mãos na água fria, a uma temperatura suposta de 20°C , ela cede calor para a água e sua temperatura diminuiu; supõe-se também que a temperatura da mão chegue a 20°C .

É possível observar que o fato de a mão perder ou ganhar calor na imagem acima está indicado pelo sentido das flechas, que representam as trocas de calor. Com esse experimento, percebe-se que as sensações de quente e frio estão associadas às trocas de calor entre a mão e a água: sentiu-se a água quente quando a mão ganha calor da água e sentiu-se a água fria quando a mão perde calor para a água.

E, por fim, retirando as mãos das águas quentes e frias e as colocando na água morna, ocorrem as trocas de calor indicadas na imagem abaixo. Repare mais uma vez no sentido das flechas que representam as trocas de calor.

Figura 12 - Sensação Térmica na água morna.

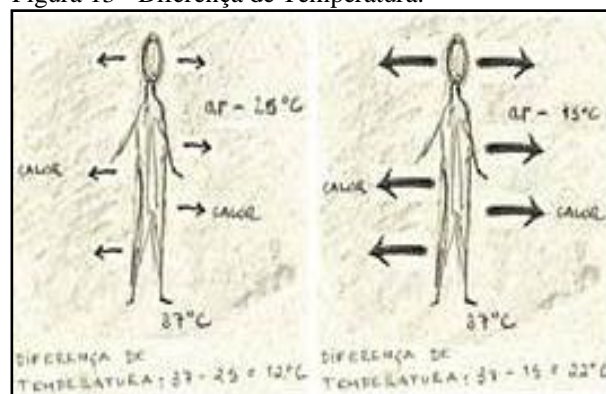


Fonte: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>.

Então, por que a mão que estava na água fria está a uma temperatura menor do que na água morna? Esse fato acontece porque 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 na água morna, dessa forma ela perde calor e a água morna parece fria. Após essa análise pode-se verificar a “lei da sensação térmica”: sentimos algo quente quando sua temperatura está maior do que a do nosso corpo e, por isso, se ganha calor; sente-se algo frio quando sua temperatura está menor do que a do nosso corpo e, por isso, perde-se calor. Pode-se dizer que quanto maior a diferença de temperatura entre o corpo e aquilo que está em contato, mais quente ou frio ele parece, pois mais calor se ganha ou se perde.

A sensação de frio pode ser explicada pela sensação térmica, pois o frio no ser humano é sentido no momento em que a temperatura ambiente diminuir.

Figura 13 - Diferença de Temperatura.

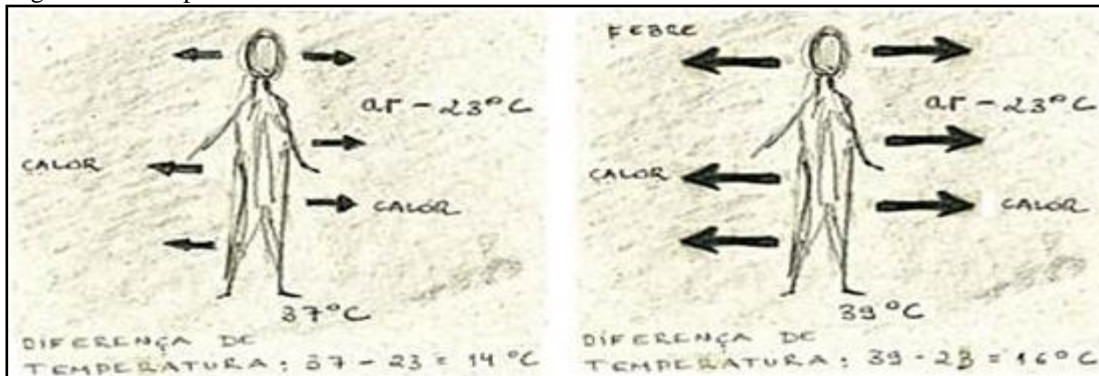


Fonte: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>.

Sente-se mais frio quando a temperatura ambiente diminuir, porque maior é a diferença de temperatura entre esse corpo e o ambiente e, conseqüentemente, mais calor se perde como mostra a imagem acima.

Sente-se mais frio apenas quando a temperatura ambiente diminui? Não! O aumento da sensação de frio aumenta também quando a temperatura do corpo aumenta. Isso acontece, por exemplo, quando se está com febre.

Figura 14 - Temperatura do ambiente.



Fonte: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>.

Aumentando a temperatura do corpo, como acontece quando se está com febre, faz aumentar a diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente, fazendo com que aumente a perda de calor e também a sensação de frio. Repare que na imagem acima a temperatura ambiente não muda.

O exemplo também poderá explicar o fato de que se sente mais frio logo após a saída do banho quente. Um banho agradável para o corpo acontece com a temperatura da água praticamente à mesma temperatura do corpo, de maneira que não se perde, nem se ganha calor. Em um banho quente, por sua vez, a temperatura da água está um pouco acima da temperatura do nosso corpo (até 3° C). Com esse fenômeno, a temperatura da superfície da pele aumenta e ao sair do banho, aumenta-se a diferença entre a temperatura do corpo e a temperatura do ambiente, ocorrendo a perda de calor, sentindo mais frio.

São duas as razões para a sensação de frio aumentar depois de um banho quente: a outra diz respeito ao fato do corpo perder calor para evaporar a água que sobrou sobre a pele depois do banho, assim como acontece quando suamos.

Quando um corpo é aquecido, a agitação de suas partículas tende a aumentar, mas quando ele é resfriado, o movimento de suas partículas tende a diminuir, ou seja, a agitação térmica média das partículas do corpo se reduz.

Em dias de verão, a agitação das partículas é mais intensa, isto é, a energia térmica dos corpos tende a ser maior. Essas altas temperaturas significam elevados níveis de agitação térmica e, conseqüentemente, maior energia cinética média por partícula, constituindo maior energia térmica para o corpo. Essa associação ocorre devido ao movimento das partículas. E a energia associada ao movimento de rotação, translação e vibração das partículas de um corpo é denominada energia térmica.

Texto disponível em: Fonte: <<http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2013/03/quente-ou-frio-relatividade-da-sensacao.html>>.

Atividade 2 – Simulador

Através desta simulação é possível visualizar a energia saindo do corpo A e se direcionando ao corpo B, essa atividade com o uso da tecnologia demonstra a atividade experimental das três bacias.

Figura 15 - Simulador Calor.

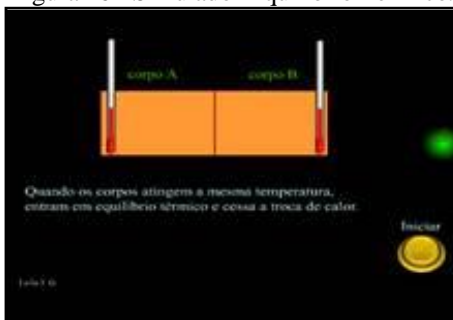


Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>>.

EQUILÍBRIO TÉRMICO

Através desta atividade, envolvendo o uso de tecnologia é possível visualizar o equilíbrio térmico, isto é quando os corpos atingem a mesma temperatura, cessa a troca de calor.

Figura 16 - Simulador Equilíbrio Térmico.



Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>>.

Leitura adicional: A psicofísica relacionada com a “adaptação fisiológica”

Segundo o livro Física: 28R28C28di e tecnologia (2016, p.298), aspectos da psicofísica permitem compreender o processo de sensação térmica, bem como qualquer outro tipo de sensação (ZOTTERMAN, 1956). Para tanto, é necessário conhecer aspectos básicos de fisiologia das sensações. A fisiologia sensorial pode ser dividida em aspectos objetivos e subjetivos. Aspectos objetivos englobam as reações do sistema nervoso, ou seja, focalizam as sensações considerando o processo desencadeado por estímulos nos receptores e suas

respectivas respostas no sistema nervoso central. Aspectos subjetivos dizem respeito à análise das percepções de cada indivíduo, que dependem de uma série de fatores como, por exemplo, o estado de ânimo (SCHMIDT, 1980). Assim, sente-se frio ao entrar em um ambiente climatizado por um aparelho de ar condicionado, pois a temperatura de adaptação (ou aclimatação) é aquela do ambiente externo, ou seja, a temperatura externa representa o zero fisiológico (HARDY; DUBOIS, 1938). Entende-se por zero fisiológico a temperatura tomada como padrão para efeito de comparação com outras temperaturas com as quais o corpo está em contato (HARDY; DUBOIS, 1938).

Na experiência das três bacias, a pequena, mas significativa, alteração na temperatura da água na qual foi mergulhada a mão direita é suficiente para estimular os receptores da pele para o frio, desencadeando o processo neurológico da sensação térmica. Depois de permanecer alguns instantes à temperatura de 29° C, pode-se considerar que essa temperatura passa a ser o zero fisiológico para a mão direita. Isso também explica por que a água a 32° C passou a ser considerada quente quando a mão direita foi nela mergulhada. Explicação idêntica pode ser dada quanto à mão esquerda ao ser colocada na água morna. O pequeno aumento de temperatura provoca o estímulo dos termorreceptores para o calor e, por isso, a água foi percebida como quente.

Nessa experiência, demonstra-se que o que é chamado de quente e frio depende da temperatura de adaptação da pele (MUELLER, 1966). Com o estímulo inicial, os receptores desencadeiam uma resposta neurológica intensa. Porém, passado um certo tempo, o estímulo contínuo a uma mesma temperatura faz com que os receptores emitam descargas contínuas e de mesma frequência. Isto significa que houve uma adaptação à nova temperatura, que passou a ser considerada como a temperatura cutânea das mãos (GUYTON, 1999). Esse tipo de adaptação térmica ocorre quando a pele está exposta a um estímulo quente ou frio constante e demorado; o grande período de excitação dos termorreceptores causa a sua saturação e as mensagens neurológicas não são mais transmitidas para o sistema nervoso central, pois não há condução de estímulos nervosos (WOLSK, 1971).

É importante ressaltar que as impressões sensoriais dependem do contexto, ou seja, a resposta a certo estímulo pode tornar-se mais ou menos intensa, dependendo do ânimo, local, adaptação e cultura do indivíduo, o que torna a complexa questão filosófica da percepção e da cognição ainda mais interessante (CLARK, 1994).

Texto de: MATTOS, C.; DRUMOND, A. V. N. Sensação térmica: uma abordagem interdisciplinar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br>>. Acesso em: 03 ago.2017.

AULA 3 – Termômetro e Escalas Termométricas

Objetivos:

- Identificar grandezas termométricas, ou seja, grandezas que variam proporcionalmente com a temperatura.
- Reconhecer a necessidade de calibração ou graduação um termômetro para o registro de valores de temperatura de uma escala.
- Estabelecer relações entre diferentes escalas termométricas.
- Escala Kelvin: escala absoluta.
- Equações de conversão.

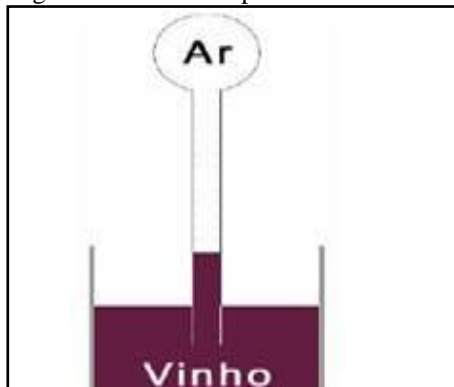
Metodologia: Texto de apoio e atividade experimental.

Texto de Apoio:

Termoscópios ou termômetros

Os primeiros termômetros surgiram na idade média e eram chamados de termoscópios.

Figura 17 - Termoscópio.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

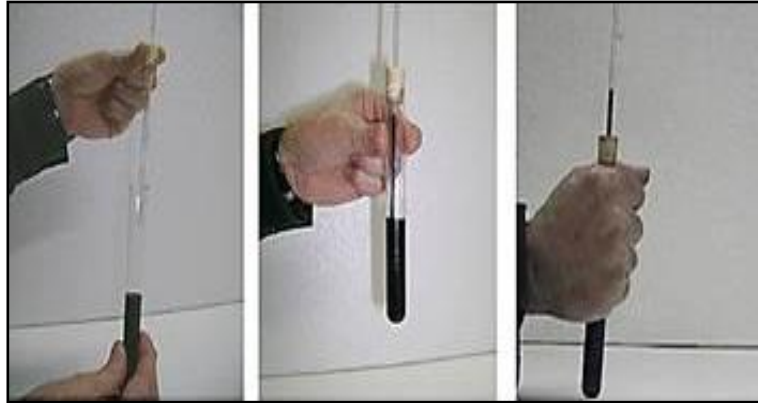
- Termoscópio de Florentino

A fama pela criação do primeiro desses instrumentos é atribuída ao físico italiano Galileu Galilei (1564-1642), que em 1592 idealizou um bulbo contendo um tubo longo com uma de suas extremidades mergulhada em água colorida (o vinho era muito utilizado). Um pouco do ar no tubo era expulso antes de colocar o líquido, o que fazia com que o líquido subisse no tubo. Quando a temperatura do ar contida no bulbo aumenta, a pressão do ar também aumenta e o nível do líquido sobe. Quando a temperatura do ar diminui, a pressão do ar diminui e o nível do líquido desce. Uma escala no tubo permitia que uma medida

quantitativa dessas flutuações fosse feita.

Termoscópio é qualquer instrumento que permita verificar se a temperatura está ou não variando. A Figura 18 mostra um termoscópio de álcool. Aquecendo o tubo com a mão, o ar contido nele também se aquece, aumentando a pressão e forçando o álcool a subir no tubo capilar (tubo mais fino).

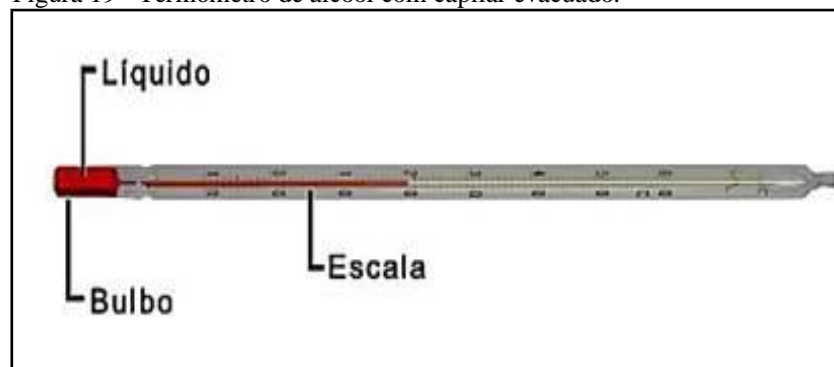
Figura 18 - A sequência de imagens mostra a variação da temperatura de um termoscópio de álcool.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Termômetro (Figura 19) é um instrumento destinado a medir a temperatura. Não passa de um termoscópio graduado em uma escala adequada. Ele consiste basicamente de um tubo capilar de vidro, fechado a vácuo, e um bulbo.

Figura 19 - Termômetro de álcool com capilar evacuado.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Dependendo da propriedade termométrica, da substância termométrica e da escala escolhida podemos imaginar diversos tipos de termômetros. O tipo mais utilizado diariamente usa o mercúrio como substância termométrica e o comprimento da coluna de mercúrio como propriedade termométrica.

Provocação 3- Por que não se usa a água como substância termométrica?

A água se mantém normalmente no estado líquido dentro de uma faixa de temperatura de 0° C a 100° C (pressão de 1 atm). Além disso, o comportamento da água entre 0° C e 4° C é anômalo (como veremos posteriormente): o comportamento da coluna diminui ao invés de aumentar. Outros líquidos podem ser usados, como álcool, benzeno, tolueno, etc, por exemplos.

A medida da temperatura corporal

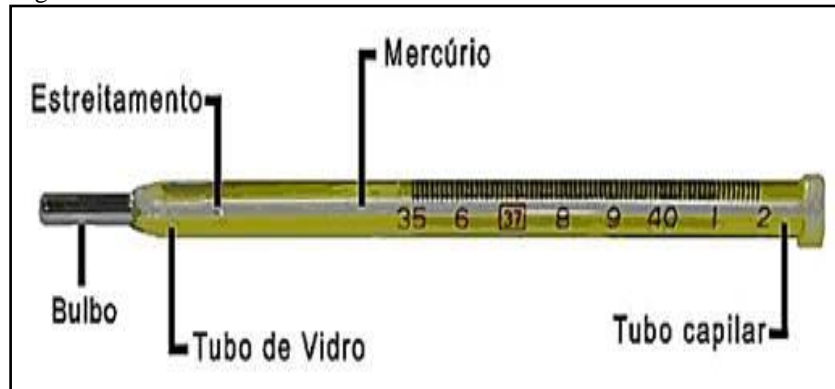
A avaliação da temperatura do corpo humano é muito importante, pois muitas doenças, como por exemplo, os resfriados, podem produzir um aumento da temperatura corporal. A febre é a elevação da temperatura do corpo acima dos valores normais para o indivíduo. São aceitas como indicadores de febre as temperaturas acima de 36,5° C. Há também situações de anormalidade em que a temperatura diminui abaixo de 35° C de modo não intencional, caracterizando uma hipotermia.

Os termômetros utilizados na medida da temperatura corporal são chamados termômetros clínicos (Figura 20). Atualmente, existem no mercado vários tipos desses termômetros, a maior parte digital. Entretanto, ainda é muito usado o termômetro clínico de mercúrio. Os termômetros clínicos de mercúrio apresentam junto ao bulbo, no início do tubo capilar, um estrangulamento que não impede a passagem do mercúrio quando a temperatura sobe, porém, quando a temperatura baixa, o mercúrio não pode passar para o bulbo, ficando indicada a temperatura máxima atingida. Portanto, trata-se de um termômetro de máxima. Para ser usado novamente, o termômetro deve ser sacudido para que o mercúrio volte para o bulbo.

Quando colocamos a extremidade do termômetro clínico em contato com o corpo, o líquido no interior do tubo capilar desloca-se de acordo com a temperatura do corpo. É importante notar que, após colocar o termômetro sob o braço, precisamos esperar alguns minutos. Esse tempo é necessário para que se estabeleça o equilíbrio térmico entre o corpo e o termômetro.

Assim, o termômetro vai indicar exatamente a temperatura do corpo. Para ler a temperatura, basta verificar onde a extremidade da coluna de mercúrio se encontra, utilizando a escala termométrica.

Figura 20 - Termômetro clínico.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Pontos fixos

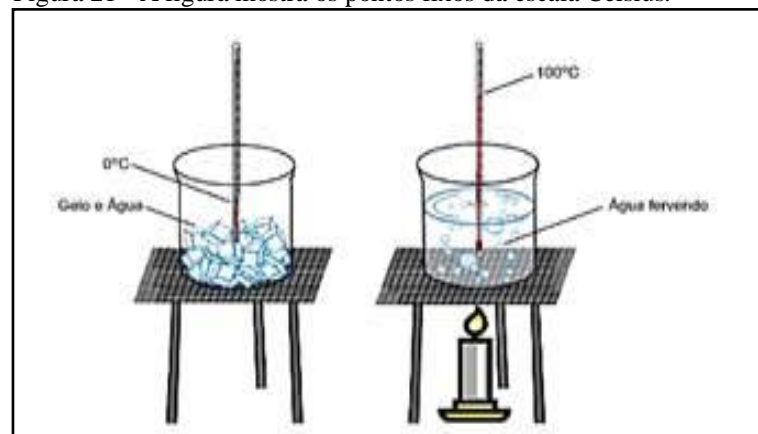
É possível mostrar que, sob certas condições, alguns fenômenos físicos sempre ocorrem à mesma temperatura, e que, durante o fenômeno, a temperatura permanece constante.

As temperaturas em que tais fenômenos acontecem são denominadas pontos fixos. Dois desses pontos fixos são particularmente importantes para o estudo da Termometria: o ponto de fusão do gelo e o ponto de ebulição da água.

Ponto de fusão do gelo, ou ponto de gelo, é a temperatura do gelo fundente (gelo e água em equilíbrio térmico) sob pressão normal.

Ponto de ebulição da água é a temperatura da água em ebulição sob pressão normal. A ebulição se caracteriza pela formação de bolhas de vapor no interior da massa líquida.

Figura 21 - A figura mostra os pontos fixos da escala Celsius.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Em 1724 Gabriel Fahrenheit (1686 - 1736) usou o mercúrio como líquido do termômetro. A expansão térmica do mercúrio é grande e uniforme. Ele não adere ao vidro e

permanece líquido em um grande intervalo de temperaturas (de -39°C até 357°C). Sua aparência metálica facilita a leitura.

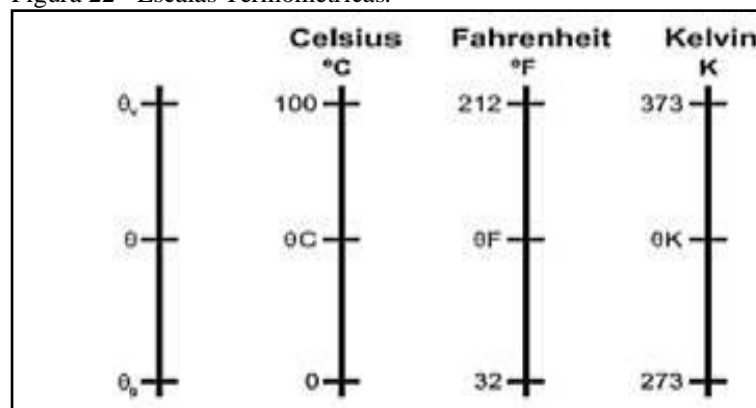
Escalas termométricas

Para definir uma escala termométrica precisamos:

- 1° - escolher dois pontos fixos;
- 2° - atribuir valores numéricos a esses pontos;
- 3° - selecionar uma grandeza termométrica;
- 4° - estabelecer que entre a grandeza termométrica escolhida e a temperatura existe uma correspondência qualquer.

As três escalas citadas estão, esquematicamente, representadas abaixo:

Figura 22 - Escalas Termométricas.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Por exemplo:

- 1° - escolhemos o ponto de gelo e o ponto de vapor como pontos fixos fundamentais;
- 2° - atribuímos o valor 0 (zero) ao ponto de gelo e o valor 100 (cem) ao ponto de vapor;
- 3° - escolhemos como grandeza termométrica o comprimento da coluna do mercúrio em um tubo fino de vidro;
- 4° - admitimos que a variação do comprimento da coluna de mercúrio é proporcional à variação de temperatura.

Escala Celsius

Para se conseguir que termômetros diferentes marquem a mesma temperatura, nas mesmas condições, é necessário se estabelecer um padrão comum para eles, ou seja, uma

escala termométrica. Na escala Celsius são escolhidas duas referências: uma é a temperatura de fusão do gelo e a outra é a da ebulição da água (na pressão de uma 1 atm).

Nessa escala, são atribuídos os valores 0 (zero) para o ponto de gelo e 100 (cem) para o ponto de vapor. Divide-se o intervalo entre os dois pontos fixos (denominado intervalo fundamental) em cem partes iguais. Cada uma dessas partes constitui a unidade da escala, denominada *grau Celsius* (símbolo °C). Portanto, o grau Celsius corresponde a um centésimo do intervalo fundamental.

Escala Fahrenheit

Outra escala, que ainda é usada em países de língua inglesa, é a escala Fahrenheit, em que o zero (0°F) foi escolhido para a temperatura de certo dia muito frio na Islândia e o cem (100°F) para a temperatura média corporal de uma pessoa.

Os valores atribuídos, nessa escala, para o ponto de gelo e o ponto de vapor são, respectivamente, 32 (trinta e dois) e 212 (duzentos e doze). O intervalo fundamental é dividido em 180 (cento e oitenta) partes iguais, cada uma das quais constitui o *grau Fahrenheit* (símbolo: °F). Assim, o grau Fahrenheit corresponde a 1/180 do intervalo fundamental.

Escala Absoluta Kelvin

Teoricamente, não existe nenhum limite superior de temperatura, isto é, não há um estado térmico que possa ser considerado mais quente que todos os demais.

No entanto, é possível demonstrar que existe um limite inferior de temperatura, ou seja, um estado térmico onde as moléculas apresentam a menor agitação térmica possível. A esse estado térmico dá-se o nome de *zero absoluto*, conforme citado anteriormente. Embora seja inatingível na prática, foi possível chegar, através de considerações teóricas e experimentais, à conclusão de que o zero absoluto corresponde, nas escalas relativas usuais, a $-273,15^{\circ}\text{C}$ usaremos o valor aproximado de -273°C e $-459,67^{\circ}\text{F}$.

Embora a criação das escalas absolutas envolva considerações mais complexas de Termodinâmica, nessa altura podemos definir escala absoluta como sendo qualquer escala termométrica que tenha origem no zero absoluto.

A cada escala relativa podemos fazer corresponder uma escala absoluta que possua a mesma unidade. À escala Fahrenheit corresponde a escala Rankine, cujo grau termométrico (°R) é igual ao grau Fahrenheit (°F). Não estudaremos por ser de pouca aplicação prática entre nós. A escala absoluta Kelvin, que tem origem no zero absoluto (-273°C , aproximadamente) e unidade denominada kelvin (símbolo: K), é igual ao grau Celsius.

Conversão de leituras de uma escala para outra

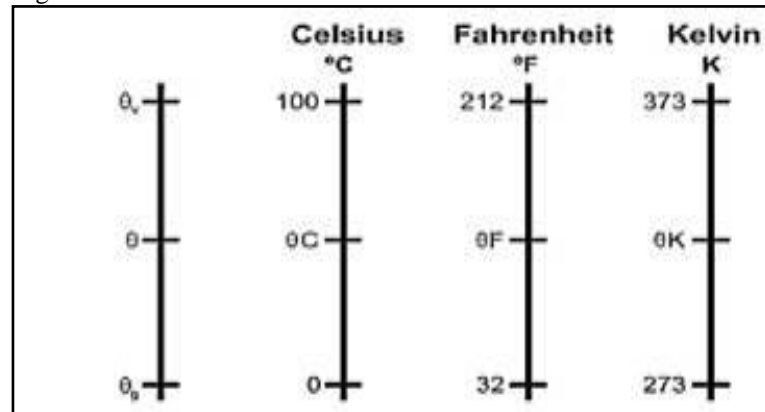
Coloquemos, em um mesmo ambiente, três termômetros: um Celsius, um Fahrenheit e outro Kelvin. Suponhamos que, no equilíbrio térmico, o Celsius forneça a leitura $^{\circ}\text{C}$, o Fahrenheit a leitura $^{\circ}\text{F}$ e o Kelvin a leitura K.

Estas diferentes leituras representam, em escalas diferentes, uma mesma temperatura: a temperatura do ambiente. Analogamente 0°C , 32°F e 273K representam uma mesma temperatura: o ponto de gelo.

Da mesma forma: 100°C , 212°F e 373K representam uma mesma temperatura: o ponto de vapor.

As três escalas citadas estão, esquematicamente, representadas abaixo:

Figura 23 - Três escalas termométricas.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Figura 24 - Intervalo de temperatura.

O intervalo de temperatura $\theta - \theta_0$ pode ser medido por $(\theta\text{C} - 0)^{\circ}\text{C}$, $(\theta\text{F} - 32)^{\circ}\text{F}$ ou $(\theta\text{K} - 273)$ K. Isto é:

$$(\theta\text{C} - 0)^{\circ}\text{C} = (\theta\text{F} - 32)^{\circ}\text{F} = (\theta\text{K} - 273)\text{K}.$$

Analogamente, para o intervalo de temperatura $\theta_1 - \theta_0$, teremos:

$$(100 - 0)^{\circ}\text{C} = (212 - 32)^{\circ}\text{F} = (373 - 273)\text{K}.$$

Dividindo ordenadamente:

$$\frac{\theta\text{C}}{100} = \frac{\theta\text{F} - 32}{180} = \frac{\theta\text{K} - 273}{100}$$

Simplificando:

$$\frac{\theta\text{C}}{5} = \frac{\theta\text{F} - 32}{9} = \frac{\theta\text{K} - 273}{5}$$

Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Escolhendo as igualdades convenientes podemos facilmente converter leituras de uma escala para outra.

Dada a sua importância, veremos, particularmente, a igualdade que permite converter uma leitura da escala Celsius para a escala Kelvin, ou vice-versa.

Basta usar:

$$\frac{C}{5} = \frac{K - 273}{5}$$

Portanto:

$$\theta C = \theta K - 273$$

$$\theta K = \theta C + 273$$

Vemos que basta somar 273 à leitura da escala Celsius para obter a leitura correspondente da escala Kelvin.

Escola	Fusão do gelo	Ebulição da água
Celsius	0°C	100°C
Fahrenheit	32°F	212°F
Kelvin	273K	373K

Material disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Atividade experimental 2 - Termômetro caseiro

TERMOMETRO CASEIRO

O termômetro 'caseiro' que construiremos apresentará inconveniente, no entanto, permitirá entender toda a técnica de construção de escalas termométricas, analisarem as escolhas dos pontos fixos, fazer medidas aproximadas de temperatura e poderá ser usado durante um dia inteiro.

a - Material: - 1 vidro de remédio ou um tubo de ensaio;

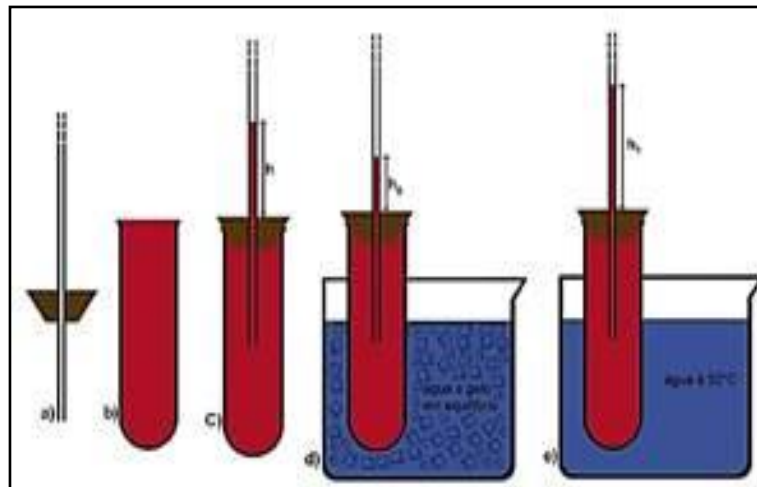
- 1 tubo de vidro ou tubo transparente rígido (caneta esferográfica);
- 1 régua;
- 1 rolha com furo central de diâmetro igual ao externo do tubo de vidro;
- 1 recipiente para colocar água;
- gelo picado; - 1 termômetro (-10 a 110°C); - 1 lamparina a álcool; - álcool;
- corante (tinta).

b - Procedimento

1. Introduza o tubo de vidro fino através do furo, tomando o cuidado que fique bem vedado (Figura 25-a);
2. Coloque no tubo de ensaio (vidro de remédio) álcool com corante (Figura 25-b);

3. Feche o tubo de ensaio com a rolha furada, tomando cuidado que não fique ar entre o álcool e a rolha (Figura 25-c);
4. Recorte a cartolina (do mesmo tamanho que a régua) e cole na régua;
5. Fixe a régua revestida no tubo;
6. Coloque o tubo imerso na mistura de água com gelo picado (Figura 25-d). Espere aproximadamente dois minutos e marque na cartolina o ponto correspondente à altura da coluna de líquido;
7. Coloque o tubo imerso na água à 50°C (Figura 25-e). Espere aproximadamente dois minutos e marque na cartolina o ponto correspondente à altura da coluna de líquido;
8. Agora você tem dados suficientes para construir uma escala para o seu termômetro, pois conhece dois de seus pares: $h_0 \implies 0^{\circ}\text{C}$ e $h_1 \implies 50^{\circ}\text{C}$. Meça a distância correspondente ao intervalo de 0°C a 50°C ($h_1 - h_0$) e calcule por “regra de três” a distância correspondente a 1°C . Com isso, você pode fazer marcas no tubo de 1 em 1°C , desde 0°C até 50°C .
9. Coloque o termômetro em contato com seu corpo. Ele deverá marcar aproximadamente 37°C .
10. Você poderia ter usado como ponto de referência para a calibração do termômetro a temperatura da água em ebulição (100°C ao nível do mar)? Por quê? Não, pois o ponto de ebulição do álcool é menor que 100°C .

Figura 25 - A figura mostra os passos iniciais para a montagem de um termômetro caseiro.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

A agitação térmica não pode ser medida de forma direta então se mede indiretamente, utilizando-se um termômetro, que ao permanecer algum tempo em contato com o corpo,

apresenta a mesma temperatura, isto é, o corpo e o termômetro entram em equilíbrio térmico. No termômetro, a cada grandeza termométrica, faz-se corresponder um valor da temperatura.

Um termômetro muito utilizado é o de mercúrio, no qual a grandeza termométrica é a altura (h) de uma coluna de mercúrio numa haste capilar ligada a um reservatório (bulbo) que contém mercúrio. A cada temperatura corresponde um valor para a altura da coluna. E a correspondência entre os valores da altura (h) e da temperatura (x) constitui a função termométrica.

Atividade disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Sugestão de Atividades Complementares:

Segue abaixo sugestões de atividades complementares em que se possam contextualizar os conceitos estudados.

- Câmera Termométrica e uso na medicina

Figura 26 - Câmera Termométrica.



Fonte: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>.

No youtube é possível encontrar vídeos de profissionais da saúde explicando o funcionamento de uma câmera termométrica e a importância do seu uso na medicina. A câmera termométrica é um equipamento com tecnologia de visão térmica. Além de permitir ver objetos em um ambiente escuro, os equipamentos mais sensíveis são capazes de medir variações mínimas de temperatura em um objeto a quilômetros de distância.

Como funciona a câmara termográfica?

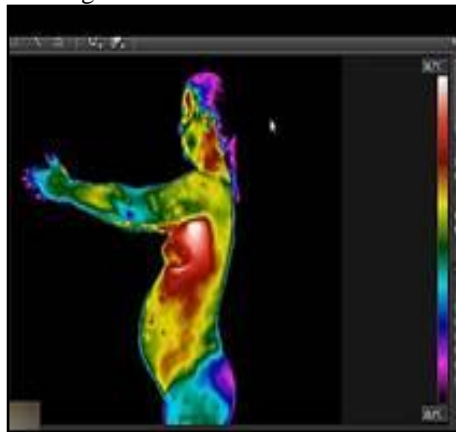
Segundo o Livro Física: ciência e tecnologia (2016, p.50), toda matéria irradia ondas eletromagnéticas na região do infravermelho do espectro. A intensidade dessa radiação

depende, entre outros fatores, da temperatura do objeto. Teoricamente, só um objeto que estivesse na temperatura do zero absoluto (0 kelvin ou - 273,15 graus Celsius) não as irradia. Nas câmeras termográficas, a radiação infravermelha atravessa um conjunto óptico (colimador), que focaliza sobre um sensor especial, que detecta a radiação incidente de modo semelhante ao sensor de uma câmera fotográfica. Alguns dos modernos sensores têm a superfície dividida em uma matriz com milhares de elementos detectores de radiação infravermelha. Cada elemento do sensor funciona como uma célula fotovoltaica microscópica, convertendo a radiação infravermelha em impulsos elétricos. Em cada elemento do sensor, uma carga elétrica proporcional à intensidade da radiação incidente é acumulada e medida pelo equipamento.

As cargas elétricas acumuladas em cada um dos elementos do sensor são convertidas em impulsos elétricos que, processados e combinados, dão origem à imagem em que as cores representam a distribuição de temperatura na superfície do objeto.

Sugestão de Vídeo: assistir a um vídeo no youtube com explicações de câmera termográfica. <<https://bit.ly/2o4YdfJ>>.

Figura 27 - Diagnóstico por Câmera Termográfica.

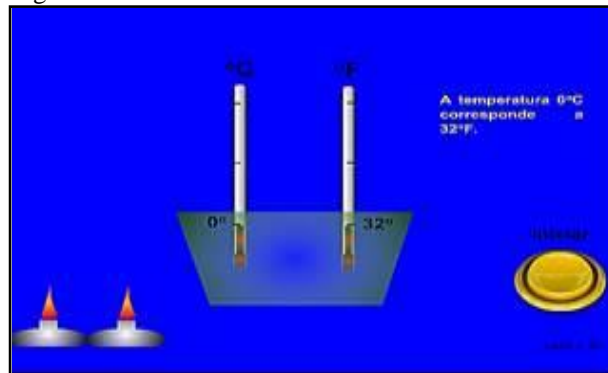


Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=AirAjNdc_7U>.

- Simulador Escalas Termométricas:

Na imagem abaixo, e através da simulação é possível visualizar e acompanhar o termômetro nas duas diferentes escalas, em Celsius e Fahrenheit, após a indução do calor da chama.

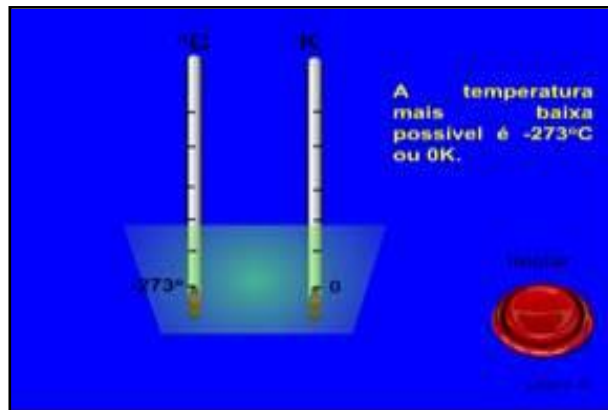
Figura 28 - Simulador de Escalas.



Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/simu.htm>>.

Na simulação abaixo é possível observar as temperaturas em Celsius e Kelvin.

Figura 29 - Simulação temperaturas em Celsius e Kelvin.



Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/simu.htm>>.

Aula 4: Dilatação Térmica

Objetivos: Compreender o conceito de dilatação térmica. Compreender os tipos de dilatações térmicas.

Metodologia: Texto de Apoio e uso de simulador.

Texto de apoio:

– DILATAÇÃO TÉRMICA

- Dilatação Linear
- Lâmina Bimetálica
- Dilatação Superficial
- Dilatação dos Gases
- Dilatação e velocidade dos átomos e/ou moléculas

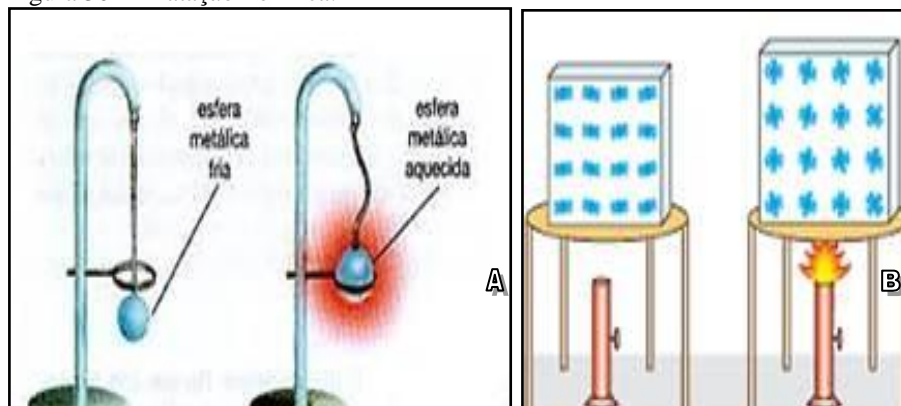
Quando aquecemos um corpo, as suas partículas passam a apresentar um aumento no grau de vibração. Com as partículas mais agitadas, ocorre um distanciamento maior entre elas.

A esse aumento na distância média entre as partículas de um corpo, devido ao aumento de temperatura, damos o nome de dilatação térmica.

No comportamento térmico dos sólidos, as moléculas se dispõem de maneira regular e entre elas agem forças intensas de coesão. As moléculas não permanecem em repouso, mas o seu movimento é muito limitado, havendo apenas uma vibração em torno de certas posições.

À medida que se aumenta a temperatura de um sólido, a amplitude das vibrações moleculares aumenta e como consequência as distâncias médias entre as moléculas se tornam maiores. Por fim aumentam as dimensões do corpo sólido, a esse fenômeno, denomina-se dilatação térmica.

Figura 30 - Dilatação Térmica.



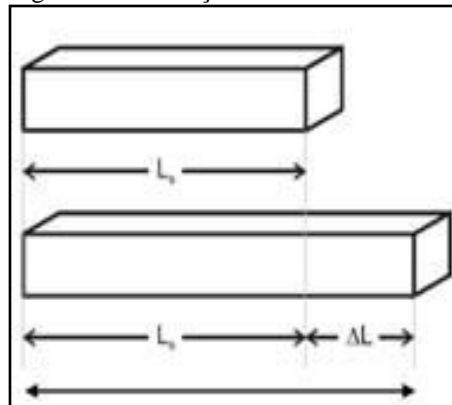
Fonte: Figura A <http://www.sobiologia.com.br/figuras/oitava_serie/calor.jpg> e Figura B <<http://interna.coceducacao.com.br/ebook/content/pictures/2002-41-123-25-i001.gif>>.

A) Dilatação térmica Linear

Quando estivermos trabalhando com corpos cujo comprimento é muito mais evidente que seu volume, diremos que sua dilatação é linear.

Imagine uma barra que possua uma temperatura T_0 , um comprimento L_0 . Ao aquecermos esta barra até uma temperatura T , o seu comprimento passa a ser L . Veja a figura 31.

Figura 31 - Dilatação térmica linear.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tap/f/v20n5_marques_araujo.pdf>.

A barra sofreu uma dilatação por causa da variação da temperatura.

$$\Delta L = L - L_0$$

São três os fatores que influenciam nesta dilatação:

- I – O valor do comprimento inicial da barra. Quanto maior for o comprimento inicial L_0 , maior será a dilatação verificada pela barra.
- II – O material da barra. Para medir a dilatação de certo material, usaremos uma grandeza chamada coeficiente de dilatação linear.
- III – A variação de temperatura. Quanto maior a variação da temperatura, maior será a dilatação da barra.

DILATAÇÃO LINEAR COM USO DE SIMULADOR

Figura 32 - Simulador dilatação linear.



Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm>>.

A equação matemática que permite o cálculo da dilatação linear:

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

A unidade do coeficiente de dilatação linear é o inverso da unidade de temperatura.

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T} \Rightarrow [\alpha] = \frac{[\Delta L]}{[L_0] \cdot [\Delta T]} = \frac{1}{[\Delta T]} = [\Delta T]^{-1}$$

É utilizado com maior frequência, o °C⁻¹.

Em alguns exercícios, é pedido o valor do comprimento final da barra. Para encontrá-lo, podemos utilizar as equações:

$$\Delta L = L - L_0$$

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

Aonde, a combinação destas duas equações chega-se a seguinte expressão:

$$L = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Figura 33 - Tabela de coeficiente de dilatação.

Substância	Coefficiente (°C ⁻¹)
Ferro	12. 10 ⁻⁶
Aço	12. 10 ⁻⁶
Alumínio	24. 10 ⁻⁶
Cobre	17. 10 ⁻⁶
Chumbo	29. 10 ⁻⁶
Mercúrio	41. 10 ⁻⁶
Concreto	12. 10 ⁻⁶
Vidro	9. 10 ⁻⁶
Prata	19. 10 ⁻⁶

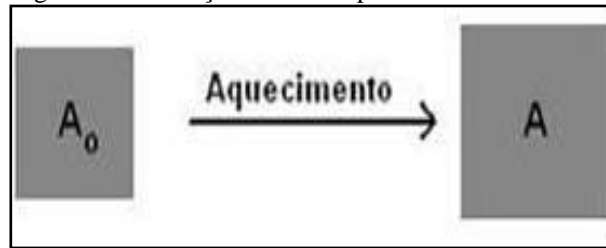
Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tap/f/v20n5_marques_araujo.pdf>. (Adaptado).

B) Dilatação térmica superficial

Ocorre se duas dimensões (o comprimento e a largura) apresentam alterações consideráveis quando o corpo é submetido a variações de temperatura.

A Figura 34 a seguir mostra uma placa que, a uma temperatura inicial T₀, possui uma área A₀. Quando esta placa é aquecida a uma temperatura T, a sua área passa a ser A.

Figura 34 - Dilatação térmica superficial.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

A dilatação superficial pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

Observações:

I – A unidade do coeficiente de dilatação superficial é, também, o inverso da unidade de temperatura.

II) – Como a dilatação é, em duas dimensões, o coeficiente de dilatação superficial é o dobro do valor do coeficiente de dilatação linear para uma mesma substância.

$$\beta = 2 \cdot \alpha$$

III – O valor final da área da chapa pode ser calculado com a expressão:

$$A = A_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

IV – Dilatação de furos

Ao aquecer uma chapa furada, observamos que o furo também se dilata. E a magnitude da dilatação indica que o furo se comporta como se fosse feito do mesmo material que o rodeia.

Figura 35 - Dilatação de furos.



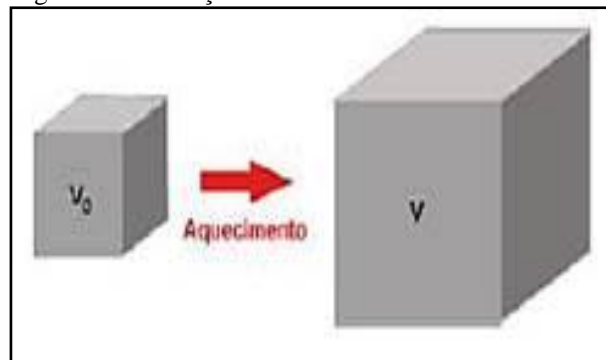
Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

O conhecimento de proporcionalidade β é uma característica do material que constitui a placa, denominada de coeficiente de dilatação térmica superficial do material.

C) Dilatação térmica volumétrica

Ocorre quando todas as dimensões do sólido sofrem dilatações mensuráveis após o aquecimento. A expressão matemática da dilatação volumétrica é análoga às anteriores.

Figura 36 - Dilatação térmica volumétrica.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

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

O valor do coeficiente de dilatação volumétrico de uma substância é o triplo do coeficiente de dilatação linear α .

$$\gamma = 3\alpha$$

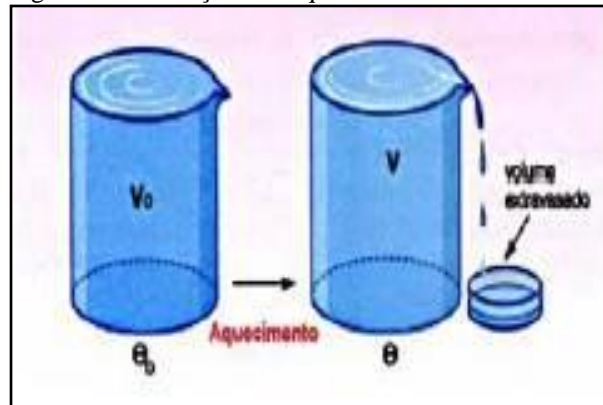
Para o cálculo do volume final de um corpo, devemos utilizar:

$$V = V_0(1 + \gamma \Delta T)$$

D) Dilatação dos líquidos

Os líquidos ocupam um volume delimitado pelo frasco que os contém. Portanto, sua dilatação vai ser sempre volumétrica. Mas como também o frasco sempre se dilata, estamos diante de três dilatações volumétricas simultâneas: a real do líquido, a do frasco e a aparente.

Figura 37 - Dilatação dos líquidos.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

Quando aquecemos igualmente o conjunto (Recipiente e Líquido), a dilatação do líquido será maior que a do recipiente e, portanto, parte do líquido irá transbordar.

A dilatação real do líquido é dada pela soma da dilatação aparente do líquido (volume que foi extravasado) e da dilatação volumétrica sofrida pelo recipiente.

$$\Delta V_{\text{Real}} = \Delta V_{\text{aparente}} + \Delta V_{\text{recipiente}}$$

$$\gamma_{\text{Real}} = \gamma_{\text{aparente}} + \gamma_{\text{recipiente}}$$

Observação:

Sempre que partimos de uma situação inicial onde o líquido e o recipiente possuem o mesmo volume, a dilatação aparente será a quantidade de líquido transbordada. Porém, se o volume inicial do líquido for menor que o do recipiente, a dilatação aparente pode ser nula ou negativa.

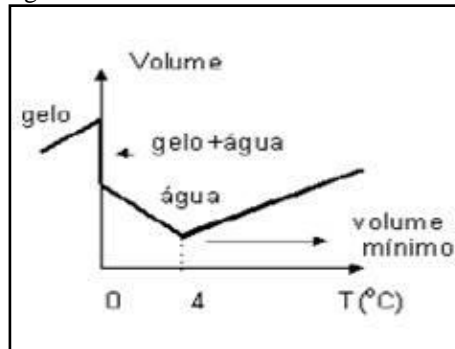
E) Comportamento anômalo da água

Afirmamos que quando um corpo é aquecido irá apresentar um aumento em suas dimensões, mas existe uma exceção a esta regra que é a água.

No intervalo de temperatura de 0° C a 4° C, a água se comporta de maneira oposta ao que foi dito até agora:

- I – Quando Aquecemos a água, de 0° C a 4° C, seu volume diminui.
- II – Quando resfriamos a água, de 0° C a 4° C, seu volume aumenta.
- III – Quando a água sofre solidificação a 0° C, o seu volume aumenta.

Figura 38 - Comportamento anômalo da água.



Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>.

A consequência mais importante do fenômeno é a preservação da vida subaquática em rios e lagos no inverno. Pense em um lago ou rio em uma região muito fria, no inverno, a temperatura ambiente é muito baixa o que provoca uma diminuição da temperatura da água. Quando a superfície da água atinge 4° C, o seu volume é o menor possível e, por consequência, a sua densidade é maior, então esta se desloca para o fundo.

O congelamento do lago ou rio vai ocorrer da superfície para o fundo. Quando a água começa a solidificar, o gelo produzido possui uma densidade menor que da água líquida, ficando na superfície. Como o gelo é um isolante térmico ele irá diminuir consideravelmente as trocas de calor entre a água e o meio ambiente.

Fonte: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>. (Adaptado).

Atividades Complementares - Uso de Simuladores para a observação das dilatações.

Dilatação Bimetálica conforme Figura 39.

Figura 39 - Dilatação Bimetálica.



Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/dilata.htm>>.

Aula 5 – Equilíbrio Térmico

Objetivos: Compreender calor e variação de temperatura; Calor sensível e calor latente; Capacidade térmica e calor específico; Trocas de calor.

Metodologia: Aula experimental simulada.

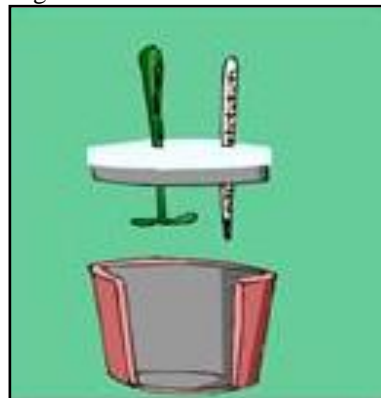
Atividade experimental 3:

Introdução

Um Calorímetro é um instrumento utilizado para medir a quantidade de calor, absorvida ou cedida por uma substância. No cotidiano, ouvimos falar muito no termo caloria, relacionado aos alimentos, nas embalagens estão contidos os valores em calorias dos alimentos, que servem de parâmetro para controlar a quantidade de alimento que ingerimos durante o dia. Para determinar a quantidade de calorias que um alimento pode produzir, os cientistas utilizam um calorímetro.

Podemos medir facilmente a temperatura de um corpo utilizando um termômetro, apenas colocando em contato com a substância, mas como medir a quantidade de calor absorvida ou cedida por uma substância? Essa tarefa é realizada utilizando-se um calorímetro. Ele é constituído basicamente por um recipiente isolado termicamente, um termômetro e um agitador.

Figura 40 - Calorímetro.



Fonte: Imagem retirada da simulação “faça você mesmo o seu experimento”

Um bom calorímetro mantém o ambiente isolado termicamente, normalmente usa-se isopor para evitar trocas de calor entre a substância dentro do calorímetro e o ambiente. Para calcular a quantidade de calor de uma substância com o calorímetro, utilizamos a equação fundamental de calorimetria:

$$Q = m.c.(T_f - T_i)$$

Na equação, Q é a quantidade de calor, “m” é a massa da substância “c” é o calor específico da substancia, T_f é a temperatura final e T_i a temperatura inicial.

Com o termômetro determinamos a temperatura inicial e a temperatura final, a massa através de um dinamômetro ou balança. Mas precisamos de outra variável, o calor específico da substancia. O calor específico de uma substancia também é chamado de capacidade térmica, ele define qual a quantidade de calor necessária, para elevar em 1 grau Celsius a temperatura de um grama de substancia. Abaixo temos uma tabela com calores específicos de várias substâncias:

Figura 41 - Valores calor específico de alguns materiais.

Substância	Calor Especifico (cal/g.°C)
água	1,0
álcool	0,6
alumínio	0,22
ar	0,24
carbono	0,12
chumbo	0,031
cobre	0,093
ferro	0,11
gelo	0,5
hélio	1,25

Fonte: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=958>>.

Algumas substâncias são “aquecidas”, absorvem calor com mais facilidade que outras, percebemos isso, por exemplo, na praia, a areia absorve calor com mais facilidade que a água, seu calor específico é menor e precisa de uma quantidade de calor menor do que a água para elevar sua temperatura.

Atividade no laboratório de informática

Para a compreensão e visualização desse fenômeno, vamos utilizar um objeto de aprendizagem que permite utilizar um laboratório virtual, chamado “Faça você mesmo o seu experimento” que dispõe de um calorímetro e de algumas substâncias. Objetivo é descobrir a temperatura de equilíbrio térmico entre as substancias. Na simulação podemos escolher metais diferentes para realizar a experiência, mas no cotidiano encontramos exemplos de

equilíbrio térmico, como por exemplo, quando adicionamos leite ao café, o café supondo que o café está numa temperatura muito acima do leite, quando realizamos a mistura, a temperatura de equilíbrio será maior que a do leite, e menor que a do café, essa experiência pode ser realizada em casa, medindo com um termômetro.

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/img/ico_ani_macao.gif/>. Faça você mesmo o seu experimento

Figura 42 - Simulador experiência calorímetro.



Fonte: Imagem retirada da simulação “faça você mesmo o seu experimento”.

Atividades

Atividade 1 - Para realizar a experiência, peça para as alunas escolherem três substâncias diferentes e arrastarem para dentro do calorímetro. O calor específico da substância é dado, as alunas devem escolher uma temperatura inicial e massa para cada material inserido no recipiente.

Figura 43 - Temperatura Equilíbrio Térmico.



Fonte: Imagem retirada da simulação “faça você mesmo o seu experimento”.

Peça as alunas que utilizem a equação fundamental da calorimetria para encontrar o valor da temperatura de equilíbrio térmico.

Figura 44 - Equação fundamental da calorimetria.

Lembre que: $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$

$$Q = m \cdot c (\theta_f - \theta_i)$$

Onde:
 Q = quantidade de calor (cal)
 m = massa do corpo (g)
 c = calor específico (cal/g°C)
 θ_i = temperatura inicial do corpo (°C)
 θ_f = temperatura final do corpo (°C)

Fonte: Imagem retirada da simulação “faça você mesmo o seu experimento”.

Aula disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=958>>.

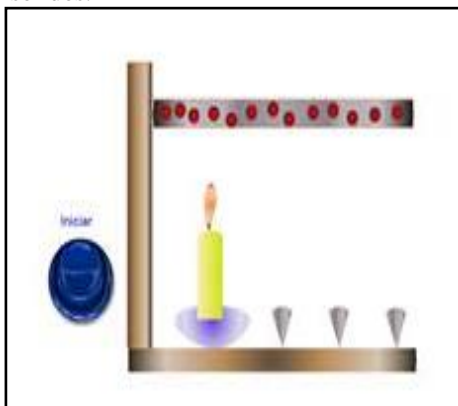
Aula 6 – Formas de Propagação do Calor

Objetivos: Conhecer e compreender as formas de propagação do Calor.

Metodologia: Aula expositiva e uso de simulador para demonstrar as formas de propagação.

Atividade 1 – Simulador de Condução nos sólidos.

Figura 45 - Simulador Condução nos sólidos.



Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/conducao1.htm>>.

Atividade 2 – Simulador de Convecção nos fluidos

Figura 46 - Demonstração Convecção nos fluídos.



Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/convecao.htm>>.

Atividade 3 – Texto de Apoio:

RADIAÇÃO: COR E TEMPERATURA



Todas as substâncias com temperatura acima do zero absoluto ou -273°C emitem radiação com frequência proporcional à temperatura absoluta do emissor. Por exemplo, a Terra emite energia radiante com frequência menor do que a emitida pelo Sol, que possui temperatura muito mais alta.

O Sol emite radiação devido às reações nucleares em seu interior e essa energia chega até a Terra com frequências na faixa do espectro visível, do ultravioleta e do infravermelho.

A radiação infravermelha é também chamada de radiação térmica, pois em contato com nossa pele, por exemplo, produz a sensação de calor, assim como carvão em brasa e o filamento de uma lâmpada produzem.

A Terra também emite radiação na faixa do infravermelho e, geralmente, é chamada de radiação terrestre.

Corpos a temperatura muito elevadas, como a lava de um vulcão, emitem luz vermelha intensa que passa por um vermelho mais fraco, por um alaranjado e vai até o branco conforme a temperatura se eleva. Em uma vela, por exemplo, as cores vão do branco, passando pelo azul, amarelo, laranja até um castanho, do centro para a periferia da chama.

Vejamos na tabela a seguir algumas cores emitidas em certas temperaturas.

temperatura (°C)	Cor	frequência (Hz)	comprimento de onda (m)
~1100	vermelho	$3,89 \times 10^{14}$	$\sim 768 \times 10^{-9}$
~2200	Laranja	$4,57 \times 10^{14}$	$\sim 656 \times 10^{-9}$
~3400	amarelo	$5,09 \times 10^{14}$	$\sim 589 \times 10^{-9}$
acima de 10000	Branco	n infinito	n infinito

Dentro de uma certa faixa de temperatura pode ocorrer a predominância da emissão de uma cor, porém outras cores podem estar sendo emitidas em menor proporção.

Nosso olho detecta comprimentos de onda na faixa do visível e a cor que enxergamos nos objetos, em geral, é uma mistura de alguns desses comprimentos de onda. O branco, por exemplo, é uma mistura de todos eles.

Podemos fazer uma simulação para observar a cor da radiação emitida por um **corpo negro** conforme a temperatura.

No quadro da simulação aparecem, do lado esquerdo, três círculos com as chamadas “cores primárias de luz”: vermelho, verde e azul, que correspondem as três regiões básicas do espectro da luz visível. No círculo maior (Appearance), podemos visualizar a cor da radiação, conforme a temperatura e, abaixo dele, o valor da temperatura na escala kelvin.

O gráfico, no lado direito, possui, no eixo das ordenadas (eixo y), a densidade de energia da radiação e, no eixo das abcissas (eixo x), o comprimento de onda correspondente o que permite fazer uma análise do espectro da radiação emitida.

Na parte inferior tem um cursor onde podemos variar o valor da temperatura com o *mouse*, e um quadro onde podemos digitar um valor diretamente.

Siga o seguinte roteiro:

- coloque no quadro de temperatura o valor 1500, tecla “enter”;
- analise o gráfico do espectro da radiação;
- verifique o valor do comprimento de onda para a intensidade máxima da densidade de energia, clicando no pico da curva espectral;
- verifique a cor correspondente no círculo Appearance;
- clique no botão “2000 kelvin”;
- compare a cor e o gráfico com o valor de 1500K;
- quais as diferenças que percebes?
- utilize o cursor até atingir o valor de 4000K;
- analise o gráfico do espectro da radiação;

- verifique a cor correspondente no círculo Appearance;
- clique no botão “5000 kelvin”;
- compare a cor e o gráfico com o valor de 4000K;
- quais as diferenças no espectro e na cor nesta variação de temperatura de 1000K?
- clique no botão “temperatura do Sol”;
- analise o gráfico do espectro da radiação;
- verifique o valor do comprimento de onda para a intensidade máxima da densidade de energia, clicando no pico da curva espectral;
- verifique a cor correspondente no círculo Appearance;
- compare estes resultados com o valor de 1473K que é o valor mínimo da temperatura do filamento de uma lâmpada incandescente comum.

Atividade disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/simu.htm> <https://goo.gl/PNfLTL>>.

2.2.3 Aulas da disciplina de Biologia

Aula 2 – Organização do conhecimento – Conhecendo Órgão do sentido: Tato – sensação, transferência de calor.

Objetivo: Observar e perceber o calor e o frio. Relacionar com os terminais e receptores da pele para estimular a pesquisa e entender o funcionamento dos nossos sentidos.

Metodologia: Aula prática e atividades.

Para a realização dessa aula, será realizado o seguinte experimento:

Atividade Experimental 1: RECEPTORES TÉRMICOS:

- Materiais Necessários: recipientes grandes para que possam introduzir a mão; Água gelada e água em temperatura ambiente; Termômetro; Cronômetro;

- Montagem do experimento:

1º) Coloque uma mão num recipiente de água gelada e depois de certo tempo, ocorrerá adaptação.

2º) Em seguida, coloque as duas mãos em um recipiente de água cuja temperatura seja

ambiente (25° C).

3º) Questionar: com esta experiência o que perceberam?

Fatos a serem observados:

Curiosamente, sentiram calor na mão que estava na água gelada e frio na que foi molhada pela primeira vez! Por quê?

Resposta:

Esse fenômeno se deve às propriedades dos receptores térmicos:

a) há dois tipos de receptores: receptores de calor e receptores de frio, ambas são terminações livres.

b) detectam variações de centésimos de graus Celsius

c) há mais receptores de frio do que de calor.

Fonte: Professora de Biologia, 2017.

Atividade Experimental 2: Força e pressão



Diariamente as pessoas tocam objetos com superfícies lisas, rugosas, pontiagudas, o que provoca sensações diferenciadas. Para entender esse fenômeno, particularmente dois conceitos são bem representativos:

força e pressão.

Atividade - Conceitos: força e pressão

Materiais: prego, paquímetro.

Procedimento:

a) Colocar um prego, ou um parafuso, com uma extremidade pontuda e outra chata, entre os dedos polegar e indicador e fazer força sobre o mesmo. Descrever a sensação percebida em cada dedo;

b) A força exercida em cada uma das extremidades do prego (ou parafuso) é a mesma?

c) Medir o diâmetro das duas áreas: $D1 = \dots\dots\dots$ cm; $D2 = \dots\dots\dots$ cm;

d) Determinar os raios: $r1 = \dots\dots\dots$ cm; $r2 = \dots\dots\dots$ cm;

e) Calcular as áreas: $A1 = \dots\dots\dots$ cm²; $A2 = \dots\dots\dots$ cm².

f) Considerando que a força exercida sobre cada uma das áreas foi a mesma e as

diferenças obtidas no cálculo das duas áreas, em qual delas a pressão é maior?

g) Considerando a força de 2N, determinar as pressões $p_1 = \dots\dots\dots \text{N/cm}^2$; $p_2 = \dots\dots\dots \text{N/cm}^2$.

h) Diante das sensações percebidas com o prego pressionado entre os dedos, e da diferença de pressão ($\Delta p = \dots\dots\dots$), pensar na pressão da onda na audição:

- Pensar nas diferenças de pressão com base na diferença de área entre a membrana timpânica e a janela oval. Expressar seu entendimento.



Atividade disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/gipec/situacaodeestudo/se%20ser%20humano/sentido%20do%20tato.html>>.

Atividade experimental 3: Conceitos: terminais nervosos, dor (sensação)

Qual a finalidade da dor? Por que ocorre a dor?

Materiais: caneta, compasso e palito dental.

Procedimento:

a) Desenhar nas costas da mão do colega um quadrado de 2,5 cm de lado. Com a ponta da caneta, tocar e fazer pressões diferenciadas em regiões do corpo em cada ponto imaginário dentro do quadrado. Anotar as sensações percebidas.

b) Pegar um compasso e verificar se suas extremidades são bem pontudas e se, com o compasso fechado, ficam na mesma altura (se necessário, amarrar em sua(s) haste(s) um palito dental, de modo que a ponta sobressai a haste).

c) Abrir o compasso, afastando 6cm uma ponta da outra. Colocar, delicadamente, as duas pontas nas costas da mão de um colega, que deverá estar com os olhos vendados para não enxergar o que está sendo feito. Ele deverá dizer se está sentindo uma ou duas picadas. Se não tiver certeza, repetir o procedimento anterior mudando ligeiramente o local de colocação das pontas. Registrar o que sentiu;

d) Repetir o experimento, aproximando mais as pontas dos palitos. Anotar o que seu colega sentiu (se uma ou duas picadas);

e) Continuar aproximando as pontas, até que o seu colega tenha a sensação de sentir somente uma picada.

Obs.: Esta experiência pode ser realizada utilizando outras regiões do corpo: na palma das mãos, ponta dos dedos, pulso, ombros, braço, costas.

Atividade disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/gipec/situacaodeestudo/se%20ser%20humano/sentido%20do%20tato.html>>.

Atividades Complementares 1:

Nas regiões da pele providas ou não de pelo, existem terminais ou receptores. Pesquise e conceitue cada um deles.

Construir uma tabela dos receptores de superfície e sensações percebidas:

Tabela 2 - Receptores de superfície e sensações percebidas.

RECEPTORES DE SUPERFÍCIE	SENSAÇÃO PERCEBIDA
Receptores de Krause	Frio
Receptores de Ruffini	Calor
Discos de Merkel	Tato e pressão
Receptores de Vater-Pacini	Pressão
Receptores de Meissner	Tato
Terminações nervosas livres	Principalmente dor

Fonte: Professora de Biologia, 2017.

Conforme as terminações e receptores encontrados que percebem sensações de frio e calor pesquise a doença relacionada a não sentir estas sensações e quais as causas.

Aula 3 – O nosso corpo funciona como termorregulador

Objetivos: Conhecer o nosso corpo como termorregulador.

Metodologia: Aula prática.

Atividade Experimental 4 - Corpo como termorregulador:

- Materiais Necessários: Cronômetro;

- Orientação da atividade:

1º) Fazer uma atividade de alongamento;

2º) Em seguida, caminhada pelo espaço escolar e apressar o passo correndo.

3º) Questionar: com esta experiência o que perceberam?

Fatos a serem observados:

Curiosamente, sentiram calor, como estão neste momento de descanso, o corpo como

esta, qual a diferença que perceberam. Por quê?

Resposta:

Ganho de Calor:

A produção de calor é um dos principais subprodutos do metabolismo. Alguns fatores que determinam a taxa de produção de calor são:

*valor basal do metabolismo de todas as células do organismo.

*aumento do metabolismo causado por atividade muscular.

*aumento do metabolismo decorrente do efeito da tiroxina sobre as células.

*aumento do metabolismo causado pelo efeito da epinefrina, norepinefrina e estimulação simpática sobre as células.

*aumento do metabolismo em decorrência da maior atividade química nas células.

Fonte: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=21378>>.

Atividade de pesquisa sobre: o nosso corpo sendo termorregulador responsável por equilibrar a nossa temperatura, quais os efeitos de nosso corpo receber excessivo calor ou frio? Quais hormônios estão envolvidos na perda e ganho de calor?

Aula 4 – Efeitos da Temperatura no Corpo Humano

Objetivos: Trabalhar os Efeitos da temperatura no Corpo Humano.

Metodologia: Texto de apoio e aula expositiva.

Dois efeitos podem ocorrer no corpo humano se sua temperatura não estiver na faixa normal de operação que é de 36,5° C:

*Hipertermia

*Hipotermia

Hipertermia é a elevação da temperatura do corpo, relacionada à incapacidade do corpo de promover a perda de calor para o ambiente em que se encontra ou, ainda, reduzir a produção de calor. Este aumento pode ser causado tanto por elementos externos, como exposição ao Sol, exposição por longo tempo a fornos ou locais de grande temperatura, como também, podem ser causados reação do organismo, frente a alguma doença ou proteção.

Enquanto a febre é um deslocamento do ponto de regulação para cima, a hipertermia resulta de sobrecarga dos mecanismos termorreguladores do corpo. Temperatura humana

normal está próxima aos 36,5° C. A partir de 37,5° C até 40° C não há riscos graves. Mas, se a temperatura passar dos 41° C (o que é muito raro acontecer no ser humano) - sendo ativada como mecanismo de defesa contra processos infecciosos, inflamatórios e de intoxicação - pode provocar convulsões. Se exceder 43° C pode levar o indivíduo ao hospital e, em casos extremos, à morte, devido à destruição parcial da estrutura das proteínas.

Hipotermia é definida quando a temperatura central do corpo humano cai abaixo de 35° C. Vale dizer que essa temperatura central, em condições normais, é similar ao valor medido na axila. A hipotermia pode ser atingida rapidamente, por exemplo, na imersão em água gelada ou no contato direto com neve e gelo, ou lentamente, quando da exposição do atleta a temperaturas ambientais frias, se agravando muito quando há vento, umidade ou chuva.

Quando as terminações nervosas detectam uma queda na temperatura, além da sensação subjetiva de frio e arrepios, surge uma vasoconstrição (diminuição do calibre) dos vasos sanguíneos principalmente da pele. Por isso a pele fica fria. Essa é a resposta inicial do corpo, no sentido de diminuir a perda de calor, mantendo a temperatura corporal interna. Quando essa vasoconstrição não é eficiente para evitar a queda da temperatura, surgem os tremores. Os tremores são contrações involuntárias dos músculos esqueléticos, contração essa que gera calor. Se a exposição ao frio ambiental é prolongada, os tremores diminuem ou cessam, surgem alterações mentais e diminui a performance motora.

Progressivamente há um colapso do mecanismo termorregulador, inclusive com vasodilatação na pele e conseqüente perda de calor para o exterior. Assim, fecha-se um ciclo vicioso e o atleta começa a diminuir seu nível de consciência (fica prostrado, sonolento, torporoso), as funções vitais se alteram (principalmente frequência cardíaca, respiratória e pressão arterial), até a morte. No decorrer desses eventos, podem surgir lesões pelo frio, principalmente nas extremidades (mãos, pés, nariz, orelha e lábios), das quais a mais grave é o congelamento.

*Leve (35 a 33° C): sensação de frio, tremor, diminuição da atividade motora (letargia ou prostração), espasmos musculares. A pele fica fria, as extremidades (ponta dos dedos, lábios, nariz, orelhas) mostram tonalidade cinzenta ou cianótica (levemente arroxeadas). A vítima mostra sinais de confusão mental. Nessa fase, o diagnóstico de hipotermia muitas vezes nem é lembrado, pois o quadro pode sugerir uma exaustão física ou um distúrbio hidroeletrolítico (desequilíbrio envolvendo hidratação e “sais minerais”).

*Moderada (33 a 30° C): os tremores tendem a ir desaparecendo. O atleta começa a ficar muito prostrado, sonolento, quase inconsciente. Há mudança do humor (irritabilidade, agressividade, depressão). Algumas vezes pode ocorrer inclusive euforia e perda da autocrítica. Tudo isso confunde quem examina pois pode parecer que o atleta “deu uma melhorada”, mas na realidade está piorando gravemente. Fica desorientado, com rigidez muscular, alterações da fala e da memória. A frequência cardíaca fica mais lenta ou irregular.

*Grave (menos de 30° C): a pessoa fica inconsciente e imóvel. As pupilas tendem a dilatar e a frequência cardíaca e respiratória são quase imperceptíveis. A manipulação do atleta deve ser muito delicada, pois do contrário, podem ser desencadeadas arritmias cardíacas graves. Se não for controlada a situação, a morte é inevitável. Detalhe: a vítima em hipotermia grave tem uma depressão tão importante da consciência, da respiração e dos batimentos cardíacos que pode parecer estar morta. Tanto assim que é importante reaquecer o paciente.

Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/efeitos_temp.htm>.

Aula 5 – Investigando a relação entre a função dos dentes e a ação das enzimas

Objetivos: Explicar fenômenos ou processos biológicos relacionados ao sistema digestório humano. Investigar a relação entre a função dos dentes e a ação das enzimas por meio de experimento prático.

Metodologia: Atividade prática para retomar os conceitos relacionados ao processo da digestão.

Atividade experimental 5

1) Providencie, com antecedência, os materiais, caso a aula seja no Laboratório de Biologia e/ou de Ciências. A lista de material é para apenas um grupo.

- 4 tubos de ensaio médio com tampas;
- suco de abacaxi fresco;
- água;
- 1 clara de ovo cozida;
- 1 tesoura sem ponta;
- 1 placa de petri;

etiquetas;
canetinhas.

2) Prepara um roteiro com os procedimentos e questionamentos acerca do experimento.

- Sugestão de roteiro:

MATERIAL:

4 tubos de ensaio médio com tampas;
suco de abacaxi fresco;
água;
1 clara de ovo cozida;
1 tesoura sem ponta;
1 placa de petri;
etiquetas;
canetinhas.

PROCEDIMENTOS:

- 1- Despeje suco de abacaxi em dois tubos de ensaio, até a metade.
- 2- O terceiro e o quarto serão os controles, para isso, coloque água, também até a metade a metade.
- 3- Com a tesoura sem ponta, corte na placa de petri, quatro pedaços iguais de clara de ovo cozida.
- 4- Pegue dois pedaços e pique, com a tesoura sem ponta, dois pedaços em partes bem pequenas e distribua-os, igualmente, entre um dos tubos de ensaio com suco de abacaxi e outro com água.
- 5- Nos outros dois, um com suco e outro com água, coloque, em cada um, um pedaço inteiro da clara de ovo cozida.
- 6- Tampe os tubos de ensaio e etiquete conforme os procedimentos.
- 7- Deixe os tubos de ensaio em repouso por cerca de 3 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

- 1- O que aconteceu com os pedaços de clara de ovo em cada um dos tubos de ensaio?
- 2- Como você explica os resultados?
- 3- Qual a relação do experimento com a necessidade de mastigar bem os alimentos?
- 4- Qual a relação do experimento com a digestão de proteínas no nosso corpo?
- 5- Quais os tipos de transformações foram percebidos na atividade?
- 3) Organize os alunos em grupos de até 4 integrantes.
- 4) Oriente as discussões nos grupos e estimule a participação de todos.
- 5) Após um tempo pré-estabelecido, peça aos alunos que entreguem os relatórios para correção.
- 6) Depois das correções, se necessário, retome com os alunos as discussões, como forma de contribuição para o processo de aprendizado dos mesmos.

Observação: Os alunos podem fazer essa atividade em casa e a discussão em sala de aula. Para isso, substituam na lista de materiais os tubos de ensaio por copinhos descartáveis de café e a placa de petri por prato. Agende uma data para as discussões.

Atividade disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=55491>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

Aula 6 - Importância da alimentação

Objetivo: preocupação com alimentação saudável, conhecer os hábitos e classificar o IMC por grupos.

Metodologia: Pesquisa alimentar; Atividades de discussão.

A importância da nutrição – Leitura da História em quadrinho, disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/12149/revista_alimentacao01.html?sequence=15>.

Aqui vamos nos preocupar em trabalhar com os hábitos alimentares atuais.

Atividade 1

1. Peça para que as alunas tragam de casa embalagens de alimentos que consomem diariamente.
2. Realize explicação sobre o que são calorias e a quantidade que deve ser ingerida diariamente por cada faixa etária.
3. Após oriente as alunas para que façam o cálculo (aproximado) de quantas calorias cada um está ingerindo por dia.

Atividade 2 - discussão

1. A quantidade de calorias consumidas por cada um diariamente está dentro dos padrões?
2. Vocês acreditam que estão se alimentando de maneira correta e com os alimentos certos? Peça para que justifiquem a resposta.
3. Se tivesse que mudar algo em sua alimentação, o quê e por quê mudaria?
4. Seus pais/responsáveis mostram interesse para que você tenha uma alimentação saudável? Através de que você percebe isso?
5. Para você o que é comer bem?

Quando o assunto é obesidade, o Índice de Massa Corporal quase sempre é colocado em questão, seja conversando com seu médico ou com amigos. Ao dividir o peso (em quilos) pela altura (ao quadrado), podemos saber se há necessidade de entrar em regime alimentar ou não. Não vamos nos esquecer de que, no caso de precisarmos entrar num regime alimentar, primeiramente devemos nos orientar com um nutricionista e após procurarmos um profissional de Educação Física para que este possa nos orientar na prática da atividade física, pois só estando aliada a uma alimentação correta nos fará perder peso com mais facilidade.

Atividade 3 - prática social final

Divida a turma em três grupos.

Cada grupo deverá montar um cardápio para determinado tipo de situação:

Grupo 1: Pessoa obesa que deve perder peso.

Grupo 2: Pessoa abaixo do peso que deverá ganhar no máximo três quilos.

Grupo 3: Pessoa com peso normal e quer mantê-lo.

Cada grupo com orientação do professor deverá expor seu cardápio à turma, explicando o porquê da escolha por determinados alimentos.

Aula disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=18398>>.

Aula 7 - Conhecendo e calculando o IMC

Objetivo: Observar o que é e como funciona o cálculo do IMC, conhecer e compreender como funciona a tabela de IMC.

Metodologia: Atividades de pesquisa e discussão sobre os conceitos.

Atividade 1 - prática social inicial

Um dia antes da primeira aula peça às alunas que procurem investigar em casa ou com pessoas próximas:

Quem e porque faz regime?

O que estas pessoas sabem sobre IMC?

Oriente para que as alunas tragam as respostas anotadas em seu caderno.

Muitas pessoas não estão satisfeitas com o corpo que tem, quem não conhece alguém preocupado em manter um corpo perfeito e sempre está cuidando de sua dieta diária, ou seja, esteja fazendo regime?

Atividade 2 - problematização

Como notamos na pesquisa realizada na prática social inicial a ação de fazer regime (dieta) parece ser prática comum.

Porque isso acontece?

Porque as pessoas estão sempre preocupadas com seu peso?

Isso envolve a preocupação com a saúde ou tem a ver com estética também?

Será que as pessoas relacionam seu peso com a saúde?

Para saber se realmente estamos acima do nosso peso ideal podemos utilizar o cálculo do IMC (Índice de Massa Corporal), um método fácil no qual podemos obter uma indicação se estamos abaixo do peso, no peso ideal, acima do peso ou obeso. A fórmula usada para a realização do cálculo do IMC é: $IMC = \text{peso}/(\text{altura})^2$.

Atividade 3 - Professor disponibilize para seus alunos uma balança e algo onde possam aferir sua altura (trena, fita métrica, etc).

Em duplas ou trios as alunas devem ser pesadas e medidas pelos colegas.

Cada um anota separadamente seu peso e altura.

As alunas deverão realizar o cálculo para se chegar ao resultado.

O professor deverá possibilitar as alunas o acesso a uma tabela onde possam comparar o resultado da sua soma com o que está na tabela, observando onde cada um se encaixa. A OMS (Organização Mundial de Saúde) usa um critério simples para a avaliação:

Figura 47 - Tabela de Índice da Massa Corporal.

Resultado final	Categoria
<18,5	Abaixo do Peso
18,5 - 24,9	Peso normal
25,0 - 29,9	Excesso de peso
30,0 - 34,9	Obesidade Grau I
35,0 - 39,9	Obesidade Grau II
>40,0	Obesidade Grau III

Fonte: <http://galeria.blogs.sapo.pt/arquivo/Tabela_Indice_Massa_Corporal.JPG>.

O IMC relaciona o peso da pessoa com sua altura e indica a quantidade aproximada de gordura no corpo. Atualmente, os valores normais vão de 18,5 a 24,9 kg/m². A partir de 25, configura-se sobrepeso e, acima de 30, obesidade.

Atividade 4 - A partir das imagens discutir e analisar com os alunos:

Figura 48 - Circunferência Abdominal.



Fonte: <<http://static.hsw.com.br/gif/efeito-sanfona-1.jpg>>.

Figura 49 - Anorexia.



Fonte: <<http://eduhonorato.files.wordpress.com/2009/01/anorexia1.jpg>>.

Figura 50 - Corpo Sarado.



Fonte: <<http://entrebros.com/2009/05/queimado.jpg>>.
Figura 51 - Atividade Física.



Fonte: <http://thumbs.dreamstime.com/thumb_244/12047606702dw34Q.jpg>.

1. Será que pessoas musculosas, com Índice de Massa Corporal alto podem ser consideradas obesas?
2. Qual é o método mais preciso para definir se uma pessoa está acima do peso?
3. Será que existe diferença na medição do IMC entre diferentes raças? Observando que em cada região as pessoas comportam-se de diferentes formas e alimentam-se diferentemente umas das outras?
4. Observando o seu biotipo você se considera uma pessoa acima do peso?

5. Dentro da tabela de IMC qual é sua classificação?
6. O que conseguiu observar de interessante nas imagens expostas?
7. O que a alimentação pode ter a ver com nosso IMC?

Apresenta as alunas o recurso a seguir, que tem como objetivo saber identificar alimentos saudáveis e a necessidade da prática de exercícios físicos para termos boa saúde.

2.3 Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento

Aula 7 – Elaboração dos Livros Literários

Objetivo: Auxiliar as alunas na produção de um livro literário para que, através de uma história, possam explicar os conceitos que foram estudados ao longo da sequência didática.

Metodologia: Uso de uma plataforma para a produção de um e-book. Plataforma Gratuita.

Plataforma para a produção do e-book disponível em:
<<http://www.livrosdigitais.org.br/>>.

Aula 8 – Avaliação dos trabalhos

Nessa última aula da Sequência Didática as professoras voltam a ministrar a aula em conjunto, as alunas apresentaram os livros Literários para explicar o conceito de calor no dia a dia. Serão avaliadas pela apresentação do livro e pela forma em que abordaram os conceitos durante o desenvolvimento das suas histórias.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Área Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasdaNatureza.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2017.
- CLARK, A. Contemporary problems in the philosophy of perception. **American Journal of Psychology**, v. 107, n. 4, p. 613-622, 1994.
- FOGAÇA, J. R. V. “**Temperatura e Velocidade das Reações**”; **Brasil Escola**. Disponível em: <<http://brasilescola.uol.com.br/quimica/temperatura-velocidade-das-reacoes.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2017.
- FUKE, L. F.; YAMAMOTO, K. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Saraiva, 2010. v. 2.
- GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia humana**. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1999.
- HARDY, J. D.; DUBOIS, E. F. Basal metabolism, radiation, convection and vaporization at temperatures of 22°C to 35°C. **The Journal of Nutrition**, v. 15, p. 477-497, 1938.
- MARQUES, N. L. R.; ARAUJO, I. S. Física térmica. **Textos de apoio ao professor de física**. Porto Alegre, v. 20, n. 5, 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>. Acesso em: 03 set. 2017.
- MATTOS, C.; DRUMOND, A. V. N. Sensação térmica: uma abordagem interdisciplinar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 1, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br>>. Acesso em: 03 ago. 2017.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO A. H. **Química 2: ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2010.
- MUELLER, C. G. **Psicologia Sensorial**. Rio de Janeiro: Zahar, 1966.
- NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. **Vivá: química: volume 2: ensino médio**. Curitiba: Positivo, 2016.
- SANT’ANNA, B. et al. **Conexões com a Física**. São Paulo: Moderna, 2010. v. 1, p. 91.
- SCHMIDT, R. F. **Fisiologia Sensorial**. São Paulo: EPU/Springer /Edusp, 1980.
- VEIT, E. A. Física Térmica. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, Porto Alegre, v. 20, n. 5, 2009.
- WOLSK, D. **Processos Sensorial**. São Paulo: Edusp, 1971.
- ZOTTERMAN, Y. Species differences in the water taste. **Acta Physiologica**, v. 37, n. 1, p. 60-70, 1956.