



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TATIANE GILIO TORRES

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE DILATAÇÃO TÉRMICA NA EDUCAÇÃO DE
JOVENS E ADULTOS**

JANDAIA DO SUL

2018

TATIANE GILIO TORRES

GRR 20152169

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE DILATAÇÃO TÉRMICA NA EDUCAÇÃO DE
JOVENS E ADULTOS**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada no Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, com habilitação em Física da Universidade Federal do Paraná - *Campus* Avançado de Jandaia do Sul.

Orientador: Prof. Dr. William Junior do Nascimento

JANDAIA DO SUL

2018

Torres, Tatiane Gilio
T693e Experimentação no ensino de física: desenvolvimento de uma
seqüência didática sobre dilatação térmica na educação de jovens e
adultos / Tatiane Gilio Torres. Jandaia do Sul: 2018.
129 p.: il.

Orientador: Prof. Dr. William Junior do Nascimento.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal
do Paraná. Campus Jandaia do Sul. Curso de Licenciatura em Ciências
Exatas, habilitação em Física.

1. Educação de jovens e adultos. 2. Ensino de física. 3. Sequência
didática. I. Nascimento, William Junior do. II. Título. III. Universidade
Federal do Paraná.

CDD: 374.01

Sistema de Bibliotecas/UFPR, Biblioteca do Campus Jandaia do Sul
Neide Olga S. Paula CRB9/1477



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 02/2018/2018/UFPR/R/JA/CCLCEX
PROCESSO Nº 23075.070119/2018-17
INTERESSADO: COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS EXATAS - JANDAIA

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE DILATAÇÃO TÉRMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Autor: Tatiane Gilio Torres

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Licenciatura em Ciência Exatas, aprovado pela seguinte banca examinadora.

- William Junior do Nascimento (orientador)
- Gisele Strieder Philippsen (membro)
- Hercilia Alves Pereira de Carvalho (membro)

Jandaia do Sul, 30 de novembro de 2018



Documento assinado eletronicamente por **GISELE STRIEDER PHILIPPSEN, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 30/11/2018, às 11:49, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **WILLIAM JUNIOR DO NASCIMENTO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 30/11/2018, às 14:11, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **HERCILIA ALVES PEREIRA DE CARVALHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 30/11/2018, às 14:15, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **1435116** e o código CRC **F5356BBB**.

Dedico à Deus, meu Senhor e Salvador, que sempre está comigo em todos os momentos, renovando constantemente minhas forças, aos meus pais, irmãos, familiares e principalmente meu noivo Higor, pelo apoio, orientação, carinho e amor em todo este período de graduação.

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, pela conquista deste sonho.

Aos meus pais, Lúcia e Antônio, irmãos, Patrícia e Marcos, amigos, familiares e ao meu noivo Higor, pela paciência, incentivo e carinho durante todo este período.

Ao meu orientador, Prof. Dr. William Junior do Nascimento, pelo acompanhamento, compreensão, orientação e atenção.

Aos meus professores do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná - *Campus* Avançado de Jandaia do Sul, pelo incentivo, compreensão, confiança, apoio, por acreditarem na minha capacidade e por todos os ensinamentos maravilhosos durante este tempo juntos.

Aos meus colegas de graduação, por todo apoio e compreensão nos momentos difíceis.

A direção das instituições de ensino do Colégio Estadual José Luiz Gori e do Centro Estadual de Educação Básica para Jovens e Adultos (C.E.E.B.J.A.) Santa Clara e ainda ao professor Eder Rodolfo Feltrin, que disponibilizou as aulas para aplicação deste trabalho em suas turmas, muito obrigada pelo acolhimento.

Por fim, sou grata a todos que contribuíram para a minha formação e consolidação deste trabalho.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria construção”.

Paulo Freire

RESUMO

A experimentação no ensino de Física tem por objetivo propiciar uma discussão e reflexão em sala de aula, a partir da qual o conhecimento científico é confrontado com os conhecimentos do senso comum, possibilitando assim a construção do saber, a compreensão de determinados assuntos científicos e o favorecimento da aprendizagem significativa. Com base neste pressuposto, este trabalho possui como objetivo elaborar uma sequência didática, que se utiliza da experimentação, com materiais de baixo custo, de simulações computacionais, de vídeos e imagens, para o ensino de Dilatação Térmica, com vistas a desenvolver uma metodologia mais significativa e diferenciada do modelo de ensino tradicional, resgatando o interesse dos alunos da EJA pelos conteúdos de Física. A sequência didática foi desenvolvida em duas turmas de EJA, localizadas em uma cidade do interior do Paraná, na disciplina de Física, com duração de dez horas aulas, no período noturno. Inicialmente aplicou-se um questionário diagnóstico para analisar os conhecimentos prévios dos alunos e realizou-se uma conversa introdutória sobre o conteúdo. Em seguida, explicou-se os tipos, as características e algumas aplicações práticas referentes à Dilatação Térmica, além de atividades diversificadas, envolvendo experimentos e simulações, relacionados com situações do cotidiano. Por fim, aplicou-se novamente um questionário com intuito de verificar os conceitos assimilados e compreendidos pelos estudantes. Os resultados sugerem que o uso da experimentação e de metodologias diversificadas torna os alunos da EJA mais ativos no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando um conhecimento mais significativo, pois relaciona a teoria com a prática do cotidiano, interligando a vivência que o estudante já possui com os saberes científicos.

Palavras-Chave: Ensino de Física. Experimentação. Educação de jovens e adultos.
Sequência didática.

ABSTRACT

Experimentation in Physics teaching aims to provide a discussion and reflection in the classroom, from which scientific knowledge is confronted with common-sense knowledge, thus enabling the construction of knowledge, the understanding of certain scientific subjects and the favoring meaningful learning. Based on this assumption, this work aims to elaborate a didactic sequence, using low cost materials, computational simulations, videos and images, for the teaching of Thermal Expansion, in order to develop a more significant and differentiated from the traditional teaching model, rescuing the interest of the students of the EJA for the contents of Physics. The didactic sequence was developed in two classes of EJA, located in interior city of Paraná, in the discipline of Physics, with duration of 10 hours classes, in the nocturnal period. A diagnostic questionnaire was initially applied to analyze the students' previous knowledge and an introductory conversation about the content was carried out. Next, the types, characteristics and some practical applications related to Thermal Dilatation were explained, besides diversified activities, involving experiments and simulations, related to everyday situations. Finally, a questionnaire was applied again in order to verify the concepts assimilated and understood by the students. The results suggest that the use of experimentation and diversified methodologies makes EJA students more actives in the teaching-learning process, providing a more meaningful knowledge, as it relates the theory to daily practice, interconnecting the experience that the student already possesses with scientific knowledge.

Keywords: Physics Teaching. Experimentation. Youth and adult education. Following teaching.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DIAGRAMA INDICANDO QUE A DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E A RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA SÃO PROCESSOS INTERDEPENDENTES E DINÂMICOS DA ESTRUTURA COGNITIVA.....	33
FIGURA 2 – VISÃO ESQUEMÁTICA DO CONTÍNUO APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA – APRENDIZAGEM MECÂNICA, SUGERINDO QUE NA PRÁTICA GRANDE PARTE DA APRENDIZAGEM OCORRE NA ZONA INTERMEDIÁRIA DESSE CONTÍNUO E QUE UM ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO PODE FACILITAR “A CAMINHADA DO ALUNO NESSA ZONA CINZA”	35
FIGURA 3 – CHARGE SOBRE O AQUECIMENTO DE PEÇAS	46
FIGURA 4 – ANEL DE GRAVESANDE.....	46
FIGURA 5 – EXEMPLO DE UM CARTAZ DE SABERES COMPARATIVO	48
FIGURA 6 – ABRINDO UM VIDRO EM CONSERVA.....	49
FIGURA 7 – MECÂNICO DESMONTANDO MOTOR DE VEÍCULO.	50
FIGURA 8 – JUNTA DE DILATAÇÃO EM FERROVIA, QUE AUXILIA NA REDUÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELA DILATAÇÃO TÉRMICA.....	50
FIGURA 9 – JUNTAS DE DILATAÇÃO DE CONCRETO, PERMITINDO A EXPANSÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA, SEM QUE HAJA RACHADURAS NOS PISOS.....	50
FIGURA 10 – SIMULAÇÃO DOS ESTADOS DA MATÉRIA SUBMETIDOS À VARIAÇÃO DE TEMPERATURA.....	51
FIGURA 11 - VÍDEO EXPLICATIVO SOBRE CONTRAÇÃO E DILATAÇÃO TÉRMICA.....	51
FIGURA 12 - REDE ELÉTRICA	52
FIGURA 13 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA DILATAÇÃO LINEAR	53
FIGURA 14 - SIMULADOR SOBRE DILATAÇÃO LINEAR, RELACIONADO À REDE ELÉTRICA	54
FIGURA 15 - LINHA FÉRREA	54
FIGURA 16 - TRINCAS EM PAREDE	55
FIGURA 17 - RACHADURA EM PISOS.....	55
FIGURA 18 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA DILATAÇÃO SUPERFICIAL	56
FIGURA 19 - EXPERIÊNCIA DA DILATAÇÃO DA MOEDA.....	56

FIGURA 20 - REPRESENTAÇÃO DAS PEÇAS QUE MARCELO PRECISA ENCAIXAR	57
FIGURA 21 - DILATAÇÃO TÉRMICA AJUDA A ENTENDER QUAL O MELHOR MOMENTO PARA ABASTECER CARRO	58
FIGURA 22 - NOTÍCIA SOBRE DILATAÇÃO TÉRMICA NO DIA-A-DIA	59
FIGURA 23 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA	59
FIGURA 24 - PARTINDO A GARRAFA.....	60
FIGURA 25 - SIMULADOR INDÚSTRIA METALÚRGICA.....	63
FIGURA 26 - TERMOSCÓPIO.....	64
FIGURA 27 - ANEL DE GRAVESANDE.....	65
FIGURA 28 - SIMULADOR DO BALÃO DE FESTA.....	66
FIGURA 29 - SIMULADOR LÂMINA BIMETÁLICA	68
FIGURA 30 - CHARGE SOBRE O AQUECIMENTO DE PEÇAS.....	71
FIGURA 31 - ANEL DE GRAVESANDE.....	71
FIGURA 32 - CATEGORIAS ESTABELECIDAS PARA ANÁLISE DE DADOS	77
FIGURA 33 - CATEGORIA SOBRE O CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA COM SUAS SUBCATEGORIAS, ESTABELECIDAS PARA ANÁLISE DE DADOS.....	78
FIGURA 34 - CATEGORIA SOBRE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA COM SUAS SUBCATEGORIAS, ESTABELECIDAS PARA ANÁLISE DE DADOS	79
FIGURA 35 - CATEGORIA SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COM SUAS SUBCATEGORIAS, ESTABELECIDAS PARA ANÁLISE DE DADOS	80

LISTA DE GRÁFICO

GRÁFICO 1 – CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES DE AMBAS AS TURMAS.....	106
GRÁFICO 2 - DADOS QUANTITATIVOS DAS QUESTÕES CONTIDAS NO PRÉ-TESTE, REFERENTE À TURMA A.....	118
GRÁFICO 3 - DADOS QUANTITATIVOS DAS QUESTÕES CONTIDAS NO PÓS-TESTE, REFERENTE À TURMA A.....	118
GRÁFICO 4 - DADOS QUANTITATIVOS DAS QUESTÕES CONTIDAS NO PRÉ-TESTE, REFERENTE À TURMA B.....	119
GRÁFICO 5 - DADOS QUANTITATIVOS DAS QUESTÕES CONTIDAS NO PÓS-TESTE, REFERENTE À TURMA B.....	119

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES QUE COMPÕEM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	42
QUADRO 2 - DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES QUE COMPÕEM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	43
QUADRO 3 - CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS PARA ANÁLISE DE DADOS .	76
QUADRO 4 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DENSIDADE”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA.....	84
QUADRO 5 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “ORGANIZAÇÃO INTERNA DAS MOLÉCULAS”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA.	86
QUADRO 6 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO LINEAR”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA.....	88
QUADRO 7 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO SUPERFICIAL”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA.	89
QUADRO 8 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA.....	92
QUADRO 9 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO TÉRMICA EM SITUAÇÕES DO DIA-A-DIA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA.....	97
QUADRO 10 - ALGUNS EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO TÉRMICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA.....	102
QUADRO 11 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “SUBSUNÇOR”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	108
QUADRO 12 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “OEGANIZADORES PRÉVIOS”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	110

QUADRO 13 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	112
QUADRO 14 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	115

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COEFICIENTE DE DILATAÇÃO DE ALGUNS SÓLIDOS	53
TABELA 2 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “TEMPERATURA E CALOR”	81
TABELA 3 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “DENSIDADE”	84
TABELA 4 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “ORGANIZAÇÃO INTERNA DAS MOLÉCULAS”	86
TABELA 5 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO LINEAR”	87
TABELA 6 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO SUPERFICIAL”	89
TABELA 7 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA”	91
TABELA 8 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA DE “DILATAÇÃO TÉRMICA EM SITUAÇÕES DO DIA-A-DIA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA.....	96
TABELA 9 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA DE “DILATAÇÃO TÉRMICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA.....	100
TABELA 10 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA “SUBSUNÇORES”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	107
TABELA 11 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA “ORGANIZADORES PRÉVIOS”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	109
TABELA 12 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA “DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	111

TABELA 13 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA “RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. 114

LISTA DE SIGLAS

ATD	-	Análise Textual Discursiva
DCE	-	Diretrizes Curriculares da Educação Básica
EJA	-	Educação de Jovens e Adultos
Pbef	-	Projeto Brasileiro de Ensino de Física
PCNs ⁺	-	Parâmetros Curriculares Nacionais
PEF	-	Projeto de Ensino de Física
PSSC	-	Physical Science Study Committee
SD	-	Sequência Didática
TAS	-	Teoria de Aprendizagem Significativa
URSS	-	União Soviética

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1. OBJETIVOS	19
1.2. JUSTIFICATIVA	19
1.3. PÚBLICO ALVO: EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	22
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA E CONSTRUTIVISMO	25
2.2. TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	31
2.3. CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	36
2.4. CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DE DADOS - ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA	39
3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
4.1. PERFIL DOS ALUNOS E DESCRIÇÃO DAS AULAS	73
4.2. CATEGORIZAÇÃO PARA ANÁLISE DE DADOS	76
4.3. RESULTADOS DAS SUBCATEGORIAS DA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA	80
4.4. RESULTADOS DAS SUBCATEGORIAS REFERENTES A APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA	95
4.5. RESULTADOS DAS SUBCATEGORIAS DA APRENDIZAGEM SINGIFICATIVA	105
4.6. ANÁLISE GERAL DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE	117
4.7. APRECIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	120
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
REFERÊNCIAS	123
APÊNDICE 1	128
ANEXO I - TEXTO COMPLEMENTAR DA QUESTÃO 7 DA ATIVIDADE 03	129

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o ensino de Física apresenta uma série de dificuldades em relação à aprendizagem dos alunos, visto que muitas vezes é centrado em aulas expositivas, desvinculadas da realidade dos estudantes, voltadas para o formalismo matemático e ausentes de discussões de teorias científicas (OKIMOTO; SELINGARDI; PERALTA, 2013; FERNANDES, 2008; SILVA M. L., 2017; MORAES, 2017). Neste pressuposto, buscam-se outras metodologias que influenciam e auxiliam no processo de ensino aprendizagem, de modo a motivar, estimular e despertar o interesse do aluno em aprender Física.

No ensino de Física, uma das metodologias que mais se destacam corresponde ao uso da experimentação, que além de motivar os alunos, possibilita a análise da construção do conhecimento científico, desenvolve o pensamento crítico, entre outras contribuições (MORAES, 2017; ARAUJO, 2003; SÉRÉ, COELHO et al., 2003; TAHA; LOPES; SOARES, 2016; SILVA E. D., 2017). Como destaca Paraná (2008, p.56):

A experimentação, no ensino de Física, é importante metodologia de ensino que contribui para formular e estabelecer relações entre conceitos, proporcionando melhor interação entre professor e estudantes, e isso propicia o desenvolvimento cognitivo e social no ambiente escolar (PARANÁ, 2008, p.56).

Assim, a experimentação é vista como uma ferramenta metodológica importante no processo educacional, a qual possibilita o debate de ideias e o confronto dos conhecimentos prévios dos alunos com os saberes científicos.

Com base nesta pesquisa, este trabalho configura-se como uma monografia dividida em quatro seções, que subsidiam o desenvolvimento de uma Sequência Didática (SD, doravante) sobre Dilatação Térmica para alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA, doravante).

Na primeira seção tem-se a descrição dos objetivos, geral e específicos, a justificativa do trabalho e descrição do público alvo, caracterizado pela EJA.

Na segunda seção, referente à fundamentação teórica, tem-se a descrição sobre a experimentação no ensino de física, análise da Teoria De Aprendizagem

Significativa (TAS, doravante), critérios para elaboração da sequência didática e critérios para análise de dados, baseando-se na Análise Textual Discursiva (ATD, doravante).

Já na terceira e quarta seção tem-se a proposta de uma SD sobre Dilatação Térmica, utilizando a experimentação no ensino de Física, além da análise dos dados coletados com as aplicações nas turmas de EJA, respectivamente.

1.1. OBJETIVOS

- **OBJETIVO GERAL**

O objetivo principal deste trabalho é elaborar uma SD, por meio da experimentação, para o ensino de Dilatação Térmica, com vistas a promover uma aprendizagem significativa na EJA.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Produzir uma revisão bibliográfica referente ao uso e à importância da experimentação no ensino de Física;
 - Destacar as características da TAS e da modalidade de ensino EJA;
 - Elaborar e aplicar uma SD sobre conteúdo de Dilatação Térmica na EJA;
- Analisar os dados que serão coletados durante a aplicação da SD, de acordo com a TAS e ATD.

1.2. JUSTIFICATIVA

De modo geral, o ensino de Física na rede básica está muitas vezes vinculado à metodologia tradicional, onde há somente aulas teóricas, formas abstratas de explicação e repetições excessivas de exercícios descontextualizados da realidade dos alunos. Assim, os estudantes apresentam dificuldades para a compreensão dos conteúdos e, conseqüentemente, seu fracasso na disciplina se torna nítido, além é claro do desinteresse e da apatia em relação às aulas e aos

professores que a ministram (FERNANDES, 2008; SILVA M. L., 2017; MORAES, 2017).

Mediante a isso, faz-se necessário destacar as competências acerca do ensino de Física, que de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs+) (2002, p.6) são:

“[...] competências relacionadas principalmente com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da linguagem física e de sua comunicação, ou, finalmente, que tenham a ver com sua contextualização histórico e social” (BRASIL, 2002, p.2).

Além disso, o ensino de Física nos auxilia na compreensão dos meios tecnológicos e dos acontecimentos presentes no universo, por meio de leis e teorias, estando assim, presente no cotidiano de todas as pessoas (FERNANDES, 2008). Neste sentido, o ensino de Física precisa ser voltado à compreensão destes fenômenos e estar vinculado com o cotidiano dos alunos, a fim de despertar o interesse, a motivação e fazer sentido para os mesmos (FERNANDES, 2008; SILVA M. L., 2017).

Para isso acontecer, o professor precisa considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, de forma a demonstrar para os mesmos que os conceitos ensinados na sala de aula, estão presentes em situações do dia-a-dia e que são úteis para sua formação enquanto cidadão (PARANÁ, 2008). Como destaca Paraná (2008, p 61):

“É importante que o processo pedagógico, na disciplina de Física, parta do conhecimento prévio dos estudantes, no qual se incluem as concepções alternativas ou concepções espontâneas. O estudante desenvolve suas concepções espontâneas sobre os fenômenos físicos no dia-a-dia, na interação com os diversos objetos no seu espaço de convivência e as traz para a escola quando inicia seu processo de aprendizagem” (PARANÁ, 2008, p.61).

Neste intuito, de propiciar uma aprendizagem motivadora e significativa para o estudante, Moraes (2017, p.14) destaca: “uma maneira de dar significado ao ensino da Física para os alunos constitui-se na aplicação de atividade experimental nas aulas teóricas”.

Assim, o uso de atividades experimentais se tornou ao longo de décadas uma ferramenta enriquecedora para o ensino de Ciências, em especial para a

Física. Nesta, o aluno é incitado a perceber a relação entre a teoria e a prática como afirma Séré; Coelho et al (2003, p.39):

“[...] Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento” (SÉRÉ; COELHO et al., 2003, p.39).

Desta forma, a realização de atividades experimentais permite que os alunos, além de compreenderem a teoria, participem do processo de construção do conhecimento, desenvolvam o trabalho em grupo, a divisão de tarefas e o atendimento às regras e procedimentos, necessários à elaboração de um experimento; estimulem o olhar crítico ao conteúdo, visto que essa metodologia possibilita o debate de ideias e análise de resultados e hipóteses, previamente elaboradas (SILVA E. D., 2017).

Em se tratando da EJA, a qual engloba o ensino Fundamental e Médio, sendo destinada às pessoas a partir de 15 anos, as quais não tiveram acesso ao ensino regular ou não puderam concluir seus estudos na idade correta, ensinar Física se torna ainda mais desafiador, devido às diferentes peculiaridades existentes nesta modalidade de ensino (NASCIMENTO, 2013).

De modo geral, os alunos da EJA dispõem de um tempo didático reduzido e matérias segregadas, havendo também, durante o curto período da disciplina, a necessidade da retomada dos conteúdos básicos do ensino fundamental, devido ao fato dos estudantes estarem muito tempo afastado da escola e não se recordarem. Além disso, muitos alunos que frequentam a EJA devem-se somente para a obrigatoriedade da conclusão do Ensino Médio, imposta diversas vezes pelas empresas, não objetivando assim uma continuidade nos estudos e na aprendizagem. Neste contexto, as práticas de ensino tradicionais isoladas podem tornar-se inadequadas, não permitindo que os alunos atinjam seus interesses e objetivos, necessitando assim, de práticas educacionais que partem do cotidiano dos mesmos, de forma a considerar suas vivências pessoais e profissionais (KRUMMENAUER; COSTA; SILVEIRA, 2010).

Neste pressuposto, o uso de experimentos no ensino de Física em um viés investigatório se caracteriza como sendo essencial, visto que proporciona a aproximação da teoria com a prática, desenvolve o pensamento crítico e correlaciona os conhecimentos prévios dos alunos com os conteúdos e as teorias estudadas, de modo a favorecer a aprendizagem significativa, dinâmica e motivadora (SÉRÉ, COELHO et al., 2003). Além disso, possibilita exemplificar fenômenos e conceitos físicos muitas vezes abstratos para os alunos (GASPAR, 2005).

Desta forma, o estudante relaciona o seu conhecimento com o novo saber apresentado, de maneira que este se torne mais amplo, possibilitando uma construção significativa do conhecimento. Neste intuito tem-se o destaque da aprendizagem significativa, que por sua vez é caracterizada como um processo onde um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do educando, que por sua vez já possui um conhecimento anterior denominado subsunçor. Assim, o aluno aprende novos saberes relacionando-os com os já assimilados, enriquecendo sua bagagem intelectual (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2011; RONCA, 1994).

Referente a este enfoque, de proporcionar uma aprendizagem mais instigante e significativa para os alunos da EJA, destaca-se a seguir uma descrição referente ao público alvo deste trabalho.

1.3. PÚBLICO ALVO: EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

A EJA é uma modalidade de ensino direcionada a jovens e adultos que não tiveram acesso ou que por algum motivo não puderam concluir o ensino na idade própria, devido a fatores sociais, econômicos ou pessoais. É ofertado pela secretaria de educação aos jovens a partir dos 15 anos de idade, nas modalidades presencial ou à distância, possibilitando assim, o acesso ao conhecimento científico e a formação educacional adequada (NASCIMENTO, 2013).

Esta modalidade de ensino é amparada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN 9394/96), segundo Art.37: “A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou oportunidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria”.

No Brasil a EJA é marcada por várias ações e projetos de políticas públicas, a fim de proporcionar o cumprimento do direito estabelecido por lei em relação à educação e alfabetização de qualidade para todos, possibilitando assim, que o indivíduo afastado da escola consiga prosseguir seus estudos, de modo a se tornar atuante na sociedade e não vítima da mesma (MIRANDA; SOUZA; PEREIRA, 2016). Com isso, nesta modalidade tem-se uma faixa etária diferenciada e com características próprias.

O jovem que procura a EJA, em muitos casos, objetiva apenas a obtenção do diploma escolar, exigido pelas empresas, deixando de lado o conhecimento científico e a aprendizagem significativa. Como declara Friedrich et al. (2010, p. 402):

“O jovem retorna a EJA em uma busca de certificação o que teoricamente o colocaria no mercado de trabalho e teria o seu lugar na sociedade garantido, tendo com isso o resgate da auto-estima e passando a ser visto como um cidadão comum. Para tanto, confia que sua entrada no mundo do trabalho lhe proporcione condições melhores de vida, e pensa até na possibilidade de formação de sua própria família” (FRIEDRICH et al., 2010, p.402).

Tendo em vista que esta área de ensino possui peculiaridades, tais como a heterogeneidade do público, o currículo diferenciado, o tempo didático reduzido, entre outras, têm-se orientações metodológicas que enfatizam a flexibilidade, levando em conta as experiências de vida que os alunos trazem, para que se possa fazer uma sintonia entre temas significativos e o conhecimento a ser construído na escola (FONSECA; HARTMANN; HALMENSCHLAGER, 2013). Deste modo, o professor precisa inovar de maneira a transitar do formalismo matemático, onde os alunos estão mergulhados em cálculos e equações, para a experimentação, unindo os seus conhecimentos prévios com saberes científicos, a fim de formar cidadãos críticos e conscientes.

Atender a interesses tão diversificados e comportamentos tão distintos é um cuidado essencial na elaboração das estratégias de ensino para este público (SANTOS; SÁ, 1999).

Neste viés, tem-se que a história de vida, ou seja, os conhecimentos prévios dos alunos precisam ser considerados, a fim de propiciar um ensino instigante e motivador. De acordo com Freitas e Aguiar Junior (2010, p.46):

“Os adultos trazem consigo uma história mais longa de experiências, conhecimentos acumulados e reflexões sobre o mundo e sobre si mesmos, e isso faz com que tragam diferentes habilidades e dificuldades (em relação à criança e ao adolescente), e uma capacidade diferenciada de refletirem sobre o conhecimento e sobre seus próprios processos de aprendizagem” (FREITAS; AGUIAR JUNIOR, 2010, p.46).

Deste modo, o professor que se propõe a trabalhar com adultos deve refletir criticamente sobre sua prática, tendo uma visão ampla sobre a sala de aula, resgatando sempre as experiências de vida dos estudantes, valorizando esses saberes e relacionando com os conhecimentos científicos (STRELHOW, 2010).

Além disso, o educador deve ter ciência de que essa educação não pode ser verticalizada, ou seja, o papel do educador é de colaborar e orientar para possibilitar que o aluno construa sua própria história. Há desse modo, uma relação dialógica permanente em que educador e educando, juntos, atuam para desvelar e recriar a realidade (ARAÚJO; NASCIMENTO; SILVA M.L., 2017). Logo, para o Ensino de Física na EJA, é importante que o professor busque ferramentas e desenvolva diferentes estratégias, as quais permitam a articulação entre a conceituação científica e os aspectos da realidade do aluno, de modo a contribuir para uma maior significação da Física ensinada na escola, articulando conhecimento científico e conhecimento cotidiano (FONSECA; HARTMANN; HALMENSCHLAGER, 2013).

Por estes pressupostos, este trabalho visa desenvolver estratégias de ensino planejadas/organizadas na forma de uma SD sobre o conteúdo de Dilatação Térmica, de modo a valorizar os saberes dos alunos e conduzi-los aos saberes científicos de maneira significativa e motivadora.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo se destina a apresentar as bases teóricas que fundamentaram a pesquisa deste trabalho. A primeira seção é referente ao uso da experimentação no ensino de Física, abordando seu desenvolvimento histórico, alguns tipos de experimentação e a importância dessa prática para o entendimento de fenômenos naturais, além de alguns destaques da pedagogia construtivista. Na sequência, tem-se a ênfase na teoria de aprendizagem de Ausubel (2000), a qual estabelece a relação entre os conhecimentos prévios dos alunos com as novas informações. Posteriormente, realiza-se uma análise acerca dos critérios da elaboração de uma SD baseado em Zabala (1998) e os critérios para análise de dados baseando-se na ATD.

2.1. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA E CONSTRUTIVISMO

Cada vez mais pesquisadores e educadores se dedicam a propor estratégias que amenizam as dificuldades de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos científicos (ARAÚJO; ABIB, 2003). Neste viés, o papel da experimentação no ensino de Física é ressaltado em vários trabalhos, sendo descrito como uma metodologia importante para a promoção da aprendizagem de conceitos científicos, visto que proporciona a motivação, ilustração, investigação de teorias, desenvolve o pensamento crítico e possibilita a junção da teoria com o fenômeno científico presente no cotidiano (PARANÁ (2008), MORAES (2017), ARAÚJO (2003), SÉRÉ, COELHO et al. (2003), TAHA; LOPES; SOARES (2016), SILVA M.L (2017), KOHORI (2015), WESENDONK (2015), SOUSA (2010), BELLUCCO E CARVALHO (2013), KIERONSKI (2016).

De qualquer forma, a maioria destes trabalhos enfatiza que a experimentação por si só não garante a aprendizagem de conceitos. De acordo com os autores citados acima, a experimentação poderá proporcionar a motivação, desde que o professor transforme seu papel, de mero transmissor de conhecimento, baseado na pedagogia tradicional, para um orientador, mediador e problematizador durante as práticas experimentais, auxiliando assim, o aluno na manipulação, investigação, debate de ideias e no desenvolvimento da construção do conhecimento.

Além disso, Sousa (2010, p.11) enfatiza que: “a experimentação em si, desligada de um plano de ensino mais amplo, não é suficiente e nem tão pouco satisfatório que o aluno apenas manuseie coisas”. Dessa forma, torna-se necessário que o professor proporcione momentos e ambientes para que a predisposição para aprendizagem ocorra e crie planos que englobe outras ações estimulantes, além do desenvolvimento de um trabalho adequado junto à experimentação (GASPAR, 2005).

Mediante estes pressupostos, faz-se relevante debater as origens da experimentação no ensino de Física e destacar suas diferentes abordagens metodológicas empregadas, visando à promoção da aprendizagem significativa. Isso se justifica tendo em vista que os experimentos realizados, por si só, não garantem que a aprendizagem aconteceu de fato (ZANATTA; LEIRIA, 2018). Assim, inicia-se evidenciando que durante o século XIX a abordagem experimental era empregada com ênfase na apresentação e descrição de equipamentos de demonstração de fenômenos físicos. Esses materiais eram construídos artesanalmente, possuíam um custo elevado, eram grandes para serem vistos de longe, havia em poucas escolas, sempre eram utilizados na sala de aula, pois não existiam laboratórios de Física; alguns possibilitavam uma análise quantitativa de medidas, porém a maioria permitia apenas uma abordagem qualitativa e conceitual do fenômeno físico. Além do mais o experimento era realizado exclusivamente pelo professor, ou seja, o ensino baseava-se na pedagogia tradicional, na qual o professor detém o saber e o aluno é passivo no processo de construção do conhecimento, não podendo questionar, somente aceitar os saberes transmitidos pelo professor e descritos nos livros didáticos (GASPAR, 2014).

Em 1957, com o lançamento do primeiro satélite artificial, o Sputnik, a União Soviética (URSS) deu um passo à frente na corrida espacial. Esse fato foi atribuído ao avanço tecnológico e científico soviético e à qualidade de seu ensino. Com isso, sob influência dos EUA, vários países, inclusive o Brasil, propuseram uma discussão sobre a qualidade no ensino de Ciências (PARANÁ, 2008; GASPAR, 2014).

Assim, a partir de 1959, surgiram grandes projetos para a melhoria do ensino de ciências, tais como o da Fundação Nuffield, na Inglaterra, e o Physical Science Study Committee (PSSC), nos EUA. O PSSC, em particular, teve apoio financeiro da Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional (Usaid) e

marca a influência do modelo americano no ensino das disciplinas científicas no Brasil (KIERONSKI, 2016; PARANÁ, 2008).

O PSSC foi elaborado por renomados físicos norte-americanos, visando à reformulação do ensino de Física nos EUA. Neste projeto, o aluno só poderia aprender ciências por si a partir da atividade experimental, onde simularia o papel de cientista na descoberta da ciência. Além disso, o PSSC tinha dois pressupostos pedagógicos, que segundo Gaspar (2014) consistia em um novo currículo e em uma nova forma de apresentação dos conteúdos por meio de uma sequência lógica, baseando-se na experimentação para explicação posterior de equações e gráficos.

Entretanto, Gaspar (2014) considera que duas causas fundamentais fizeram com que tais projetos não obtivessem sucesso: a primeira relacionada à formulação de propostas desvinculadas da realidade educacional nas quais eram destinadas, pois eram físicos, pesquisadores e leigos em pedagogia que elaboravam propostas de projetos utópicos para professores despreparados; a segunda causa era relacionada à fundamentação pedagógica, onde se tinha a crença da aprendizagem espontânea e individual dos alunos, por meio da interação direta com material produzido.

Porém, houve aspectos positivos decorrentes destes projetos nos países em que foram empregados. Como exemplo, destaca-se o fato da introdução de um modo de ensinar Física diferentemente da pedagogia tradicional e o fato de propiciar o surgimento de outros projetos, tais como o Projeto Harvard, empregado em 1975, que enfatizava menos a experimentação e mais o caráter humanista (GASPAR, 2014).

No Brasil em 1966, devido à influência do PSSC, surgiu o Projeto de Ensino de Física (PEF), elaborado pelo Instituto de Física da USP e o Projeto Brasileiro de Ensino de Física (Pbef), pela Fundação Brasileira de Educação e Cultura (Funbec). Por meio desses projetos, foram produzidos materiais didáticos e oferecidos cursos para professores sobre o uso de tais materiais. A concepção pedagógica que embasava os projetos residia no estímulo à postura ativa e individual do aluno, na crença da validação do método científico e na supervalorização da atividade experimental como essencial para a compreensão de conceitos físicos (GASPAR, 2014; CARVALHO, 2010; PARANÁ, 2008; BELLUCCO; CARVALHO 2013).

Porém, esses projetos também não apresentaram resultados positivos, visto que influenciado pelo PSSC possuíam concepções referentes às escolas

americanas, sendo inadequados à realidade educacional brasileira, sobretudo devido à precária formação e qualificação dos docentes (PARANÁ, 2008).

Apesar dos resultados obtidos à época, a experimentação possibilita que o estudante tenha uma melhor compreensão do conteúdo e dos fenômenos naturais e seja ativo no processo de construção do conhecimento. Assim, atualmente os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs⁺) (2002, p.38) destacam que:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável (BRASIL, 2002, p. 38).

Neste sentido, SÉRÉ (2013) destaca que as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação e possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. (SÉRÉ, COELHO et al., 2003; CALDAS, 2017). Ademais, ressalta-se que o aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos de investigação se ele mesmo estiver em contato com a teoria e o experimento, compreendendo assim essa inter-relação entre eles, de forma a contribuir para a assimilação de conceitos, leis, teorias, modelos, linguagens abstratas e incomuns para os alunos (ALVES; STACHAK, 2017; SÉRÉ, COELHO et al., 2003).

Neste viés, tem-se o destaque das diferentes abordagens dada a experimentação, sendo elas: demonstrativas, tradicionais e investigativas.

Gaspar (2005) afirma que as atividades experimentais demonstrativas possibilitam apresentar, ilustrar, comprovar fenômenos e conceitos de Física, cuja explicação se fundamente na utilização de modelos físicos, priorizando a abordagem qualitativa. Contudo, este tipo de experimentação é muitas vezes utilizado somente para validar uma teoria já discutida ou apresentada pelo professor, de modo que o aluno é somente observador do experimento, tal como durante a execução de um experimento de macaco hidráulico com seringas, para demonstrar o conceito de pressão em um fluido (ZANATTA; LEIRIA, 2018; TAHA; LOPES; SOARES, 2016).

Taha; Lopes; Soares (2016, p.149) declaram que “a atividade experimental demonstrativa pode ser significativa, desde que empregada de maneira a reforçar a construção do conhecimento ao invés de utilizada apenas para demonstração em si”.

Por outro lado, a experimentação tradicional, é vista como uma maneira clássica de utilizar o experimento, onde o aluno não o discute; possui um roteiro previamente estabelecido pelo professor para seguir; aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e observar um fenômeno. Como exemplo, a execução de um experimento de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, utilizando-se de diferentes tamanhos de bolinhas e distâncias, onde o aluno somente faz os cálculos para fixar ou analisar a teoria apresentada (SÉRÉ, COELHO et al., 2003).

Diferentemente, nas atividades experimentais investigativas tem-se o aluno como ativo no processo de construção do conhecimento, sendo o experimento realizado por ele próprio, ficando o professor apenas como mediador, permitindo que os estudantes tenham liberdade na proposição de suas hipóteses e conclusões (TAHA; LOPES; SOARES, 2016). Nessas atividades, tem-se o mesmo caráter da investigação científica: faz-se o levantamento do problema, elabora-se hipóteses, realiza-se o experimento para a verificação das hipóteses e organiza-se os resultados para a elaboração de suas próprias conclusões e do conhecimento. Assim, esta atividade apresenta-se como uma maneira de proporcionar o desenvolvimento do pensamento crítico e a argumentação (CARVALHO, 2017). Como exemplo desta abordagem experimental, tem-se a iniciação da investigação por meio de uma determinada situação problema, relacionada com o cotidiano do aluno, na qual o estudante pesquisando, experimentando, analisando e levantando hipóteses poderá aprender e construir seu próprio conhecimento sobre determinado conceito físico.

De acordo com Silva, E. D. (2017, p.15):

“[...] atividades investigativas para a construção de conceitos é uma forma de oportunizar ao aluno participar em seu processo de aprendizagem. Deve-se considerar a participação do aluno no processo de investigação de um determinado fenômeno e levar em conta outros aspectos como elaboração de hipóteses, análise e interpretação de resultados, considerando a dimensão coletiva do trabalho” (SILVA, E. D., 2017, p.15).

Nessa perspectiva, Silva M. L. (2017), Taha, Lopes e Soares (2016) declaram que a experimentação trabalhada de forma instigante pode ser uma ferramenta capaz de despertar no aluno o interesse pelo estudo da Física, o que torna as aulas mais próximas da realidade do aluno, possibilitando um olhar mais crítico ao conhecimento exposto pelo professor.

Estes pressupostos demonstram que a experimentação pode ser utilizada de maneiras distintas no ensino de Física, seja como agente motivador, como forma de comprovação de teorias, como demonstração e no contexto de atividades investigativas. De acordo com as concepções epistemológicas atuais, Zanatta e Leiria (2018, p. 130) destacam que o papel da atividade experimental é:

“produzir uma conversação para promover conflitos entre os conceitos pré-existentes dos alunos e os conceitos compartilhados pela comunidade científica (...) a atividade experimental deve levar em consideração os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, de tal forma que os conceitos não devam ser decorados, mas, sim, relacionados” (ZANATTA; LEIRIA, 2018, p. 130).

Neste sentido, o presente trabalho é direcionado à aplicação de atividades experimentais demonstrativas investigativas, que de acordo com Carvalho (2017, p.13) “são problemas experimentais em que a ação é realizada pelo professor, devido ao fato da aparelhagem oferecer perigo ao ser manipulado pelos alunos”. Porém, tem-se a resolução de problemas, de maneira a estimular a investigação do fenômeno que virá a acontecer, levantando hipóteses e questionando os alunos, além de incitar a sistematização de ideias e orientar a discussão do trabalho em grupo para o registro de suas conclusões por meio da descrição e/ou elaboração de desenhos/esquemas. Desta forma, destaca-se como critérios importantes a organização, discussão e reflexão sobre todas as etapas da experiência, o que propicia interpretar os fenômenos físicos e trocar informações durante a aula, seja ela na sala ou no laboratório (PARANÁ, 2008, p.74).

Mediante ao exposto, nota-se que o papel do professor na experimentação é transformado de mero transmissor do conhecimento para mediador na relação entre o aluno e o experimento, de modo a conduzir o educando a uma construção correta e ativa do conhecimento e do desenvolvimento do pensamento crítico e autônomo, para a promoção da aprendizagem significativa. Nesse sentido, Moreira (2011a) ressalta a importância da pedagogia construtivista desenvolvida por Lev Vygotsky, a

qual estabelece que o desenvolvimento cognitivo precisa ser entendido com referência ao contexto social e histórico, ou seja, têm sua origem em processos sociais. Deste modo, o desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais (MOREIRA, 2011a). Assim, as construções de saberes pelo aprendiz se dão primordialmente via interação social, que é fundamental para a transmissão dinâmica do conhecimento construído social, histórica e culturalmente, onde se torna presente a aquisição de significados (MOREIRA, 2011a). Neste processo, o professor se torna um mediador da relação entre estudantes, conhecimento e experimentação, sendo o orientador do conhecimento, de modo a levar o aluno a transformar seus pensamentos, partindo do senso comum para o saber científico (CARVALHO, 2010). Logo, faz-se presente a aprendizagem significativa, a qual será destacada na próxima seção deste trabalho, evidenciando a relação entre conhecimento científico e saberes prévios do aluno.

2.2. TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Com o intuito de desenvolver uma SD para o conteúdo de Dilatação Térmica, a qual visa a aprendizagem significativa de alunos da EJA, se faz necessário um estudo sobre a TAS, desenvolvida por David Ausubel (2000).

A Aprendizagem Significativa é o processo no qual um novo conhecimento ou novo conceito se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do estudante, se interligando ao que ele já sabe (MOREIRA, 2011a). A concepção de não arbitrariedade e não literal é compreendida como uma aprendizagem plausível, sensível e não aleatória, onde as ideias anteriores, ou seja, os conhecimentos prévios dos alunos, denominados subsunçores, são âncoras para os novos conceitos assimilados, fazendo com que a aprendizagem possua mais sentidos e significados para o indivíduo, visto que considera seus conhecimentos (AUSUBEL, 2000). De acordo com Moreira (2009, p.7):

Pode-se, então, dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Ou seja, novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidos significativamente (e retidos), na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos estejam, adequadamente claros e disponíveis, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às primeiras (MOREIRA, 2009, p. 7).

Desta maneira, falar de subsunçores é falar de ideias âncoras, preposições, modelos mentais, representações, imagens, símbolos, elementos existentes na estrutura do sujeito e relevantes para o aprendizado de outros saberes. Esses conhecimentos prévios são muito importantes, visto que a interação de novos aprendizados, seja por recepção ou por descobrimento, depende da existência e estabilidade dos subsunçores (MOREIRA, 2011b). Como declara Moreira (2011b, p. 26), “na perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para a aprendizagem significativa”. Conseqüentemente, o subsunçor pode ser modificado e adquirir mais significados, se tornando mais amplo e relacionável com outras ideias, à medida que interage com as novas informações e novos saberes na estrutura cognitiva do educando, como destaca Moreira (2012, p.2):

“O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes” (MOREIRA, 2012, p.2).

Neste pressuposto, faz-se necessário pensar também no surgimento dos primeiros subsunçores que aparecem na infância e são consolidados por meio do descobrimento, da assimilação, da relação pessoal, da linguagem, nas representações, nas interações com objetos e etc. Como exemplo, evidencia-se quando a criança encontra um cachorro pela primeira vez e o adulto que a acompanha explica para ela que aquele animal é um cachorro. Assim, através desta interação ela consegue assimilar e representar este animal especificamente em seu pensamento. De tal modo, à medida que essa criança conhece e aprende outros tipos de animais ou outras raças de cachorro, esse subsunçor será ativado e poderá se tornar âncora para novos aprendizados, podendo, além disso, se modificar ganhando mais significados e ficando mais estável à medida que se relaciona com novas informações (MOREIRA, 2011b).

No contexto educacional, quando o estudante não apresenta subsunçor necessário para determinado conhecimento, como solução há os organizadores prévios. Moreira (2009, p.13) afirma que “organizadores prévios são materiais

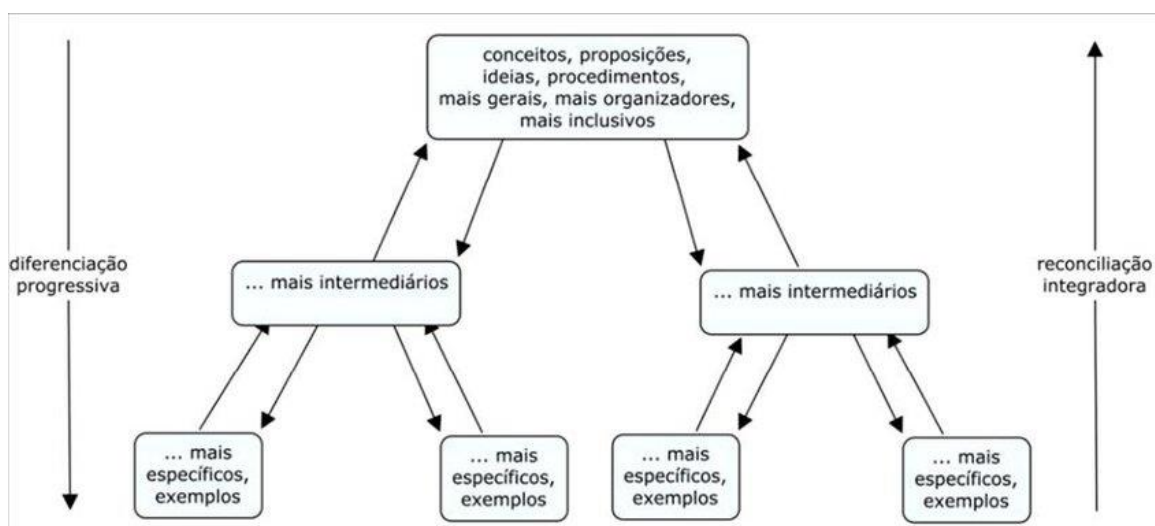
introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material”.

Esses organizadores são usados para suprir a deficiência de subsunçores ou mostrar a relação e diferença entre os conhecimentos novos com os já existentes (AUSUBEL, 2000).

Importante destacar também que na aprendizagem significativa a estrutura cognitiva sofre processos dinâmicos, nas quais o subsunçor varia ao longo do tempo, de forma a se diferenciar ou se reconciliar com novas informações. Mediante a isso, Moreira (2011b) destaca dois processos principais os quais são denominados: diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

A diferenciação progressiva constitui-se de um processo no qual um subsunçor ganha mais significados, ficando mais rico, estável e amplo à medida que é utilizado para se relacionar com o novo saber. Já a reconciliação integradora é um processo que busca suprir as diferenças, unindo semelhanças, interligando significados e fazendo reorganizações dos conhecimentos prévios, onde o mais abrangente se tornar o subsunçor mais geral e possível de serem âncora às novas informações (MOREIRA, 2011b). Esses processos são dinâmicos e ocorrem simultaneamente conforme representação esquemática na FIGURA 1.

FIGURA 1 – DIAGRAMA INDICANDO QUE A DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E A RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA SÃO PROCESSOS INTERDEPENDENTES E DINÂMICOS DA ESTRUTURA COGNITIVA



FONTE: MOREIRA (2011b, p.44).

Além desses processos, Moreira (2012, p. 3) destaca duas formas principais de aprendizagem, as quais são:

“Esta forma de aprendizagem significativa, na qual uma nova ideia, um novo conceito, uma nova proposição, mais abrangente, passa a subordinar conhecimentos prévios é chamada de *aprendizagem significativa superordenada*. Não é muito comum; a maneira mais típica de aprender significativamente é a aprendizagem *significativa subordinada*, na qual um novo conhecimento adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante” (MOREIRA, 2012, p.3).

Com isso, nota-se que a aprendizagem mais corriqueira é a aprendizagem subordinada, onde o novo saber se ancora ao conhecimento prévio do estudante. Todavia, quando este conhecimento novo é mais geral e significativo que o subsunçor, o mesmo se torna um novo subsunçor que se relaciona e subordina aos outros conhecimentos prévios já estruturados na mente do indivíduo (MOREIRA, 2011a, 2011b).

De modo geral, a aprendizagem significativa é um processo progressivo e constante, onde há relação e assimilação de novas informações com os conhecimentos que o aluno já possui, tornando-os mais significativos e estáveis. Contudo, sabe-se que na escola tradicional a aprendizagem mais comum é a mecânica, na qual o aluno somente decora o conteúdo para avaliações e o mesmo não possui significado para ele, podendo ser facilmente esquecido. Ainda assim, em ambas as aprendizagens, tanto a mecânica quanto a significativa, podem ocorrer o processo de esquecimento, visto que à medida que se deixa de usar um dado conhecimento, pode-se esquecê-lo parcialmente. Porém, se os alunos aprenderam significativamente, poderá reaprender e/ou lembrar o conceito sem dificuldade, pois ainda haverá vestígios desse conceito no subsunçor, podendo ser facilmente ativado. Por outro lado, para o sujeito lembrar-se de um conceito aprendido mecanicamente, o mesmo deverá estudá-lo todo novamente, como se ele nunca tivesse aprendido (MOREIRA, 2011b).

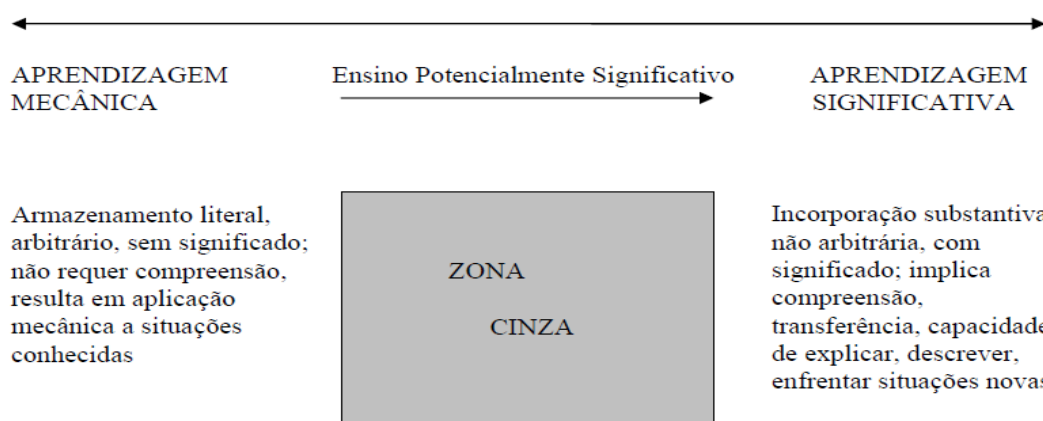
Assim, Moreira (2012, p. 17) destaca que:

“[...] a vantagem da aprendizagem significativa sobre a mecânica é a compreensão, o significado, a capacidade de transferência a situações novas (na aprendizagem mecânica o sujeito é capaz de lidar apenas com situações conhecidas, rotineiras). Mais tarde, a vantagem está na maior retenção e na possibilidade de reaprendizagem (que praticamente não

existe quando a aprendizagem é mecânica) em muito menos tempo do que a aprendizagem original” (MOREIRA, 2012, p.17).

Mediante isso e buscando propor aos estudantes uma aprendizagem significativa, faz-se necessário considerar um ensino potencialmente significativo, que conduza o estudante da aprendizagem mecânica à aprendizagem significativa, conforme representação esquemática da FIGURA 2.

FIGURA 2 - VISÃO ESQUEMÁTICA DO CONTÍNUO APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA – APRENDIZAGEM MECÂNICA, SUGERINDO QUE NA PRÁTICA GRANDE PARTE DA APRENDIZAGEM OCORRE NA ZONA INTERMEDIÁRIA DESSE CONTÍNUO E QUE UM ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO PODE FACILITAR “A CAMINHADA DO ALUNO NESSA ZONA CINZA”



FONTE: MOREIRA (2011b, p. 32).

Apesar do exposto, Moreira (2011b) considera duas condições importantes para que a aprendizagem significativa ocorra: o material precisa ser potencialmente significativo, ou seja, deve ser lógico e disposto de conhecimentos específicos relevantes; além disso, o aluno precisa ter predisposição para aprender. Desta forma, quando se fala de material potencialmente significativo, refere-se a um material que possa se relacionar de maneira lógica á estrutura cognitiva do sujeito e o aluno neste caso, precisa apresentar subsunçores necessários para que este material se relacione com seus conceitos prévios. Para isso, é importante também que o estudante possua uma vontade e desejo de aprender, pois somente assim haverá a relação entre subsunçores e novas informações (MOREIRA, 2011b; MOREIRA, 2009).

Diante de todo este processo que incorpora a TAS, além da predisposição do aluno em aprender, destaca-se também o papel do professor, o qual precisa se modificar, tornando-se um comunicador e mediador, de maneira a despertar o interesse do aluno e levá-lo à construção de seu próprio conhecimento. Portanto, o educador não deve deter-se em apenas transmitir o conteúdo abordado, mas torná-lo acessível para não correr o risco de o estudante abandonar seus estudos ou desmotivar-se (MOREIRA, 2009).

2.3. CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com o viés de elaborar uma SD sobre Dilatação Térmica, buscou-se analisar os critérios importantes para sua criação, com base nos estudos de Zabala (1998). De acordo com o autor, a SD configura-se como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18).

O termo SD constitui-se como uma proposta metodológica e teórica (MESQUITA; LEÃO; SOUZA, 2016), que surgiu em 1996, destinada para o ensino de línguas na França (GONÇALVES; FERRAZ, 2016). De qualquer forma, possui um importante papel na prática educativa, visto que proporciona sua análise e reflexão, antes e depois da execução das aulas, englobando processos como o planejamento, aplicação e avaliação (ZABALA, 1998).

Além disso, a SD como qualquer proposta metodológica, possui certa descrição e organização de atividades, além de tarefas determinantes no processo de ensino aprendizagem. Neste intuito, Zabala (1998, p.20) agrupa a sequência de atividades da seguinte maneira:

“(...) *sequências de atividades* (aula expositiva, por descobrimento, por projetos...), determinadas relações e situações comunicativas que permitem identificar certos *papéis concretos dos professores e alunos* (diretivos, participativos, cooperativos...), certas formas de agrupamento ou *organização social da aula* (grande grupo, equipes fixas, grupos móveis...), uma maneira de *distribuir o espaço e o tempo* (cantos, oficinas, aulas por área...), um sistema de *organização dos conteúdos* (disciplinar, interdisciplinar, globalizador...), um *uso dos materiais curriculares* (livro-texto, ensino dirigido, fichas de autocorreção...) e um procedimento para a *avaliação* (de resultados, formativa, sancionadora...)” (ZABALA, 1998, p.20).

Desta forma, a sequência de atividades corresponde à maneira de organizar e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática, ou ao longo de um conteúdo específico, permitindo a realização e a concretização de determinados objetivos educativos pré-estabelecidos. A respeito do papel dos professores e dos alunos, destaca-se que o mesmo se evidencia durante as relações professor e aluno ou alunos e alunos. Essas relações ocorrem por meio da comunicação e do vínculo afetivo estabelecido durante a explicação e a transposição de conhecimento, podendo proporcionar ou não uma aprendizagem adequada, sendo um fator importante a ser considerado quando se busca a elaboração de uma proposta metodológica visando a aprendizagem de conceitos e saberes científicos. Ademais, a organização social da sala, em que alunos e alunas são estruturados em uma dinâmica grupal, permite o trabalho coletivo e contribui para a formação pessoal dos estudantes. Já em relação à utilização dos espaços e do tempo, se configura como um fator importante durante a prática educativa, visto que por meio desses fatores é possível adaptar a dinâmica da aula às diferentes necessidades educacionais que podem surgir. Além disso, a organização de conteúdos e o uso de materiais curriculares constituem fatores cruciais para a prática, uma vez que auxiliam na transposição, elaboração e construção do conhecimento. E, por fim, o papel da avaliação configura-se como uma peça-chave para a metodologia, pois através dela se consegue analisar o desempenho e os resultados da aprendizagem (ZABALA, 1998).

Vale ressaltar também a importância de organizar a SD visando conteúdos e objetivos adequados para as necessidades de cada público, como destaca os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs⁺) (2002, p.16):

“Para a organização dessas atividades faz-se necessário privilegiar a escolha de conteúdos que sejam adequados aos objetivos em torno dos quais seja possível estruturar e organizar o desenvolvimento das habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e valores desejados” (BRASIL, 2002, p.16).

Nesse intuito, Zabala (1998) destaca ainda outra estrutura mais detalhada a respeito da SD, visando a aprendizagem de conteúdos factuais, procedimentais e atitudinais. Os conteúdos factuais são conhecimentos de fatos, acontecimentos, datas, situações e fenômenos concretos. Já os procedimentais incluem regras,

técnicas, métodos, habilidades (ler, calcular, observar e etc.) necessários para determinados objetivos. Por fim, os atitudinais, englobam valores, normas e atitudes necessários para melhorar a convivência e trabalho coletivo na sala de aula (ZABALA, 1998).

Diante do exposto, a estrutura a qual faz referência esta monografia configura-se, segundo Zabala (1998, p. 60), como:

1. “Apresentação, por parte do professor ou da professora, de uma situação problemática relacionada a um tema
O professor ou a professora desenvolve um tema sobre um fato ou acontecimento, destacando os aspectos problemáticos e os que são desconhecidos para os alunos.
2. Diálogo entre professor ou professora e alunos
O professor ou a professora estabelece um diálogo com os alunos e entre eles e promove o surgimento de dúvidas, questões e problemas relacionados com o tema.
3. Comparação entre diferentes pontos de vista
O professor ou a professora facilita diferentes pontos de vista e promove a discussão em grupo.
4. Conclusões
A partir da discussão do grupo e de suas contribuições, o professor ou a professora estabelece as conclusões.
5. Generalização
Com as contribuições do grupo e as conclusões obtidas, o professor ou a professora estabelece as leis, os modelos interpretativos ou os princípios que se deduzem deles.
6. Exercícios de memorização
Os meninos e meninas, individualmente, realizam exercícios de memorização que lhes permitam lembrar os resultados das conclusões e da generalização.
7. Prova ou exame
Na classe, todos os alunos respondem às perguntas e fazem os exercícios do exame durante uma hora” (ZABALA, 1998, p.60).

Assim, tem-se a estrutura de uma SD que visa a aprendizagem de conceitos factuais, procedimentais e atitudinais, além de propiciar análise dos conhecimentos prévios dos alunos e a apresentação de conteúdos de maneira significativa, que permita conflitar as ideias prévias dos estudantes com os novos conhecimentos, por meio de atividades e atitudes favoráveis do docente (ZABALA, 1998). A terceira seção deste trabalho (apresentada posteriormente) corresponde a uma proposta de SD sobre Dilatação Térmica, embasada nesta teoria, com seus objetivos e atividades previamente determinados.

2.4. CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DE DADOS - ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

A SD elaborada nesta monografia foi desenvolvida para alunos da EJA. Com o intuito de analisar os resultados que serão obtidos diante a sua aplicação, utilizou-se o estudo a cerca dos critérios necessários para análise de dados, embasados na ATD.

A ATD configura-se como uma metodologia de análise de dados, em relação à pesquisa qualitativa, onde busca se analisar o discurso e o conteúdo da pesquisa (MORAES; GALIAZZI, 2006; SOUSA; GALIAZZI, 2016).

Segundo Moraes (2003, p.192) a ATD é compreendida como:

“(...) um processo auto organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do corpus, a *unitarização*; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a *categorização*; o *captar do novo emergente* em que a nova compreensão é comunicada e validada” (MORAES, 2003, p.192).

Deste modo, ATD possui três processos principais para análise e sistematização dos resultados obtidos durante a pesquisa. O primeiro deles é a *unitarização*, compreendida como uma reestruturação do texto por unidades de significados, separando-o em fragmentos segundo os fenômenos estudados. Já a *categorização* configura-se como um processo de junção entre as unidades fragmentadas anteriormente, por meio da combinação, da semelhança e da classificação, de maneira a criar categorias de análise. Por fim, o *captar do novo emergente* consiste em um *metatexto resultante* que possibilita a compreensão e análise do material todo, resultado da combinação dos dois processos anteriores (MORAES, 2003; RAMOS; RIBEIRO; GALIAZZI, 2015; MORAES; GALIAZZI, 2006). Segundo Ramos, Ribeiro e Galiuzzi (2015, p.128) essa produção de metatextos “(...) é um exercício de autoria e de preparação de argumentos a serem comunicados com vistas à validação do que foi compreendido sobre o corpus analisado”.

Assim a ATD, busca analisar os dados elaborados pelos alunos investigando como ocorreu o processo de reestruturação dos conhecimentos prévios com os saberes científicos. Nessa análise, não se faz juízo de valor das ideias dos sujeitos, busca-se apenas interpretar essas ideias, a fim de identificar relações entre os

significados do que pensam, dizem ou escrevem os estudantes (RAMOS; RIBEIRO; GALIAZZI, 2015). Com base nesse referencial, buscou-se investigar e compreender os resultados obtidos com a SD descritos na seção 4 desta monografia.

3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Destaca-se, nesta seção, a elaboração de uma SD relacionada ao conteúdo de Dilatação Térmica, destinada aos alunos da EJA e programada para dez horas aulas.

Esta sequência foi embasada nos autores: Bonjorno (2003), Torres et al. (2010) e Xavier; Barreto Filho (2010), tendo como objetivo geral possibilitar que os alunos compreendam os conceitos relacionados à Dilatação Térmica, suas características e aplicações práticas. Além disso, tem-se como objetivos específicos: contextualizar e exemplificar situações que envolvem Dilatação Térmica no dia-a-dia, por meio de imagens ilustrativas e textos informativos; conceituar a dilatação linear, superficial e volumétrica, além de estabelecer relações entre a estrutura interna dos sólidos, líquidos e gases, tendo em vista o efeito da variação de temperatura; resolver situações-problemas, por meio da aplicação do conceito de Dilatação Térmica e do reconhecimento das grandezas físicas e investigar experimentalmente e por meio de simuladores os diferentes tipos de Dilatação Térmica e suas características.

Os *materiais necessários* para sua execução são: giz, quadro negro, projetor, imagens e slides que explicam os tipos de Dilatação Térmica, notebook, computadores com acesso à internet, simuladores online sobre Dilatação Térmica, sulfite, papel Kraft, canetões, lápis, borracha, caneta, questionários pré e pós- teste, atividades com simuladores, situações problemas sobre Dilatação Térmica, texto informativo e materiais para os experimentos (descritos abaixo).

Em relação à *organização do espaço físico*, tem-se que na primeira aula, a turma ficará disposta em um semicírculo, para uma conversa prévia sobre o conteúdo, onde serão sistematizadas algumas palavras chaves no papel Kraft que auxiliaram na transposição dos saberes cotidianos para os saberes científicos. Na segunda, terceira, quarta e quinta aula os alunos estarão em filas horizontais, voltados para a parede, onde será realizada a projeção dos slides, para introdução do conceito, das características, dos tipos de Dilatação Térmica e para a realização de algumas situações – problemas. Na sexta, sétima, oitava e nona aula, os alunos ficarão dispostos na sala ou no laboratório de Informática, para realização dos experimentos demonstrativos, das simulações online e suas respectivas atividades avaliativas. Por fim, na última aula, será reaplicado o questionário realizado

inicialmente, a fim de investigar o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

Deste modo, com o objetivo de evidenciar todas as etapas da SD e os receptivos encaminhamentos metodológicos, o QUADRO 1 a seguir apresenta uma síntese referente a cada atividade desenvolvida, englobando na primeira coluna a atividade, com seu respectivo título e subtítulos, na segunda coluna a etapa que esta atividade esta inserida na SD e por fim, na terceira coluna tem-se as características de cada atividade, bem como seu objetivo, tempo de duração e descrição sintetizada de sua estrutura.

QUADRO 1- DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES QUE COMPÕEM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

(Continua)

ATIVIDADES	ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	CARACTERÍSTICAS
Atividade 01- O que você sabe?	Apresentação de uma situação problemática relacionada a um tema e diálogo entre professora e alunos.	Esta atividade possui a duração de 20 min e tem como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos. É destinada para o início das aulas, como um pré-teste, contendo oito questões dissertativas referentes a situações do cotidiano relacionado ao conteúdo de Dilatação Térmica.
Conversa introdutória com os alunos.	Apresentação de uma situação problemática relacionada a um tema e diálogo entre professora e alunos.	O tempo de duração é de 30 min, tem como objetivo evidenciar os conhecimentos que os alunos já possuem e é planejada para ser realizada após a atividade 01. Engloba demonstração de imagens de diferentes tipos de dilatação térmica presentes no cotidiano e vários questionamentos realizados aos alunos oralmente, sobre as imagens observadas.
Elaboração de um cartaz.	Comparação entre diferentes pontos de vista.	Esta atividade tem por objetivo auxiliar na transposição dos saberes cotidianos para saberes científicos e será iniciada durante a conversa introdutória com os alunos e retomada no decorrer de toda SD. Consiste na confecção de um cartaz com palavras-chave que destaque os saberes da turma e os conceitos científicos apresentados.

QUADRO 2- DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES QUE COMPÕEM A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

(Conclusão)

<p>Atividade 02- Dilatação Térmica, Dilatação Linear, Dilatação Superficial e Dilatação Volumétrica.</p>	<p>Conclusões e generalizações.</p>	<p>Objetivo desta atividade é introduzir o conteúdo de dilatação e contração térmica de maneira contextualizada com a realidade dos estudantes. Possui a duração de 4 horas/aulas e consiste na apresentação do conteúdo de dilatação térmica, destacando seus tipos, suas características, equações matemáticas e aplicações práticas no dia-a-dia, além de exemplos relacionados a cada tipo de dilatação, por meio de imagens, vídeos, experiências e simulações. A realização desta atividade está planejada para logo após a conversa com os alunos.</p>
<p>Atividade 03- Aprendendo, Fazendo e Conhecendo.</p>	<p>Exercícios de assimilação.</p>	<p>Esta atividade possui duração de 4 horas/aulas e tem como objetivo investigar as características da dilatação térmica, através de simulações e experiências. Consiste em seis questões, dissertativas, envolvendo cálculos matemáticos e verdadeiro ou falso, sobre o conteúdo de dilatação térmica, através de simulações e experiências. A realização desta atividade está destinada para após a explicação do conteúdo.</p>
<p>Atividade 04- O que você aprendeu?</p>	<p>Avaliação.</p>	<p>Objetivo desta atividade é analisar o aprendizado dos alunos em relação ao conteúdo de dilatação térmica. Possui a duração de 50 min e compreende um pós-teste, contendo as mesmas questões da atividade 01, porém com duas a mais, relacionadas a exemplos do cotidiano e apreciação da SD. A realização desta atividade está planejada para a última aula da SD.</p>

FONTE: Os autores (2018).

METODOLOGIA

Em referência aos estudos de Zabala (1998), dividiu-se a metodologia segundo um exemplo de estrutura de SD, a qual engloba as seguintes características: apresentação de uma situação problemática relacionada a um tema; diálogo entre professora e alunos; comparação entre diferentes pontos de vista; conclusões e generalizações, exercícios de assimilação; além de prova ou exame (avaliação).

APRESENTAÇÃO DE SITUAÇÕES PROBLEMÁTICAS RELACIONADAS AO TEMA E DIÁLOGO ENTRE PROFESSORA E ALUNOS:

Com o objetivo de identificar e registrar os conhecimentos prévios dos alunos, em relação ao conceito de Dilatação Térmica, a aula será iniciada com um pré-teste impresso (*ATIVIDADE 01*) que será entregue a cada estudante. Os alunos terão aproximadamente 20 minutos para responder as questões.

ATIVIDADE 01



1. Assinale abaixo os termos que você já ouviu falar, já estudou ou conhece:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Dilatação Térmica | <input type="checkbox"/> Dilatação dos líquidos |
| <input type="checkbox"/> Coeficiente de dilatação | <input type="checkbox"/> Dilatação dos sólidos |
| <input type="checkbox"/> Calor | <input type="checkbox"/> Dilatação dos gases |
| <input type="checkbox"/> Temperatura | <input type="checkbox"/> Moléculas |
| <input type="checkbox"/> Junta de dilatação | |

2. Qual a diferença entre calor e temperatura?

3. O que é densidade?

4. Por que nas construções civis de pontes, viadutos e calçadas, os construtores deixam pequenas fendas de divisória? O que aconteceria com essas construções, em um dia de temperatura elevada, se as fendas estivessem colocadas muito próximas?

5. Quando colocamos uma quantidade de chá muito quente em um copo de vidro comum pode ocorrer do mesmo trincar. Qual é a explicação física para isso?

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

7. Explique o que acontece internamente com um corpo (com suas moléculas) quando ele se dilata?

8. Explique os fenômenos observados nas imagens abaixo:

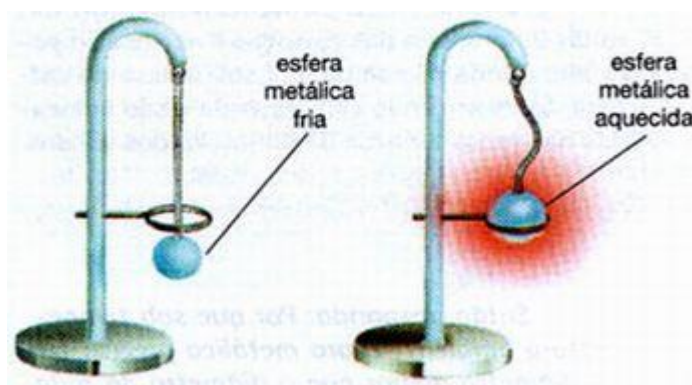
FIGURA 3 - CHARGE SOBRE O AQUECIMENTO DE PEÇAS



a)

FONTE: Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26813>>. Acessado em 10 jun. 2018.

FIGURA 4 - ANEL DE GRAVESANDE



b)

FONTE: Disponível em <http://rilf-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

Após a aplicação do pré-teste, com os estudantes dispostos em um semicírculo, será realizada a apresentação de imagens de diferentes tipos de Dilatação Térmica presentes no dia-a-dia (fendas em calçadas, aberturas em linhas férreas e etc.), utilizando-se um projetor e slides, com o objetivo de instigar os

alunos a responderem os seguintes questionamentos:

- O que vocês observam nas imagens?
- Em que aspectos as imagens se assemelham?
- Quais são as principais causas desses problemas?
- É possível evitar que ocorram? Como?
- Como essas fendas presentes nas construções auxiliam para não ocorrer este tipo de problema?
- O que é necessário para que haja uma expansão ou contração dos materiais?
- Como a temperatura influencia nesta expansão ou contração?
- Esse efeito ocorre somente em uma dimensão? Em quais outras podem ocorrer?
- Materiais distintos dilatam da mesma maneira? Por quê?
- A dilatação ocorre da mesma forma em todas as direções? Por quê?
- Dentre os diversos contextos nos quais ocorrem a Dilatação Térmica, quais estão mais presentes no nosso dia a dia?
- Nas construções civis e/ou em redes de transmissão de energia elétrica existem regulamentações relacionadas aos efeitos da Dilatação Térmica. Vocês possuem conhecimento sobre alguma das implicações dessas regulamentações?

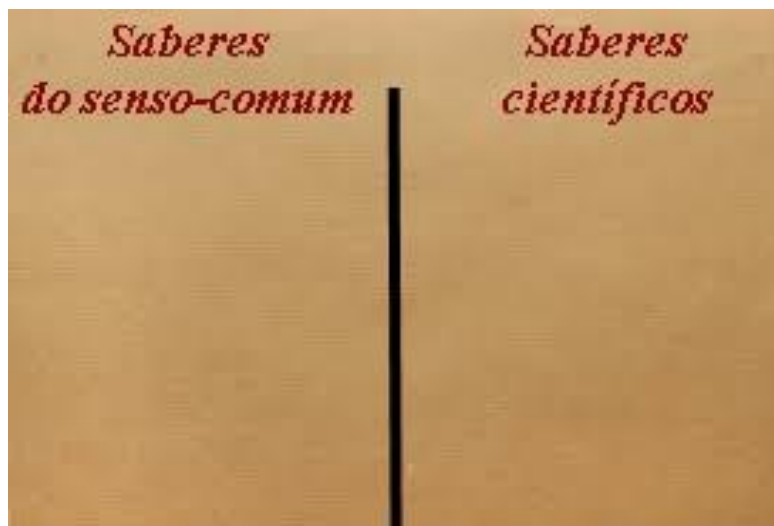
Dentre esses, outros questionamentos podem surgir, conforme o andamento da temática. De qualquer forma, este diálogo possui a duração de aproximadamente 30 min.

COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES PONTOS DE VISTA

Será elaborado juntamente com os alunos, em um papel Kraft, um cartaz com algumas palavras-chaves de conceitos importantes que poderão ser relatados no desenvolvimento da *ATIVIDADE 01*. Esse cartaz auxiliará durante o desenvolvimento das aulas seguintes na transposição dos saberes do cotidiano dos alunos para os saberes científicos, onde a educadora poderá sempre destacar e comparar ambos os conhecimentos. Ou seja, durante a discussão realizada inicialmente os conhecimentos do senso comum serão evidenciados.

Posteriormente, com a apresentação dos conceitos envolvidos, os conhecimentos científicos serão destacados, de modo a resgatar a discussão realizada inicialmente. A FIGURA 5 representa esquematicamente o cartaz a ser produzido.

FIGURA 5 - EXEMPLO DE UM CARTAZ DE SABERES COMPARATIVO



FONTE: Os autores (2018).

CONCLUSÕES E GENERALIZAÇÃO

Após a realização da primeira aula descrita anteriormente, será realizado uma reflexão e análise das problemáticas apresentadas e dos temas discutidos de forma a conduzir o aluno ao conhecimento científico de Dilatação Térmica. Para isso, na segunda, terceira, quarta e quinta aula, a educadora utilizará imagens, vídeo ilustrativo¹ e o simulador online PhET² e a *ATIVIDADE 02*, para explicar os conceitos fundamentais, os diferentes tipos, as características, o efeito da temperatura em diferentes estados da matéria, as equações matemáticas e as aplicações práticas do conteúdo de Dilatação Térmica. Ressaltará também alguns elementos descritos anteriormente pelos alunos. Ainda nesta etapa poderá trabalhar de forma a relembrar com os alunos os conceitos de calor, temperatura, pressão e densidade.

¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=seZrNQC-NI8>> . Acessado em 23. Jul. 2018.

² Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html> . Acessado em 23. Jul. 2018.

Vale ressaltar que a *ATIVIDADE 02* tem por objetivo apresentar, de maneira contextualizada e relacionada ao cotidiano dos alunos, os conceitos, as características e as aplicações práticas da dilatação e contração térmica, por meio de situações problemas, de modo que os alunos consigam obter suas próprias conclusões e generalizações sobre o conteúdo, com base nos seus conhecimentos prévios.

ATIVIDADE 02



VOCÊ SABERIA EXPLICAR...

PORQUE É COMUM ALGUMAS PESSOAS AQUECEREM A TAMPA METÁLICA DE UM VIDRO DE CONSERVA PARA ABRIR?

POR QUE NAS OFICINAS MECÂNICAS É MUITO COMUM VERMOS OS MECÂNICOS AQUECEREM UMA PORCA PARA RETIRÁ-LA DO PARAFUSO?

FIGURA 6 – ABRINDO UM VIDRO EM CONSERVA.



FONTE: Disponível em:
<<http://guiadossolteiros.com/2012/08/13/como-abrir-vidro-de-conserva-facilmente/>>. Acessado em 22. Jul. 2018.

FIGURA 7 – MECÂNICO DESMONTANDO MOTOR DE VEÍCULO.



FONTE: Disponível em: <<http://omecanico.com.br/desmontagem-do-motor-vhce-da-chevrolet/>>. Acessado em 22. Jul. 2018.

De modo geral, os corpos quando sofrem variação de temperatura, têm todas as suas dimensões alteradas. Esse fenômeno denomina-se *Dilatação Térmica*, quando há aumento em suas dimensões, ou *Contração Térmica*, quando essas diminuem (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010).

Esse fenômeno físico é muito comum no cotidiano, como evidenciado nas FIGURAS 6 e na FIGURA 7 e precisa ser compensado em diversas situações práticas, tais como na construção de pontes, viadutos, cerâmicas e ferrovias, de modo que há sempre um espaço entre dois segmentos denominado junta de dilatação. A FIGURA 8 e FIGURA 9 evidenciam as juntas de dilatação, correspondentes ao espaço entre trilhos e ao rejunte entre pisos, respectivamente. Sua função é permitir que o material possa se expandir ou contrair, devido à variação de temperatura, sem que haja trincas que podem vir a danificar e prejudicar as construções (BONJORNO, 2003; XAVIER; BARRETO FILHO, 2010).

FIGURA 8 - JUNTA DE DILATAÇÃO EM FERROVIA, QUE AUXILIA NA REDUÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELA DILATAÇÃO TÉRMICA.



FONTE: Disponível em: <http://cepesf3dm2016.blogspot.com/2016/11/dilatacao_41.html>. Acessado em 23. Jul. 2018.

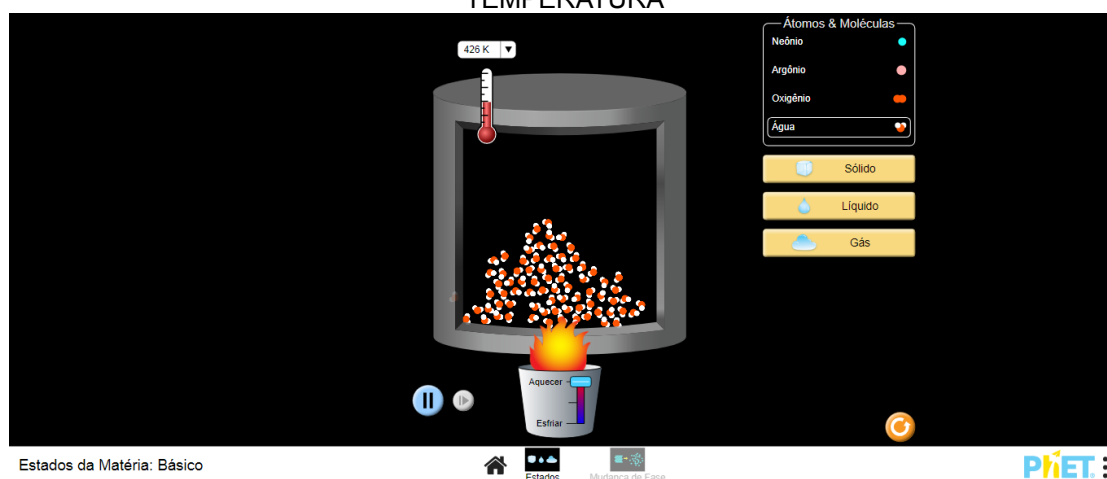
FIGURA 9 - JUNTAS DE DILATAÇÃO DE CONCRETO, PERMITINDO A EXPANSÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA, SEM QUE HAJA RACHADURAS NOS PISOS.



FONTE: Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/juntas-de-dilatacao-e-os-efeitos-das-variacaoes-climaticas-nas-estruturas/>>. Acessado em 23. Jul. 2018.

Para compreender melhor como o aumento da temperatura implica nas dimensões de um corpo, faz-se necessário analisar o fenômeno microscopicamente, visto que, com o aumento da temperatura há uma maior agitação dos átomos que formam o corpo. Esse aumento na agitação das partículas faz com que elas se desloquem e se afastem umas das outras, aumentando o espaço entre elas. Macroscopicamente tem-se o aumento nas dimensões do objeto (BONJORNO, 2003; XAVIER; BARRETO FILHO, 2010; TORRES; FERRARO; SOARES, 2010), como demonstrado na simulação PhET³ e no vídeo⁴, correspondentes à FIGURA 10 e FIGURA 11, respectivamente.

FIGURA 10 - SIMULAÇÃO DOS ESTADOS DA MATÉRIA SUBMETIDOS À VARIAÇÃO DE TEMPERATURA



FONTE: Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html> . Acessado em 23. Jul. 2018.

FIGURA 11 - VÍDEO EXPLICATIVO SOBRE CONTRAÇÃO E DILATAÇÃO TÉRMICA



FONTE: Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=seZrNQC-NI8>> . Acessado em 23. Jul. 2018.

³ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html> . Acessado em 23. Jul. 2018.

⁴ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=seZrNQC-NI8>> . Acessado em 23. Jul. 2018.

Em resumo, a *Dilatação Térmica* é a variação que ocorre nas dimensões de um corpo quando submetido ao aquecimento térmico. O caso inverso, chamado de *Contração Térmica*, acontece quando se diminui a temperatura de um corpo. Analogamente, isso causa a diminuição da agitação das partículas e como consequência a diminuição do volume do corpo. Dependendo das dimensões dilatadas de forma mais significativas pelos corpos, seja comprimento, largura e/ou altura, a dilatação é classificada em: *linear*, *superficial* e *volumétrica*.

Dilatação Linear

VOCÊ SABERIA EXPLICAR...

VOCÊ SABERIA EXPLICAR PORQUE OS CABOS ELÉTRICOS QUE CONDUZEM A ELETRICIDADE NÃO SÃO ESTICADOS?

FIGURA 12 - REDE ELÉTRICA



FONTE: Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/internet/125277-operadora-testa-internet-alta-velocidade-rede-eletrica-eua.htm>>. Acessado em 23. Jul. 2018.

A resposta para esta pergunta está relacionada com o fenômeno da *dilatação linear*. A dilatação linear resulta do aumento nas dimensões do corpo, tendo alterações significativas apenas na dimensão o comprimento, conforme representação esquemática na FIGURA 13. É o que acontece, por exemplo, com os cabos elétricos, visto que dependendo das condições climáticas do local, podem

dilatar ou contrair. Assim, ao deixar os cabos ligeiramente com folga, evita-se que ocorra uma possível ruptura no fio, devido ao efeito da dilatação ocasionado pela variação na temperatura (CARVALHO, 2013a).

FIGURA 13 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA DILATAÇÃO LINEAR



FONTE: Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-dilatacao-termica-linear.htm>>. Acesso em 23 de jul. 2018.

Matematicamente, a dilatação linear é definida por:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

Onde,

$\Delta L = (L - L_0)$ = Variação do comprimento [m];

L_0 = Comprimento inicial [m];

α = Coeficiente de dilatação linear [$^{\circ}\text{C}^{-1}$];

$\Delta \theta = (\theta - \theta_0)$ = Variação de temperatura [$^{\circ}\text{C}$].

Vale ressaltar ainda que o coeficiente de dilatação é uma característica de cada substância ou material. Neste sentido, há corpos que se dilatam com maior facilidade do que outros. Isso ocorre em decorrência do material com que são constituídos. A TABELA 1 apresenta os coeficientes de dilatação de alguns sólidos (DIANA et al., 2018).

TABELA 1 – COEFICIENTE DE DILATAÇÃO DE ALGUNS SÓLIDOS

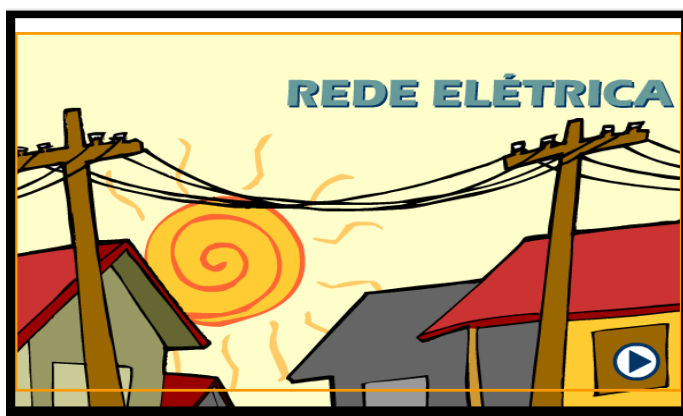
Sólidos	Coeficientes de Dilatação ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Vidro Comum	$8 \cdot 10^{-6}$
Aço	$11 \cdot 10^{-6}$
Concreto	$12 \cdot 10^{-6}$
Ferro	$12 \cdot 10^{-6}$
Cobre	$17 \cdot 10^{-6}$
Prata	$19 \cdot 10^{-6}$
Alumínio	$22 \cdot 10^{-6}$
Zinco	$26 \cdot 10^{-6}$
Chumbo	$27 \cdot 10^{-6}$

FONTE: Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/dilatacao-termica/>>. Acessado em: 11 jun. 2018.

EXEMPLIFICANDO O CONCEITO ...

1) Em um dia ensolarado João, um menino curioso e atento, estava observando a rede elétrica de sua vizinhança e notou que durante o dia os cabos elétricos estavam mais esticados do que a noite. Pesquisando na internet, ele descobriu que este efeito está relacionado com a dilatação linear, ocasionado pela variação de temperatura. Sabendo disso, João aferiu a temperatura durante dois momentos em um mesmo dia e consultou a Copel para descobrir o tamanho inicial do fio. Mas agora ele precisa descobrir o tamanho final do cabo, para saber o quanto o fio dilatou. Como você o ajudaria nesta tarefa? Acesse o simulador⁵ (conforme FIGURA 14) e descubra os dados que João obteve durante suas medições e ajude ele encontrar sua resposta.

FIGURA 14 - SIMULADOR SOBRE DILATAÇÃO LINEAR, RELACIONADO À REDE ELÉTRICA



FONTE: Disponível em <http://www2.fe.usp.br/~mef-pietro/rived/sim_termo_rede.html>. Acesso em 23 de jul. 2018.

2) A imprensa frequentemente tem noticiado diversas temperaturas altas que vêm ocorrendo no atual verão, no hemisfério norte. Como já se sabe, essas elevadas temperaturas podem ocasionar problemas nas construções civis, em relação a viadutos, pontes, calçadas, ferrovias e em várias outras situações, devido ao efeito da Dilatação Térmica. Mediante a isso, a empresa América Latina Logística (ALL), está preocupada com as estruturas

FIGURA 15 - LINHA FÉRREA



FONTE: Disponível em <<http://recrutadecristo.blogspot.com/2011/02/o-acidente-na-linha-do-trem-04-de.html>>. Acesso em 23 de jul. 2018.

⁵ Disponível em <http://www2.fe.usp.br/~mef-pietro/rived/sim_termo_rede.html>. Acesso em 23 de jul. 2018.

dos trilhos de 150 m de comprimento localizados em Mandaguari-PR, as quais se encontram ilustradas na FIGURA 15. Assim, a ALL e seus engenheiros precisam de sua ajuda para descobrir qual seria a dilatação (em cm) que esse trilho sofreria devido a uma variação de temperatura igual a 26 °C, sabendo que o coeficiente linear de Dilatação Térmica do trilho vale $\alpha = 1,2 \times 10^{-5}$ por grau Celsius.

Dilatação Superficial

VOCÊ SABERIA EXPLICAR...

VOCÊ JÁ PERCEBEU QUE DEPOIS DE UM DETERMINADO TEMPO APARECEM TRINCAS E RACHADURAS EM PARTES DE UMA CASA? PORQUE ISSO ACONTECE?

FIGURA 16 - TRINCAS EM PAREDE



FONTE: Disponível em <https://www.gazetadopovo.com.br/haus/arquitura/trincas-fissuras-e-rachaduras-saiba-como-identificar-e-resolver-o-problema/>. Acesso em 23 de jul. 2018.

FIGURA 17 - RACHADURA EM PISOS



FONTE: Disponível em <http://www.hidrel.net.br/segredos-para-piso-nao-soltar/>. Acesso em 23 de jul. 2018.

A explicação para este questionamento está na *dilatação superficial*. A dilatação superficial é resultado do aumento do corpo, tendo alterações significativas em duas dimensões: comprimento e largura. Esse tipo de dilatação é evidenciado, por exemplo, quando ocorrem trincas nas paredes ou rachaduras em pisos, pois devido à variação de temperatura, à umidade e à junção de materiais diferentes nas construções, esses podem reagir de modos diversos a variação de temperatura no ambiente e vão se contrair ou dilatar em quantidades diferentes, resultando nesses

problemas comuns do dia-a-dia. Uma solução para evitar esses tipos de problemas é a junta de dilatação (espaços entre pisos e colunas), que possibilitam a dilatação e contração do material, quando exposto a variadas temperaturas (CARVALHO, 2013b). A FIGURA 18 representa esquematicamente a variação na área de um corpo, quando o mesmo sofre dilatação superficial.

Matematicamente, a dilatação superficial é definida por:

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta$$

Onde,

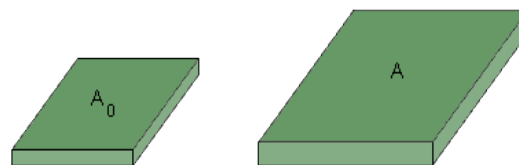
$\Delta A = (A - A_0) =$ Variação da área [m²];

$A_0 =$ Área inicial [m²];

$\beta =$ Coeficiente de dilatação superficial [°C⁻¹];

$\beta = 2 \cdot \alpha$

FIGURA 18 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA DILATAÇÃO SUPERFICIAL



FONTE: Disponível em <https://www.educabras.com/enem/materia/fisica/termologia/aulas/dilatacao_dos_solidos_dilatacao_volumetrica>. Acesso em 23 de jul. 2018.

EXEMPLIFICANDO O CONCEITO ...

3) Carla estava estudando o conteúdo de Dilatação Térmica, decorrente de uma aula de Física. Para isso, estava realizando pesquisas na internet referente ao tema (no sentido de complementar o conteúdo estudado), quando se deparou com um experimento denominado dilatação da moeda. O experimento sugeria que ela fizesse um orifício na tampa de um pote, de modo a passar uma moeda de 5 centavos por ele, conforme FIGURA 19. Na sequência, pedia para que aquecesse a moeda com uma vela. Curiosa pela

FIGURA 19 - EXPERIÊNCIA DA DILATAÇÃO DA MOEDA



FONTE: Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=dBhbACx-0uM>>. Acesso em 23 de jul. 2018.

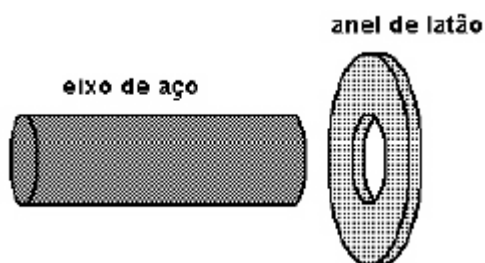
atividade proposta, Carla resolver realizar o experimento e observou que após aquecer a moeda a mesma não passava mais pelo orifício (PAULO; SILVEIRA, 2018). Carla ficou muito surpresa com o fenômeno observado, mas não conseguiu entender porque isso ocorreu e qual é a relação deste fato com as rachaduras vista na calçada de sua casa. Além disso, o exercício proposto pedia para encontrar a

variação superficial sofrida pela moeda. Reproduza esta experiência e descreva como você explicaria as dúvidas de Carla. Ademais, meça com o auxílio de um paquímetro o diâmetro da moeda e por meio de um termômetro a temperatura inicial e final da moeda, antes e depois de aquecê-la. Conhecendo o coeficiente de dilatação do cobre (Verificar TABELA 1), você já conseguirá obter a variação superficial sofrida pela moeda no experimento e ajudar a Carla na escola.

Nota: Para realização desta experiência serão necessários os seguintes materiais: um copo descartável com água, uma moeda de 5 centavos, uma pinça metálica, uma vela, fósforo e um pote de vidro com tampa metálica, a qual possui um orifício para a moeda passar. Ao aquecer a moeda com a chama da vela, a mesma não passa pelo orifício, pois sua espessura e seu diâmetro aumentaram, devido à dilatação superficial, ocasionada pelo aumento da temperatura. Mas ao introduzir a moeda no copo com água a mesma retorna ao seu tamanho original, passando novamente pelo orifício.

4) Marcelo é um mecânico iniciante na oficina RAM e está com dificuldade de encaixar um eixo de aço em um anel de latão no motor de um carro, conforme representado na FIGURA 20.

FIGURA 20 - REPRESENTAÇÃO DAS PEÇAS QUE MARCELO PRECISA ENCAIXAR



FONTE: Disponível em: <<https://www.stoodi.com.br/exercicios/fisica/dilatacao-termica/>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

Ao tentar encaixar o eixo de aço no anel de latão, Marcelo percebeu que em temperatura ambiente o diâmetro do eixo é maior que o do orifício do anel. Contudo, sabia que o coeficiente de Dilatação Térmica do latão é maior que o do aço. Mediante isso e em conversa com seu colega Marcos, Marcelo pensou em alguns procedimentos, descritos nas alternativas a seguir, para encaixar o eixo no anel. Se

coloque no lugar de Marcos e ajude Marcelo a descobrir qual das alternativas abaixo **NÃO** corresponde a um procedimento que permita o encaixe das peças. Assinale a resposta correta e explique o porquê da sua escolha.

- a) Resfriar apenas o eixo.
 - b) Aquecer apenas o anel.
 - c) Resfriar o eixo e o anel.
 - d) Aquecer o eixo e o anel.
-
-
-

Dilatação Volumétrica

VOCÊ SABERIA EXPLICAR...

QUAL É O MELHOR MOMENTO DO DIA PARA ABASTECER O CARRO?

ABASTECER O CARRO EM DIA QUENTE OU FRIO PROPORCIONA ALGUMA MUDANÇA NO CONSUMO DE SEU VEÍCULO?

FIGURA 21 - DILATAÇÃO TÉRMICA AJUDA A ENTENDER QUAL O MELHOR MOMENTO PARA ABASTECER CARRO



FONTE: Disponível em: <<http://g1.globo.com/pernambuco/videos/v/dilatacao-termica-ajuda-a-entender-qual-o-melhor-momento-para-abastecer-carro/5320166/>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

FIGURA 22 - NOTÍCIA SOBRE DILATAÇÃO TÉRMICA NO DIA-A-DIA

Por que as garrafas estouram no congelador? Podemos "regelar" uma bebida? [COMENTE](#)

Cintia Baio
Colaboração para o UOL, em São Paulo 28/04/2016 | 06h00



FONTE: Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2016/04/28/por-que-as-garrafas-estouram-no-congelador-podemos-regelar-uma-bebida.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

Essas situações relatadas acima estão relacionadas com a dilatação volumétrica. A dilatação volumétrica resulta no aumento nas três dimensões de um corpo, ou seja, considera-se o comprimento, largura e a altura. É o que acontece, por exemplo, com o líquido (água, refrigerante, cerveja) dentro de uma garrafa de vidro no congelador. Ao se solidificar, o líquido contido no recipiente tem seu volume aumentado, expandindo-se, enquanto a garrafa contrai-se, devido à diminuição na temperatura. Com isso, tem-se um aumento de pressão sobre as paredes da garrafa e ela se rompe com facilidade (CARVALHO, 2013a). A FIGURA 23 representa esquematicamente a variação no volume de um corpo, quando o mesmo sofre dilatação superficial.

Matematicamente, a dilatação volumétrica é definida por:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

Onde,

$\Delta V = (V - V_0) =$ Variação do volume [m^3];

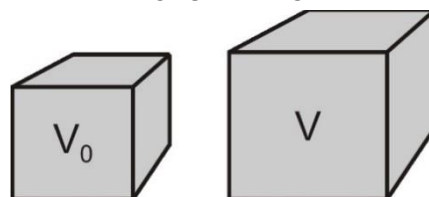
$V_0 =$ Volume inicial [m^3];

$\gamma =$ Coeficiente de dilatação volumétrica [$^{\circ}\text{C}^{-1}$];

$\Delta \theta = (\theta - \theta_0) =$ Variação de temperatura [$^{\circ}\text{C}$].

$\gamma = 3 \cdot \alpha$

FIGURA 23 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA



FONTE: Disponível em <<https://descomplica.com.br/blog/fisica/resumo-dilatacao/>>. Acesso em 23 de jul. 2018.

EXEMPLIFICANDO O CONCEITO ...

5) Joaquim possui diversas garrafas de vidro em casa e assistiu em um programa de TV que é possível cortá-las com barbante e fazer copos de vidros para decoração. Pesquisando na internet ele encontrou uma experiência denominada “Partindo a Garrafa”⁶ e ficou vislumbrado com o que observou, porém não sabe explicar como isso é possível. A FIGURA 24 representa a experiência citada. Realize esta experiência e explique fisicamente como é possível cortar a garrafa e qual relação entre este experimento com a reportagem sobre garrafas que estouram no congelador.

FIGURA 24 - PARTINDO A GARRAFA



FONTE: Disponível em < <https://margaretss.com.br/cortando-garrafas/>>. Acesso em 23 de jul. 2018.

Nota: Para realização desta experiência serão necessários os seguintes materiais: uma garrafa de vidro, um metro de barbante, água, fósforo e álcool 96°. Os procedimentos experimentais são: Encher a garrafa com água até o nível onde se deseja fazer o corte da mesma, amarrar o barbante em torno da garrafa no nível da água, dando algumas voltas para garantir que não queime muito rápido, em seguida molhe o barbante com álcool e coloque fogo ao mesmo e

⁶ Disponível em: <<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/partindo-uma-garrafa-por-dilatacao-termica/1203>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

aguarde alguns minutos. A garrafa se parte, pois a combustão do barbante transmite energia térmica para a garrafa no nível da água e essa energia se espalha de maneira não uniforme. A parte abaixo do barbante precisa de muita energia para aquecer, pois além de esquentar a garrafa também é necessário aquecer a água. Já a parte de cima não necessita de tanta energia, já que só é composta de vidro e possui uma massa muito menor. Devido a esta diferença a parte de cima aquece mais rapidamente do que a parte de baixo (lembrando que a distribuição de energia não é necessariamente uniforme). Com o aumento de temperatura a garrafa começa a se expandir e dilatar, mas a parte de cima expande mais rápido que a parte de baixo, até o ponto em que a garrafa se parte, devido à dilatação volumétrica.

6) Patrícia foi abastecer seu carro com gasolina, na manhã fria de julho no posto Silva, em Jandaia do Sul, onde a temperatura estava em torno de 10 °C. Sabendo que o tanque de seu carro tem capacidade para 65 litros, ela solicitou que o frentista completasse totalmente, em seguida dirigiu-se até o trabalho, onde deixou seu carro no estacionamento. Ao final da tarde, quando saiu do trabalho, a temperatura estava em 30 °C. Chegando ao estacionamento onde havia deixado seu carro, notou que havia vazado gasolina. Preocupada ela precisa saber quanto de gasolina foi derramado, nas condições ressaltadas. Ajude Patrícia a determinar a quantidade de combustível que vazou do tanque de seu carro. Para isso, considere o coeficiente de dilatação volumétrica da gasolina igual a $1,1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e despreze a variação de volume do tanque.

7) Há vários estudos sobre os materiais utilizados para a restauração de dentes, os cientistas pesquisam principalmente, entre outras características, o coeficiente de Dilatação Térmica. Se utilizarmos um material de Dilatação Térmica inadequado, poderemos provocar sérias lesões ao dente, como trincas ou até mesmo quebra (TEIXEIRA, 2018). Nesse caso, para que a restauração seja considerada ideal, o coeficiente de dilatação volumétrica do material de restauração deverá ser:

a) Igual ao coeficiente de dilatação volumétrica do dente;

- b) Maior que o coeficiente de dilatação volumétrica do dente, se o paciente se alimenta predominantemente com alimentos muito frios;
- c) Menor que o coeficiente de dilatação volumétrica do dente, se o paciente se alimenta predominantemente com alimentos muito frios;
- d) Maior que o coeficiente de dilatação volumétrica do dente, se o paciente se alimenta predominantemente com alimentos muito quentes;
- e) Menor que o coeficiente de dilatação volumétrica do dente, se o paciente se alimenta predominantemente com alimentos muito quentes.

EXERCÍCIOS DE ASSIMILAÇÃO

Programada na sexta, sétima, oitava e nona aula, a realização da *ATIVIDADE 03* pelos alunos, na sala de aula ou no laboratório de Informática, caso haja disponibilidade na instituição. Os estudantes, com auxílio da professora, resolverão os exercícios propostos, de maneira a compreenderem as aplicações práticas e o conceito científico de Dilatação Térmica. Ou seja, ambas as atividades têm como objetivo possibilitar a investigação das características da Dilatação Térmica, através de situações problemas envolvendo simuladores e experiências, evidenciando, desta forma, as diferenças entre dilatação linear, superficial e volumétrica.

Durante as experiências e a execução das atividades práticas com os simuladores, serão realizadas indagações orais, tais como: *“O que vocês observam com o experimento?”*; *“Por que isso ocorre?”*; *“O que podemos analisar a partir desse fato?”*; *“Quais hipóteses para explicar este acontecimento podemos destacar?”*; *“Em que situações este fato está presente no nosso cotidiano?”*; *“Qual conceito físico envolvido?”*; *“Porque você afirma que é esse conceito?”*; *“Qual a relação entre calor, temperatura, densidade e pressão?”*; *“Qual importância desse conhecimento para cotidiano?”*, a respeito dos fenômenos observados e de forma a tornar a atividade investigativa e significativa para o estudante. Vale ressaltar que as relações de materiais necessários, bem como as explicações dos experimentos estarão descritos abaixo de cada atividade, em forma de *NOTA* complementar.

CONCLUSÕES E GENERALIZAÇÃO



1) A fábrica metalúrgica de Rodolfo⁷ está diante de um problema que precisa ser solucionado (FIGURA 25). Seu funcionário Fernando veio comunicá-lo que o termômetro do forno está quebrado, o que dificulta o conhecimento da temperatura real das peças, implicando diretamente na produção. Depois de muito conversarem propuseram uma ideia para descobrir a temperatura do forno, utilizando os conhecimentos de Dilatação Térmica que Fernando aprendeu no Ensino Médio. Porém, agora eles precisam, o quanto antes, realizar os cálculos necessários para descobrir a temperatura ideal, antes que o distribuidor solicite as peças prontas. Para isso, você precisa ajudá-los, executando o simulador, compreendendo o conflito na empresa e escolhendo primeiramente o tamanho inicial da barra, a temperatura inicial e tipo de material, entre aço, alumínio, latão e cobre. Em seguida, você será convidado a efetuar os cálculos e conferir sua resposta com a do chefe Rodolfo, identificando, assim, se seu procedimento está correto. Mediante a isso, reflita com seus colegas e relate as contribuições dos conhecimentos de dilatação linear no cotidiano e a influência da temperatura neste fenômeno físico.

FIGURA 25 - SIMULADOR INDÚSTRIA METALÚRGICA



FONTE: Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_termo_metalurgica.htm>. Acesso em: 12 jun. 2018.

⁷ Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_termo_metalurgica.htm>. Acesso em: 12 jun. 2018.

2) Em seu aniversário de 12 anos, Brenda ganhou de sua tia um termoscópio. Por ser professora de Física, sua tia logo foi dizendo que se trata de um instrumento inventado por Galileu Galilei em 1592, o qual é composto por uma esfera oca de vidro a qual é conectada um tubo também de vidro. Esse instrumento possibilita analisar qualitativamente o aumento ou a diminuição de temperatura, por meio do deslocamento de uma substância no interior do tubo⁸, conforme FIGURA 26.

FIGURA 26 - TERMOSCÓPIO



FONTE: Disponível em <<https://pt.slideshare.net/jlp1973/termometria-slideshow-by-jair-lp>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

Colocando suas mãos na parte inferior da superfície do frasco, onde há maior concentração de líquido, Brenda observou um efeito muito intrigante, mas não conseguiu compreender o porquê isso ocorreu (PSCHEIDT, 2018). Faça você também esta experiência e responda aos seguintes questionamentos de Brenda:

- Qual conceito físico envolvido no experimento? Por quê?
- Há uma relação entre calor, temperatura, pressão e densidade neste experimento? Qual seria?
- Explique como e por que o líquido se eleva?

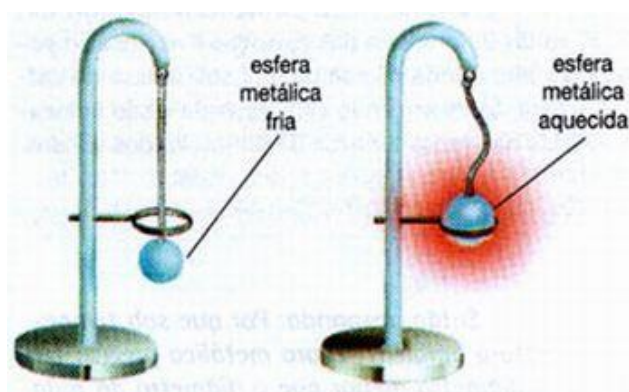
Nota: Para esta atividade faz-se necessário apenas um termoscópio. Ao aquecer o vidro do termoscópio com a mão, ocorre uma transmissão de calor para o mesmo e o líquido contido no seu interior dilata e sofre uma expansão, aumentando seu volume. Tal aumento

⁸ Disponível em: <<https://educalingo.com/pt/dic-pt/termoscopio>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

de volume gera redução na sua densidade e um aumento de pressão no interior do recipiente aquecido que, por sua vez, empurra o líquido para cima.

3) Uma maneira de comprovar a dilatação volumétrica de um sólido é por meio do experimento denominado Anel de Gravesande, o qual é constituído por uma esfera que atravessa um orifício de metal. Contudo, depois de aquecê-la com auxílio de uma vela isso deixa de acontecer, conforme FIGURA 27 (SOUZA, 2017).

FIGURA 27 - ANEL DE GRAVESANDE



FONTE: Disponível em <http://rilf-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

Execute este experimento e explique como se comportam as moléculas que compõem a esfera antes e depois de aquecida? Porque a esfera não passa pelo orifício de metal ao ser aquecida?

Nota: Materiais necessários para esta experiência são: Anel de Gravesande, constituído de uma esfera de aço içada por uma corrente e um orifício de metal compatível com as dimensões da esfera, vela e fósforo. O aumento da temperatura causado pela chama da vela na esfera de aço estimula a agitação térmica das partículas, provocando o aumento do seu diâmetro e consequentemente dificultando sua passagem no orifício.

4) No período de festa junina, o balão é um artefato belo, porém perigoso, de modo que muitos acidentes envolvendo balões são relatados frequentemente pela mídia, pois são soltos em locais indevidos. Você saberia explicar qual o princípio de

funcionamento do balão, ou seja, por que ele sobe? Para ajudar a visualizar o efeito do balão acesse o simulador representado na FIGURA 28, disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/balao7.htm>>, e identifique o tipo de dilatação presente nele.

FIGURA 28 - SIMULADOR DO BALÃO DE FESTA



FONTE: Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/balao7.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

5) Ainda se tratando de balão de festa, Pietro, um aluno de Física, desenvolveu uma experiência denominada “Expansão e Contração de balões”⁹. Para o desenvolvimento desta experiência, Pietro considerou duas garrafas pet, cada uma com uma bexiga em seu gargalo. Em seguida, introduziu uma garrafa pet em um recipiente de água a baixa temperatura e a outra garrafa pet em um recipiente com água a mais alta temperatura. Diante do resultado obtido, Pietro propôs algumas alternativas para explicar a experiência. Realize você também esse experimento e verifique se as alternativas e conclusões de Pietro estão corretas e justifique-as.

- Quando a garrafa pet foi introduzida dentro do recipiente com água a mais alta temperatura, o gás que estava dentro da garrafa se expandiu, inflando a bexiga, devido à alta temperatura;
- Quando a garrafa pet foi introduzida dentro do recipiente com água a baixa temperatura, o gás que estava dentro da garrafa se contraiu, esvaziando o balão, devido à baixa temperatura;

⁹ Disponível em: <<http://fisica.tubalivre.com/2010/01/video-como-inflar-um-balao-usando-agua.html>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

- Esse experimento envolve o conceito de dilatação superficial;
- Durante o experimento percebe-se que a pressão interna na garrafa variou, aumentando quando a colocou na água a mais baixa temperatura e diminuindo quando a inseriu na água a mais alta temperatura;
- Notou-se que quando se inseriu a garrafa pet na água a mais alta temperatura, o efeito apresentando foi semelhante ao efeito do balão de festa junina, pois em ambos os casos o gás se contraiu.
- Esse experimento é explicado pela Dilatação Térmica e Contração Térmica.

Nota: Para realização desta experiência são necessários os seguintes materiais: duas garrafas pet, dois balão de festa, água quente, água fria e dois recipiente de plástico. No gargalo de cada garrafa pet coloque um balão de festa. Separe um recipiente com água quente e no outro a água fria. Em seguida, introduza uma garrafa pet no recipiente de água fria e a outra no recipiente com água quente. O balão contido na garrafa que estava no recipiente com água quente inflou, pois o ar que estava dentro da garrafa se expandiu com o aumento da temperatura (dilatação volumétrica), isto é, aumentou o volume do ar, aumentando também a pressão interna. O inverso ocorreu com o balão contido na garrafa que estava na água fria, fazendo com que o mesmo se contraia, devido à Contração Térmica das moléculas de gás.

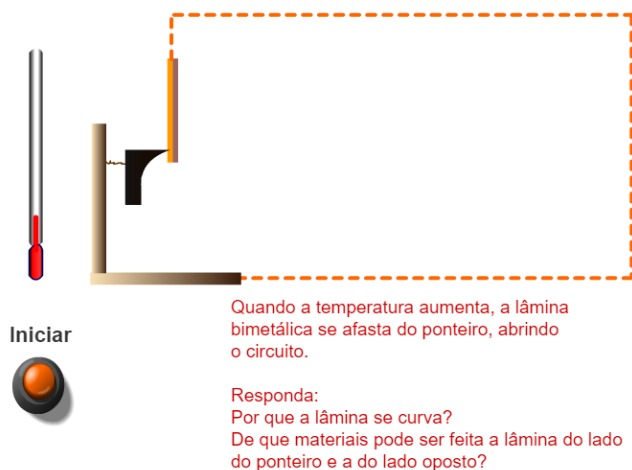
6) A lâmina bimetálica é um dispositivo utilizado para controlar a temperatura em aparelhos elétricos. Sabendo disso, Jéssica desmontou seu ferro elétrico que estava com problemas e identificou que o termostato (lâmina bimetálica) não estava regulando a temperatura, com isso o ferro esquentava muito e queimava as roupas. Jéssica não sabe como é o funcionamento correto da lâmina e qual conceito físico envolvido, mas encontrou em uma busca na internet uma experiência¹⁰ e um simulador¹¹ envolvendo esta situação. a) Ajude Jéssica a resolver seus problemas, executando o simulador (conforme representado na FIGURA 29) e realizando a experiência. Em seguida, descreva e explique para seus colegas qual é a relação

¹⁰ Disponível em: <<http://www.cienciatube.com/2011/11/experiencia-fisica-lamina-bimetalica.html>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

¹¹ Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/lamina2.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

entre os coeficientes de dilatação do papel sulfite e do papel alumínio? Como eles influenciam no experimento? De quais materiais pode ser feita a lâmina do lado do ponteiro e a lâmina do lado oposto, conforme demonstrado no simulador? Com essas informações, como Jéssica poderá consertar seu ferro elétrico?

FIGURA 29 - SIMULADOR LÂMINA BIMETÁLICA



FONTE: Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/lamina2.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

Nota: Para realização desta experiência são necessários os seguintes materiais: uma vela, fósforo, papel alumínio, papel sulfite, cola e tesoura. Os procedimentos experimentais são: recorte dois retângulos de 10 cm de comprimento por 2 cm de largura de papel alumínio e dois retângulo com as mesmas dimensões de papel sulfite. Cole cada retângulo de papel alumínio a um retângulo papel sulfite, de modo que em uma face esteja contido o papel alumínio e na outra o papel sulfite. Logo após, acenda a vela e aqueça um dos retângulos que construiu com a base do papel sulfite virada para baixo e observe o que acontece. Depois repita o processo com a base do alumínio voltado para baixo. Quanto submetida a uma variação de temperatura, essa lâmina dilata de forma desigual, causando um envergamento para o lado que sofreu uma maior Dilatação Térmica, neste caso a base de alumínio.

b) Com o intuito de complementar a questão 7 da *ATIVIDADE 03*, no sentido de proporcionar aos alunos que identifiquem a Dilatação Térmica presente em equipamento elétrico importantes no dia-a-dia, sugere-se a leitura do texto “Como os

termostatos economizam energia?” de Xavier; Barreto Filho (2010, p. 112-113), descrito no Anexo I. Após o feito, explique a importância de compreender os conceitos da Dilatação Térmica presentes no dia-a-dia.

AVALIAÇÃO

As atividades desenvolvidas pelos alunos serão avaliadas de maneira continuada, ou seja, serão considerados a participação, o empenho, o interesse, o engajamento, a disposição, o trabalho em grupo e a análise crítica sobre os assuntos, para promoção da aprendizagem significativa. De qualquer forma, somado aos critérios elencados acima, a última seção da SD será destinada à avaliação da aprendizagem dos alunos e executada na décima aula, correspondendo a um pós-teste (*ATIVIDADE 04*), a fim de analisar o desenvolvimento dos alunos, em relação ao conteúdo de Dilatação Térmica.

ATIVIDADE 04



1. Assinale abaixo os termos que você já ouviu falar, já estudou ou conhece:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Dilatação Térmica | <input type="checkbox"/> Dilatação dos líquidos |
| <input type="checkbox"/> Coeficiente de dilatação | <input type="checkbox"/> Dilatação dos sólidos |
| <input type="checkbox"/> Calor | <input type="checkbox"/> Dilatação dos gases |
| <input type="checkbox"/> Temperatura | <input type="checkbox"/> Moléculas |
| <input type="checkbox"/> Junta de dilatação | |

2. Qual a diferença entre calor e temperatura?

3. O que é densidade?

4. Por que nas construções civis de pontes, viadutos e calçadas, os construtores deixam pequenas fendas de dilatação? O que aconteceria com essas construções, em um dia de temperatura elevada, se as fendas estivessem colocadas muito próximas?

5. Quando colocamos uma quantidade de chá muito quente em um copo de vidro comum pode ocorrer do mesmo trincar. Qual é a explicação física para isso?

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

7. Explique o que acontece internamente com um corpo (com suas moléculas) quando ele se dilata?

8. Explique os fenômenos observados nas imagens abaixo:

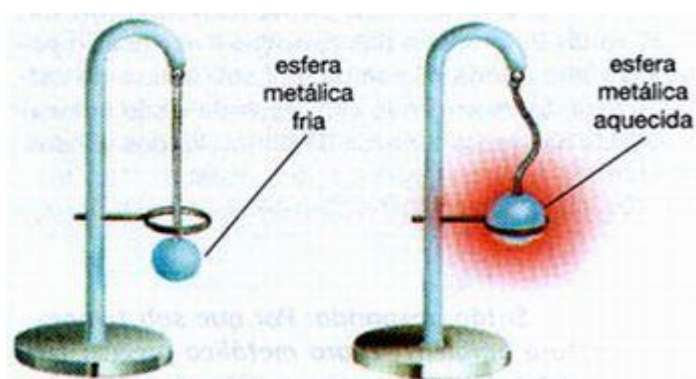
FIGURA 30 - CHARGE SOBRE O AQUECIMENTO DE PEÇAS



a)

FONTE: Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26813>>. Acessado em 10 jun. 2018.

FIGURA 31 - ANEL DE GRAVESANDE



b)

FONTE: Disponível em <http://rilf-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

9. Cite dois exemplos de cada tipo de Dilatação Térmica encontradas em seu cotidiano:

a) Dilatação linear: _____

b) Dilatação superficial: _____

c) Dilatação volumétrica: _____

10. Você gostou das aulas sobre Dilatação Térmica? Do que mais gostou e por quê?

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção será apresentada uma análise dos resultados obtidos durante a aplicação da SD sobre Dilatação Térmica, com base na ATD. Contudo, inicia-se com uma apresentação do perfil dos alunos.

4.1. PERFIL DOS ALUNOS E DESCRIÇÃO DAS AULAS

A sequência didática de Dilatação Térmica, desenvolvida neste trabalho foi aplicada em duas instituições de Educação de Jovens e Adultos, localizadas na cidade Mandaguari, no norte do Paraná. A primeira turma (Turma A, doravante) concentrava-se no Colégio Estadual José Luiz Gori e a segunda turma (Turma B, doravante) no Centro Estadual de Educação Básica para Jovens e Adultos - CEEBJA Santa Clara. Em ambas às instituições, a aplicação da SD ocorreu entre os dias 27/08/2018 e 03/09/2018, no período noturno, resultando em dez horas aulas na Turma A e nove horas aulas na Turma B. A maioria das aulas eram geminadas, ou seja, compostas por duas ou até três aulas sequenciais, o que facilitou muito a aplicação e continuidade da SD.

Antes do início da aplicação da SD, foi entregue aos alunos, de ambas as turmas, o Termo de Consentimento (Apêndice 1), para que os mesmos assinassem e tomassem ciência da coleta e da publicação de dados da pesquisa.

A Turma A era composta por 14 estudantes, com idade entre 18 e 40 anos, mas predominando alunos mais jovens. Esta turma era composta por estudantes ágeis, espertos, atentos, que apresentavam facilidade em cálculos matemáticos. Porém, pouco motivados, sem curiosidade e conhecimento sobre o assunto que seria trabalhado, além de apresentarem dificuldades em organizar e expor as ideias e conceitos físicos. Por outro lado, na Turma B haviam 24 alunos, com idade entre 18 e 60 anos, mas predominando alunos com mais idade. Eram respeitosos, carismáticos, amigáveis, observadores, interessados, curiosos e participativos. Além disso, diferentemente da Turma A, possuíam muito conhecimento prévio, de modo que possuíam conhecimento sobre muitas das questões apresentadas, desde as primeiras atividades. Conseqüentemente, conseguiam relacionar mais facilmente o conceito científico com as situações do cotidiano e, ainda, apresentavam facilidade em expor suas ideias oralmente. Contudo, necessitavam de um maior tempo para

formalizar suas respostas, possuíam dificuldades em cálculos matemáticos, na sistematização de ideias e na assimilação dos símbolos utilizados durante a SD, tais como os coeficientes de dilatação linear, superficial e volumétrica (α, β, γ). Havia ainda dois alunos na Turma B que apresentavam deficiência intelectual e necessitavam de acompanhamento de uma professora auxiliar, porém a mesma não esteve presente durante a realização da SD.

Em relação ao desenvolvimento das aulas, tem-se que no primeiro dia de aplicação (dia: 27/08 – segunda-feira), durante três aulas foi realizado inicialmente na Turma A o pré-teste (Atividade 01), em seguida, executada a conversa introdutória com os alunos, elaborado ainda o cartaz para a comparação de diferentes pontos de vista e explicado alguns conceitos iniciais importantes, os quais os alunos não tinham conhecimento, como: calor, temperatura, densidade, pressão e estados físicos da matéria, por meio de imagens, vídeos e slides com explicação do conteúdo. Além disso, iniciou-se a explicação do conteúdo de dilatação térmica (Atividade 02). Neste dia, se fez presente na sala 14 alunos, sendo 8 mulheres e 6 homens que estavam pouco motivados, pouco participativos, pouco interessados, receosos, apresentaram pouco conhecimento prévio e dificuldades para sistematizar os conceitos.

Já Turma B, neste mesmo dia, durante duas horas-aula, aplicou-se a Atividade 01, realizou-se a conversa introdutória e a explicação de alguns conceitos iniciais como: temperatura, calor, densidade e pressão. Nesta turma havia 19 alunos, sendo 13 mulheres e 6 homens, a maioria participativos, atentos, receptivos e interessados, apresentavam ainda muito conhecimento prévio e dificuldade de sistematizar suas ideias.

Já no segundo dia de aplicação (dia: 29/08- quarta-feira), na Turma A, durante duas aulas finalizou-se a explicação e resolução da Atividade 02. Havia na sala 14 alunos presentes, sendo 8 mulheres e 6 homens, que estavam participativos, motivados, agitados, atentos e interessados pelas experiências e pelos vídeos. Apresentaram ainda facilidade em cálculos matemáticos e dificuldades em sistematizar a respostas. Na Turma B esta etapa ocorreu no dia 30/08- quinta-feira, durante duas aulas, onde se abordou os conceitos de estado físicos da matéria e iniciou-se a Atividade 02. Havia 17 estudantes presentes, sendo 10 mulheres e 7 homens, a maioria encontrava-se motivado, atento, interessado, discutiam muito os

assuntos abordados, apresentaram dificuldade em cálculos matemáticos e facilidade em expor suas ideias.

No terceiro dia de aplicação (dia 31/08- sexta-feira) na Turma A, durante duas aulas, iniciou-se a Atividade 03, em relação aos exercícios de assimilação. Estavam presentes em sala 7 alunos, sendo 5 mulheres e 2 homens, eles foram pouco participativos, mas motivados, interessados, gostaram e manusearam as experiências e ainda apresentaram facilidade em descrevê-las. Em vários momentos na realização desta atividade houve-se auxílio aos alunos, por meio da demonstração de simuladores, execução de experiências e resolução de cálculos matemáticos.

Neste mesmo dia na Turma B, durante três aulas, finalizou-se a Atividade 02 e iniciou-se a Atividade 03. Havia em sala 13 alunos presentes, sendo 7 mulheres e 6 homens, eles estavam atentos, interessados, entusiasmados, participativos e curiosos. Demonstraram grande interesse e participação durante as experiências, na explicação dos vídeos e em situações problemas relacionados com o cotidiano. Apresentaram ainda, dificuldade em responder as questões e resolver os cálculos matemáticos necessários, por isso estas atividades foram realizadas e resolvidas em conjunto com os alunos.

Por fim, no último dia de aplicação (dia: 03/9- segunda- feira) em ambas as turmas finalizou-se a Atividade 03 e aplicou-se o pós-teste (Atividade 04). Na Turma A havia 7 alunos presentes, sendo 5 mulheres e 2 homens, organizados em fileiras, e na Turma B havia 15 alunos, sendo 9 mulheres e 6 homens. Esta última etapa teve duração de três horas-aula na Turma A e apenas duas horas-aula na Turma B.

Algumas atividades na Turma A, foram realizadas no laboratório de informática, onde os alunos pesquisaram, executaram os simuladores e responderam as atividades em duplas. Eles demonstraram interesse pelas experiências, pelo texto trabalhado e pelas simulações e conseguiram ainda responder adequadamente o pós-teste.

Já na Turma B, os alunos precisaram de auxílio e de um tempo maior para interpretar as questões e resolvê-las, o que prejudicou a realização do pós-teste, visto que muitos deixaram em branco, pois não conseguiram finalizar a tempo. Mas eles foram participativos, amigáveis, auxiliavam os colegas, debatiam e questionavam muito sobre as experiências, porém apresentavam dificuldade de sistematizar e descrever as respostas e de resolver as equações matemáticas.

De modo geral, os alunos participaram e demonstraram interesse pela SD se motivaram com as experiências e simulações, o que favoreceu um melhor aprendizado.

No que se refere aos critérios utilizados para análise dos dados, foi considerado apenas os alunos que participaram de todas as atividades. Neste sentido, uma característica das turmas da EJA é que muitos chegam atrasados ou faltam, não realizando todas as atividades propostas, resultando desta forma, na eliminação de vários estudantes durante a análise de dados. Assim, totalizou-se apenas 11 resultados completos, sendo 4 alunos da Turma A e 7 alunos da Turma B.

4.2. CATEGORIZAÇÃO PARA ANÁLISE DE DADOS

Para que fosse possível a análise dos dados obtidos durante a aplicação da SD, inicialmente fez-se necessário classificar os elementos da SD de acordo com o QUADRO 2. Note que os elementos AT1, ..., AT4 correspondem às atividades presentes na SD. Os elementos Q1, Q2, Q3, ... corresponde às questões de cada atividade, enquanto que as alternativas de cada questão são representadas pelos subíndices que acompanham os elementos correspondentes às questões, sendo representado por Q1a, Q1b, Por fim, os elementos A1, B1, A2, B2, ... correspondem aos alunos participantes da SD de acordo com as turmas A e B.

QUADRO 3 - CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS PARA ANÁLISE DE DADOS

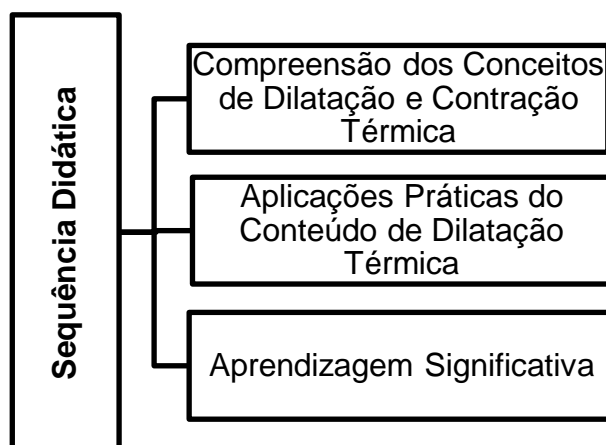
ELEMENTOS	REFERENTE A...
AT1, ... , AT4	Atividades presentes na sequência didática, totalizando quatro.
Q1, Q2, Q3....	Questões de cada atividade.
Q1a, Q1b...	Alternativas de cada questão.
A1, B1, A2, B2....	Alunos que participaram da sequência didática de acordo com as turmas.

FONTE: Os autores (2018).

Para a análise dos dados, dividiu-se e organizou-se as informações coletadas durante a SD em três categorias gerais, conforme exposto na FIGURA 32. Inicialmente, as atividades foram analisadas com o intuito de se verificar a

compreensão dos conceitos de dilatação e contração térmica. Na sequência, foi feita uma abordagem sobre a aplicação prática destes conteúdos. Por fim, as atividades serão analisadas de acordo com a TAS.

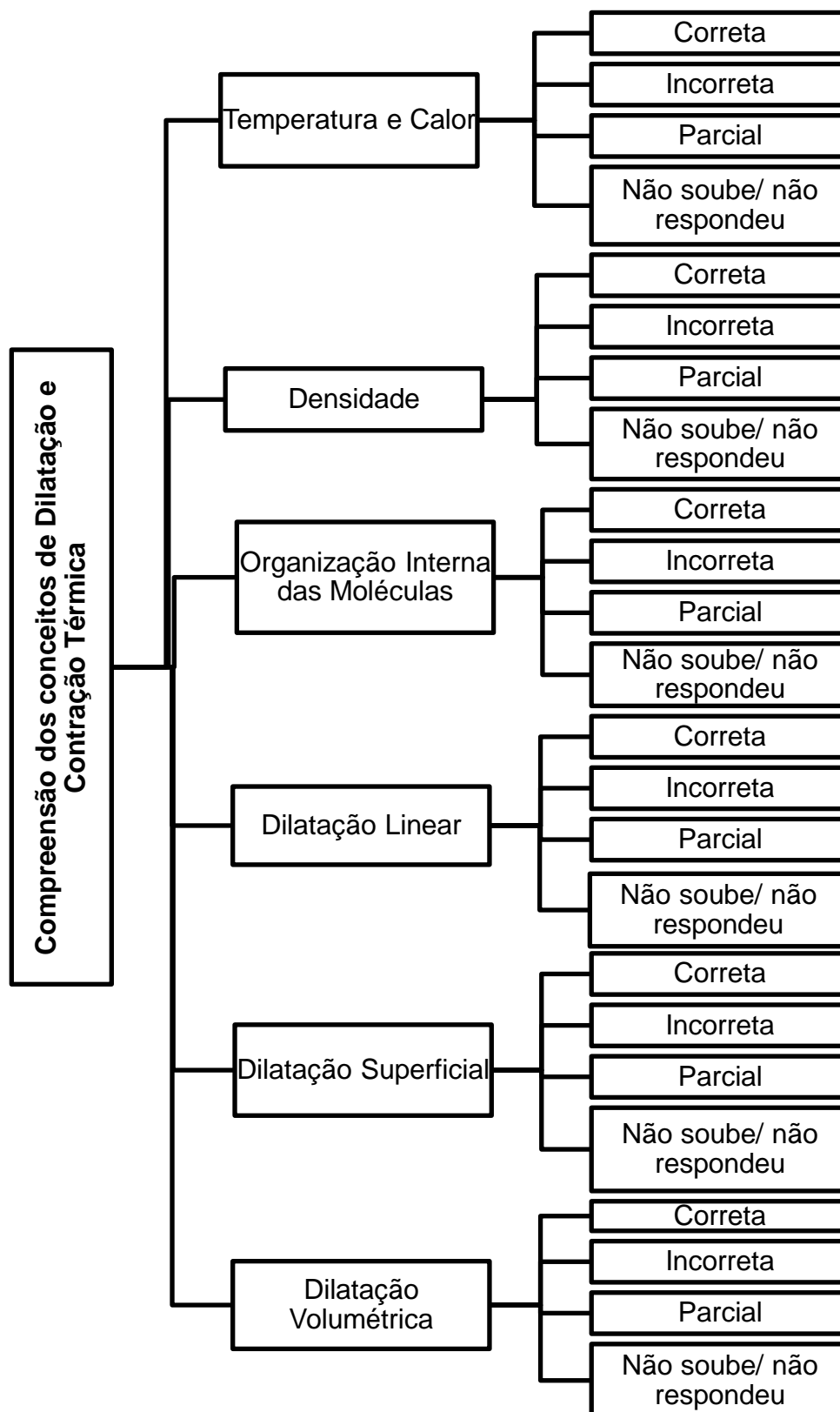
FIGURA 32 - CATEGORIAS ESTABELECIDAS PARA ANÁLISE DE DADOS



FONTE: Os autores (2018).

Suas respectivas subcategorias e classificações das respostas são apresentadas na FIGURA 33. Note que as subcategorias analisadas foram: temperatura e calor, densidade, juntas de dilatação, organização interna das moléculas, dilatação linear, dilatação superficial e dilatação volumétrica. As respostas foram interpretadas como correta, incorreta, parcial, além de não soube/não respondeu.

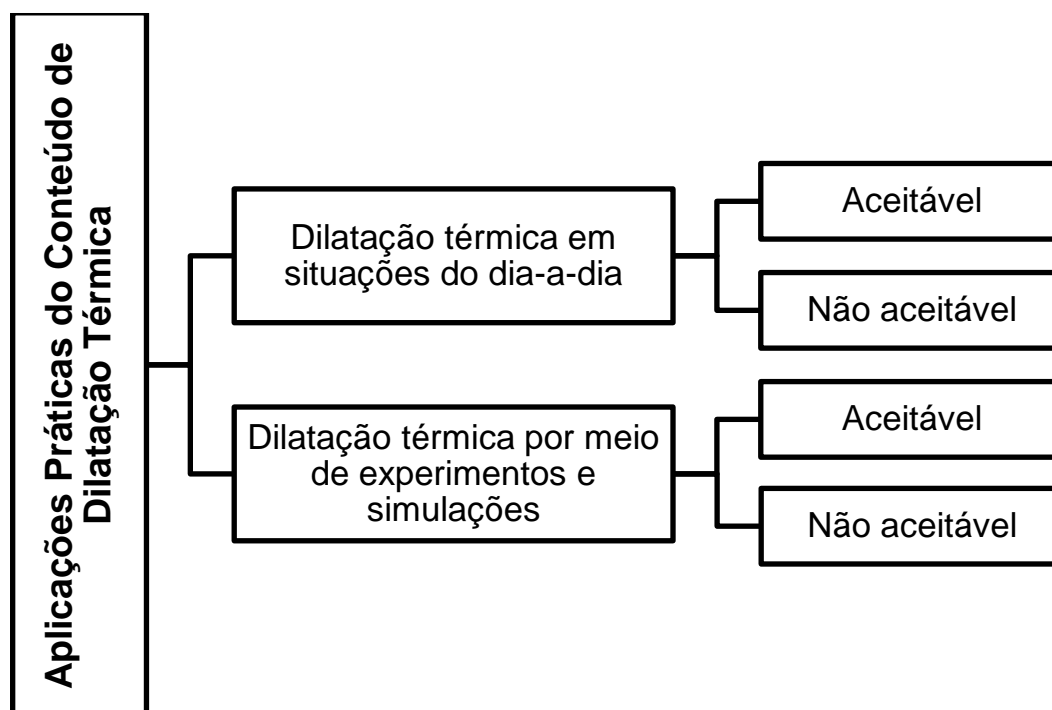
FIGURA 33 - CATEGORIA SOBRE O CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA COM SUAS SUBCATEGORIAS, ESTABELECIDAS PARA ANÁLISE DE DADOS



FONTE: Os autores (2018).

Para a categoria aplicações práticas do conteúdo de dilatação térmica, foram considerados como subcategoria dilatação térmica em situações do dia-a-dia e dilatação térmica por meio de experimentos e simulações, sendo classificadas as respostas como aceitável ou não aceitável, conforme FIGURA 34.

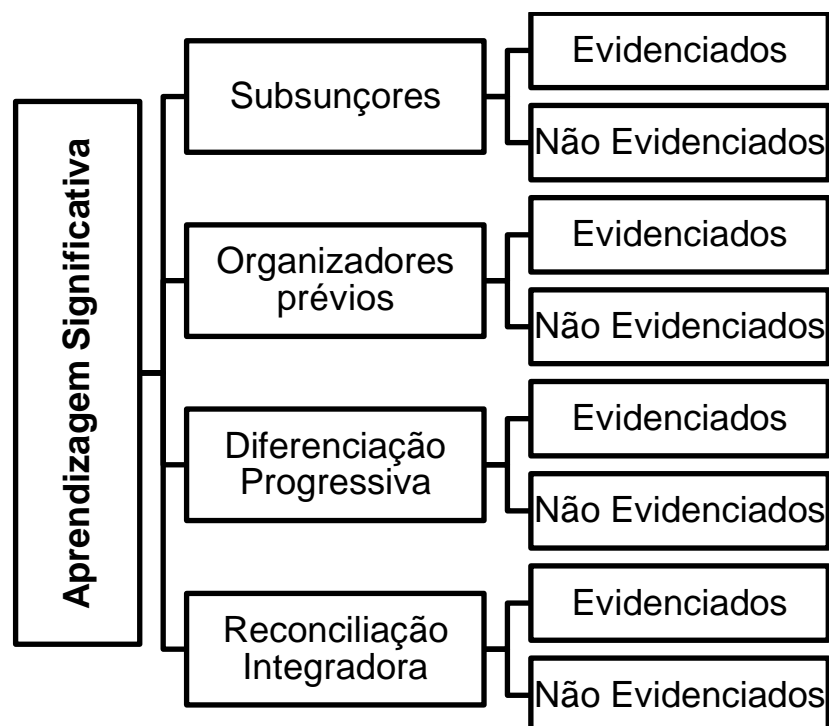
FIGURA 34 - CATEGORIA SOBRE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA COM SUAS SUBCATEGORIAS, ESTABELECIDAS PARA ANÁLISE DE DADOS



FONTE: Os autores (2018).

No que se refere à categoria Aprendizagem Significativa, as subcategorias consideradas foram: subsunçores, organizadores prévios, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, sendo as respostas classificadas em evidenciados ou não evidenciados, conforme FIGURA 35.

FIGURA 35 - CATEGORIA SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COM SUAS SUBCATEGORIAS, ESTABELECIDAS PARA ANÁLISE DE DADOS



FONTE: Os autores (2018).

4.3. RESULTADOS DAS SUBCATEGORIAS DA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

Nesta seção destacam-se os resultados das atividades classificadas nas subcategorias da compreensão dos conceitos de dilatação e contração térmica. A primeira subcategoria “Temperatura e Calor” teve por objetivo evidenciar as questões disponíveis nas atividades desenvolvidas pelos alunos, as quais envolviam a definição e o efeito desses conceitos físicos nos corpos. Logo, foram analisadas as Q2 e Q5 da Atividade 1 e da Atividade 4, ou seja, inicialmente procurou-se identificar se os alunos já sabiam estes conceitos e posteriormente verificar se compreenderam os mesmos. Para isso, consideraram-se as respostas corretas, incorretas, parciais e não respondidas, conforme expressas quantitativamente no TABELA 2, para ambas as atividades, visto que possuem as mesmas questões.

TABELA 2 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “TEMPERATURA E CALOR”.

Questões	Correta	Parcial	Incorreta	Não soube/ Não respondeu
Turma A				
AT1: Q2	1	0	3	0
AT1: Q5	0	1	1	2
AT4: Q2	1	1	2	0
AT4: Q5	2	1	0	1
Turma B				
AT1: Q2	0	0	5	2
AT1: Q5	0	1	4	2
AT4: Q2	2	2	2	1
AT4: Q5	0	2	4	1

FONTE: Os autores (2018).

De acordo com o TABELA 2, no que se refere à AT1, apenas 1 aluno da Turma A respondeu corretamente a Q2 enquanto que nenhum aluno conseguiu responder corretamente a Q5, prevalecendo respostas incorretas e, evidenciando desta forma, o não conhecimento sobre o tema. Entretanto, ao final da SD, a AT4 evidencia que poucos alunos se apropriaram do conhecimento científico, respondendo corretamente as Q2 e Q5. Alguns dos fatores que influenciaram nos resultados foram: a desatenção dos estudantes, pouco interesse pelo conceito abordado, atraso na chegada dos alunos e falta de tempo didático, pois muitos estudantes, principalmente da Turma B, não conseguiram finalizar completamente a AT4.

O QUADRO 3 apresenta exemplos das respostas na subcategoria “Temperatura e Calor” conforme unidades estabelecidas.

QUADRO 3 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA "TEMPERATURA E CALOR", REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

(Continua)

Resposta Correta: Alunos sistematizaram e especificaram corretamente a diferença de calor e temperatura e apresentaram uma explicação física para o fato de um copo de vidro trincar quando há chá muito quente no seu interior.

AT4 Q2:

2. Qual a diferença entre calor e temperatura?

Calor \rightarrow troca de energia (quente e frio)
 Temperatura \rightarrow é uma grandeza física utilizada para medir a grau de agitação das moléculas

AT4 Q5:

5. Quando colocamos uma quantidade de chá muito quente em um copo de vidro comum pode ocorrer do mesmo trincar. Qual é a explicação física para isso?

Devido por causa da dilatação térmica que ocorre por causa da alta temperatura do chá.

Resposta Parcial: Alunos sistematizaram parcialmente a diferença de calor e temperatura e apresentaram uma explicação física incompleta para o fato de um copo de vidro trincar quando há chá muito quente no seu interior.

AT4 Q2:

2. Qual a diferença entre calor e temperatura?

Temperatura é a agitação das moléculas
 Calor é a temperatura dos corpos

AT4 Q5:

5. Quando colocamos uma quantidade de chá muito quente em um copo de vidro comum pode ocorrer do mesmo trincar. Qual é a explicação física para isso?

Porque ele se quebra devido a alta temperatura.

Resposta Incorreta: Alunos não conseguiram sistematizar e diferenciar calor de temperatura e apresentaram uma explicação incorreta para o fato de um copo de vidro trincar quando há chá muito quente no seu interior.

AT1 Q2:

2. Qual a diferença entre calor e temperatura?

O calor é o que agente sente.
 É temperatura e algo que agente aquece no fogo.

QUADRO 3 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “TEMPERATURA E CALOR”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

(Conclusão)

AT1 Q5:

5. Quando colocamos uma quantidade de chá muito quente em um copo de vidro comum pode ocorrer do mesmo trincar. Qual é a explicação física para isso?

*Troca de energia
energia em trânsito*

Não soube/ Não Respondeu: Alunos não souberam diferenciar calor de temperatura e não apresentaram nenhuma explicação para o fato do copo de vidro trincar quando há chá muito quente no seu interior.

AT1 Q2:

2. Qual a diferença entre calor e temperatura?

não sei

AT1 Q5:

5. Quando colocamos uma quantidade de chá muito quente em um copo de vidro comum pode ocorrer do mesmo trincar. Qual é a explicação física para isso?

não me lembro

FONTE: Os autores (2018).

Os dados quantitativos referentes à segunda subcategoria denominada “Densidade” são apresentados na TABELA 3, conforme unidades definidas. Note que foi analisada a Q3 das atividades 1 e 4, respectivamente, por abordar exclusivamente o conceito de densidade, importante para compreensão de alguns fenômenos observados nos experimentos de dilatação volumétrica. Tal conceito se fez necessário para o desenvolvimento da AT3, mais especificadamente Q2, Q5 e Q6, as quais serão abordadas na segunda subcategoria referente a experimentos e simulações. Chama a atenção no TABELA 3 que nenhum aluno da Turma A respondeu correta ou parcialmente a Q3 na AT1 e AT4, prevalecendo não soube responder. Por outro lado, nas respostas apresentadas pela Turma B na AT4 prevaleceram as unidades correta e parcial. Esses resultados foram influenciados pela receptividade da Turma B em comparação à Turma A, visto que durante a apresentação de vídeos demonstrativos, a Turma A não se interessou pelos

mesmos, diferentemente da Turma B, que prestou atenção e compreendeu o tema abordado. Além disso, alguns alunos da Turma B já haviam estudado este conceito nas aulas de Química, o que facilitou a retomada do mesmo.

TABELA 3 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA "DENSIDADE"

Questões	Correta	Parcial	Incorreta	Não soube/ Não respondeu
TURMA A				
AT1: Q3	0	0	1	3
AT4: Q3	0	0	2	2
TURMA B				
AT1: Q3	2	1	2	2
AT4: Q3	2	2	2	1

FONTE: Os autores (2018).

O QUADRO 4 traz exemplos das respostas na subcategoria "Densidade" conforme unidades estabelecidas.

QUADRO 4 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA "DENSIDADE", REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

(Continua)

Resposta Correta: Alunos sistematizaram corretamente o conceito de densidade.

AT1 Q3:

3. O que é densidade?

é a relação entre massa e volume, ou seja, corpos com densidades diferentes apresentaram diferença de massa em um mesmo volume. A expressão que representa esta relação é dada:

Resposta Parcial: Alunos sistematizaram parcialmente o conceito de densidade, comparando com assuntos abordados em um vídeo¹² demonstrado em sala.

AT4 Q3:

3. O que é densidade?

massa e volume, a densidade é a massa dividida pelo volume e a unidade é g/cm³.

¹² Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=TSNWj1XQB4g>>. Acessado em: 24 out. 2018.

QUADRO 4 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DENSIDADE”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA (Conclusão)

Resposta Incorreta: **Alunos conceituaram densidade de uma maneira equivocada.**

AT1 Q3:

3. O que é densidade?

É algo que é pesado

Não soube/ Não Respondeu: **Alunos não conseguiram sistematizar e conceituar densidade.**

AT4 Q3:

3. O que é densidade?

não me lembra

FONTE: Os autores (2018).

Em relação à subcategoria denominada “Organização Interna das Moléculas”, a mesma foi considerada tendo em vista o objetivo de identificar as questões que abordassem o efeito interno da Dilatação Térmica ocasionado nas moléculas que constituem os corpos. Assim, foi analisada a questão Q7 da AT1 e da AT4.

De acordo com a TABELA 4, observa-se que os alunos não possuíam conhecimentos prévios sobre a organização interna das moléculas. Contudo, após o desenvolvimento da SD, 2 estudantes da Turma A e 3 da Turma B responderam corretamente a Q7. Apesar do baixo quantitativo de alunos, esses resultados foram significativos, visto que durante a aplicação da SD este tema foi abordado utilizando-se de diferentes recursos como simuladores e vídeos, os quais serão abordados posteriormente na categoria aplicação práticas do conhecimento de dilatação térmica.

TABELA 4 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “ORGANIZAÇÃO INTERNA DAS MOLÉCULAS”.

Questões	Correta	Parcial	Incorreta	Não soube/ Não respondeu
TURMA A				
AT1: Q7	0	0	2	2
AT4: Q7	2	1	1	0
TURMA B				
AT1: Q7	0	2	1	4
AT4: Q7	3	1	1	2

FONTE: Os autores (2018).

O QUADRO 5 apresenta exemplos das respostas na subcategoria “Organização interna das moléculas” conforme unidades estabelecidas.

QUADRO 5 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “ORGANIZAÇÃO INTERNA DAS MOLÉCULAS”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA.

<p>Resposta Correta: Alunos explicaram corretamente o efeito interno da dilatação térmica em um corpo. AT4 Q7: 7. Explique o que acontece internamente com um corpo (com suas moléculas) quando ele se dilata? <i>elas se agitam e separam com o aumento da temperatura.</i></p> <p>Resposta Parcial: Alunos explicaram parcialmente o efeito interno da dilatação térmica em um corpo, não relacionando com o aumento da temperatura. AT4 Q7: 7. Explique o que acontece internamente com um corpo (com suas moléculas) quando ele se dilata? <i>As moléculas se agitam e se espalham</i></p> <p>Resposta Incorreta: Alunos relataram incorretamente o efeito interno da dilatação térmica em um corpo. AT1 Q7: 7. Explique o que acontece internamente com um corpo (com suas moléculas) quando ele se dilata? <i>As moléculas se rompem ao passar</i></p> <p>Não soube/ Não Respondeu: Alunos não conseguiram sistematizar e explicar sobre o efeito interno da dilatação térmica em um corpo. AT1 Q7: 7. Explique o que acontece internamente com um corpo (com suas moléculas) quando ele se dilata? <i>não sei</i></p>
--

FONTE: Os autores (2018).

Ainda referente à compreensão dos conceitos de dilatação e contração térmica, as próximas três subcategorias definidas, a saber: “Dilatação Linear”, “Dilatação Superficial” e “Dilatação Volumétrica” correspondem a questões que abordaram o conceito referente a esse tema e/ou respectivo cálculo matemático empregado. Neste sentido, se enquadra na subcategoria “Dilatação Linear” a questão Q2 da AT2. Observe-se na TABELA 5 que para ambas as turmas os alunos não apresentaram respostas parciais ou incorretas, com apenas dois alunos da Turma B não respondendo a questão. Esses dados são justificados, devido ao auxílio prestado aos alunos durante a resolução de atividades e estão relacionados com a atenção e o interesse da turma pelo assunto abordado.

TABELA 5 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO LINEAR”

Questões	Correta	Parcial	Incorreta	Não soube/ Não respondeu
TURMA A				
AT2: Q2	4	0	0	0
TURMA B				
AT2: Q2	5	0	0	2

FONTE: Os autores (2018).

Tendo em vista o auxílio da professora na resolução da atividade, segue no QUADRO 6 apenas um exemplo de resolução da Q2 da AT2, classificada na unidade resposta correta.

QUADRO 6 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO LINEAR”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

Resposta Correta: **Alunos realizaram corretamente o cálculo de dilatação linear, obtendo o valor correto da variação linear sofrida pelos trilhos.**

AT2 Q2:

2) A imprensa frequentemente tem noticiado diversas temperaturas altas que vêm ocorrendo no atual verão, no hemisfério norte. Como já se sabe, essas elevadas temperaturas podem ocasionar problemas nas construções civis, em relação a viadutos, pontes, calçadas, ferrovias e em várias outras situações, devido ao efeito da dilatação térmica. Mediante a isso, a empresa América Latina Logística (ALL), está preocupada com as estruturas dos trilhos de 150 m de comprimento localizados em Mandaguari-PR, as quais se encontram ilustradas na Figura 12. Assim, a ALL e seus engenheiros precisam de sua ajuda para descobrir qual seria a dilatação (em cm) que esse trilho sofreria devido a uma variação de temperatura igual a 26 °C, sabendo que o coeficiente linear de dilatação térmica do trilho vale $\alpha = 1,2 \times 10^{-5}$ por grau Celsius.



Figura 12 – Linha férrea. Fonte: Disponível em <http://recrutadecristo.blogspot.com/2011/02/o-acidente-na-linha-do-trem-04-de.html>. Acesso em 23 de jul. 2018.

$\Delta L = ?$	$\Delta L = 1,2 \times 10^{-5}$
$L_0 = 150 \text{ m}$	$\Delta L = 150 \times 1,2 \times 10^{-5} \times 26$
$\Delta \theta = 26^\circ \text{C}$	$\Delta L = 4,680 \times 10^{-3} \text{ m}$
$\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$\Delta L = 0,04680 \text{ m}$
	$\Delta L = 4,68 \text{ cm}$

FONTE: Os autores (2018).

Em se tratando da subcategoria “Dilatação Superficial”, neste momento foi considerada questão Q8a (referente à primeira charge) da AT1 e AT4, a qual pode ser explicada conceitualmente. De qualquer forma, vale ressaltar que esse conceito é abordado novamente na Q3 da AT2. Contudo, por se tratar de uma atividade experimental, a mesma será considerada posteriormente na categoria aplicação prática do conteúdo de dilatação térmica, subcategoria “Dilatação térmica por meio de experimentos e simulações”.

De acordo com a TABELA 6, fica evidente que inicialmente os alunos de ambas as turmas não tinham conhecimento sobre o fenômeno observado na imagem, com apenas uma resposta parcial. Contudo, após a aplicação da SD, 3 alunos da Turma A e 1 aluno da Turma B acertaram corretamente a questão (Q8a na AT4), com outros 2 alunos da Turma B acertando parcialmente. Ainda assim, observa-se que mesmo após a aplicação da SD, há alunos que não compreenderam a charge apresentada e/ou não conseguiram explicá-la conceitualmente. Esses

resultados são influenciados pela falta de atenção dos alunos e/ou pela dificuldade de interpretação das imagens.

TABELA 6 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO SUPERFICIAL”

TURMA A				
Questões	Correta	Parcial	Incorreta	Não soube/ Não respondeu
AT1: Q8a	0	1	1	2
AT4: Q8a	3	0	1	0
TURMA B				
AT1: Q8a	0	0	3	4
AT4: Q8a	1	2	2	2

FONTE: Os autores (2018).

Como exemplo das respostas apresentadas pelos alunos, segue o QUADRO 7 de acordo com as unidades estabelecidas de análise.

QUADRO 7 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO SUPERFICIAL”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA.

(Continua)

Resposta Correta: **Alunos responderam corretamente, enfatizando o fenômeno científico de dilatação térmica observado na imagem.**

AT4 Q8a:

8. Explique os fenômenos observados nas imagens abaixo:



Figura 28 - Charge sobre o aquecimento de peças. Fonte: Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26813>>. Acessado em 10 jun 2018.

Ocorre uma dilatação térmica, a peça, ao aquecida, ocorrendo uma dilatação, a temperatura aumenta e as moléculas com o aumento de temperatura vão espalhar

Resposta Parcial: **Alunos apresentaram uma resposta parcialmente correta, explicando o fenômeno sem relacionar com o conceito de dilatação térmica.**

QUADRO 7 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO SUPERFICIAL”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA.

(Conclusão)

AT4 Q8a:

8. Explique os fenômenos observados nas imagens abaixo:

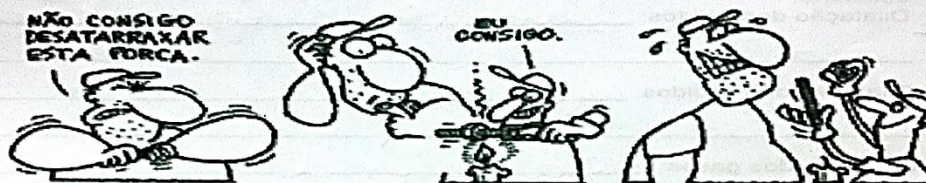


Figura 28 – Charge sobre o aquecimento de peças. Fonte: Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26813>>. Acessado em 10 jun. 2018.

Resposta Incorreta: Alunos responderam incorretamente, não relacionados à situação vivenciada na imagem com o conteúdo abordado na SD.

AT4 Q8a:

8. Explique os fenômenos observados nas imagens abaixo:

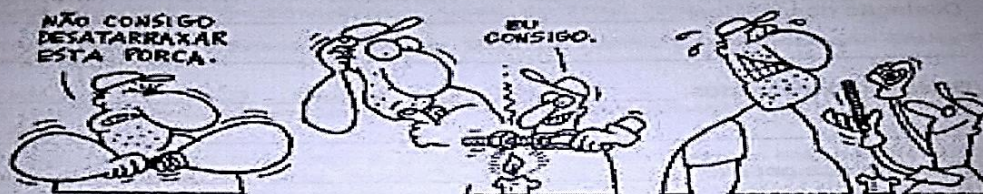


Figura 28 – Charge sobre o aquecimento de peças. Fonte: Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26813>>. Acessado em 10 jun. 2018.

Ele não conseguiu por causa da força e o outro já conseguiu.

Não soube/ Não Respondeu: Alunos não conseguiram sistematizar e explicar a situação vivenciada na imagem.

AT1 8a:

8. Explique os fenômenos observados nas imagens abaixo:



Figura 1 – Charge sobre o aquecimento de peças. Fonte: Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26813>>. Acessado em 10 jun. 2018.

não sei

FONTE: Os autores (2018).

Como comentado anteriormente, a subcategoria “Dilatação Volumétrica”, caracterizado como a última subcategoria referente à compreensão dos conceitos de dilatação e contração térmica, teve por objetivo evidenciar questões que envolvessem o conceito e/ou o cálculo matemático relacionado ao tema de dilatação volumétrica, necessário para a compreensão dos tipos de dilatação. Neste pressuposto, as questões analisadas com este fim foram: Q6 da AT1, AT2 e AT4, além da Q8b da AT1 e AT4.

A TABELA 7 expressa quantitativamente às respostas obtidas de acordo com as unidades estabelecidas. Neste sentido, vale ressaltar que tendo em vista que AT1 e AT4 são similares, tais questões são apresentadas em sequência. No que se refere à Q6 da AT1, era esperado que inicialmente os alunos não soubessem evidenciar o fenômeno físico responsável pelo estouro de garrafas devido ao congelamento do líquido contido em seu interior. Logo, para ambas as turmas não teve respostas corretas e parciais. Por outro lado, após a aplicação da SD, observa-se para Q6 da AT4, 2 respostas corretas e uma parcial na Turma A e 3 respostas corretas na Turma B, correspondendo à apropriação do conhecimento científico sobre o tema. Esses resultados se justificam pelo fato de o assunto ser reiteradamente abordado durante a AT2, em dilatação volumétrica, mais especificadamente na questão Q5, a qual será discutida posteriormente por estar relacionada a situações do cotidiano.

TABELA 7- DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, REFERENTE À SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA”.

Questões	Correta	Parcial	Incorreta	Não soube/ Não respondeu
TURMA A				
AT1: Q6	0	0	1	3
AT4: Q6	2	1	0	1
AT1: Q8b	0	0	2	2
AT4: Q8b	2	1	0	1
AT2: Q6	4	0	0	0
TURMA B				
AT1: Q6	0	0	5	2
AT4: Q6	3	0	1	3
AT1: Q8b	1	0	3	3
AT4: Q8b	0	2	0	5
AT2: Q6	6	0	0	1

FONTE: Os autores (2018).

De maneira análoga, observa-se na TABELA 7 que na questão Q8b (referente à segunda charge) da AT1, prevaleceu respostas incorretas ou os alunos não souberam responder. Contudo, considerando que o assunto foi abordado experimentalmente¹³ (AT3: Q3), alguns alunos se apropriaram do conhecimento científico necessário para explicar conceitualmente o fenômeno observado em AT4: Q8b. Logo, na Turma A tem-se 2 respostas corretas e uma parcial, enquanto que na Turma B duas respostas parciais. Ainda assim, novamente muitos não souberam responder a AT4: Q8b, possivelmente devido à dificuldade na interpretação do texto, e/ou transposição das ideias para o papel e/ou falta de tempo necessário para concluir a atividade 4.

Ainda na TABELA 7, no que se refere à Q6 da AT2, todos os alunos da Turma A e seis alunos da Turma B apresentaram respostas corretas ao utilizar cálculos matemáticos para a resolução do problema proposto. Contudo, tais resultados foram influenciados pelo auxílio fornecido aos estudantes durante a realização da atividade, principalmente o cálculo matemático.

O QUADRO 8 apresenta exemplos de respostas das questões analisadas na subcategoria de “Dilatação Volumétrica”, conforme unidades estabelecidas.

QUADRO 8 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

(Continua)

Respostas Corretas: No que se refere a AT4: Q6, os alunos responderam corretamente o fato de uma garrafa no congelador estourar, evidenciando o fenômeno físico e relacionado temperatura com a contração e dilatação térmica. Se tratando da AT4: Q8b, explicaram corretamente porque a bolinha não passa pelo orifício após ser aquecida, evidenciando a situação representada na imagem. Por fim, na AT2: Q6, realizaram corretamente o cálculo conforme problema proposto.

AT4 Q6:

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

ocorre uma dilatação volumétrica. E, garrafa, contrai por causa da baixa temperatura, enquanto o líquido tem seu volume aumentado. Com isso a pressão aumenta fazendo com que a garrafa estoure

¹³ A AT3: Q3 será discutida na categoria aplicação prática do conhecimento de dilatação térmica, subcategoria “Dilatação térmica por meio de experimentos e simulações”.

QUADRO 8 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

(Continuação)

AT4 Q8b:

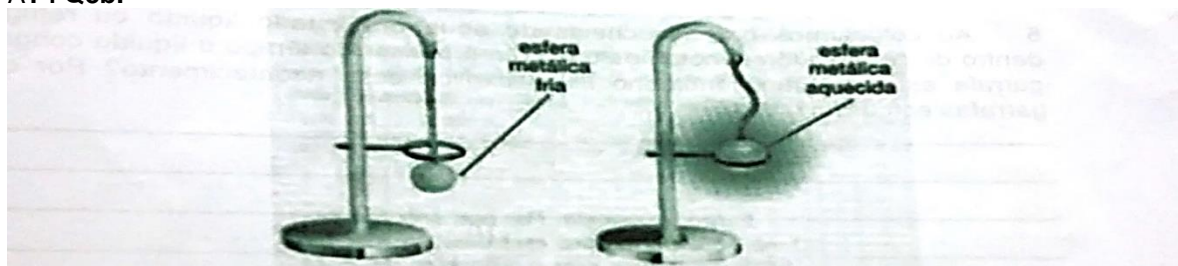


Figura 29 – Anel de Gravesande. Fonte: Disponível em <http://riif-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

es esfera foi aquecida elevando a temperatura. Antes de serem aquecidos os moléculas estavam juntos, com o aumento da temperatura elas se espalham

AT2 Q6:

6) Patrícia foi abastecer seu carro com gasolina, na manhã fria de julho no posto Silva, em Jandaia do Sul, onde a temperatura estava em torno de 10 °C. Sabendo que o tanque de seu carro tem capacidade para 65 litros, ela solicitou que o frentista completasse totalmente, em seguida dirigiu-se até o trabalho, onde deixou seu carro no estacionamento. Ao final da tarde, quando saiu do trabalho, a temperatura estava em 30 °C. Chegando no estacionamento onde havia deixado seu carro, notou que havia vazado gasolina. Preocupada ela precisa saber quanto de gasolina foi derramado, nas condições ressaltadas. Ajude Patrícia a determinar a quantidade de combustível que vazou do tanque de seu carro. Para isso, considere o coeficiente de dilatação volumétrica da gasolina igual a $1,1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e despreze a variação de volume do tanque.

$\Delta T = ?$	$\gamma = 3 \text{ m}$	$\Delta \theta = \theta - \theta_0$	$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$
$V_0 = 65 \text{ l}$	$\gamma = 1,1 \times 10^{-3}$	$\Delta \theta = 30 - 10$	$\Delta V = 65 \cdot 0,0033 \cdot 20$
$\theta_0 = 10^\circ\text{C}$	$\gamma = 0,0033 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$\Delta \theta = 20^\circ\text{C}$	$\Delta V = 4,29 \text{ L}$
$\theta = 30^\circ\text{C}$			
$\gamma = 1,1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$			

Respostas Parciais: Alunos explicaram parcialmente o fato de a garrafa estourar no congelador, não relacionando de forma adequada aos conceitos físicos. Além disso, explicaram superficialmente, porque a esfera não passa pelo orifício após ser aquecida, descrevendo somente o conceito físico, sem explicá-lo.

AT4 Q6:

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

Porque o líquido expande fazendo que o vidro estouram.

QUADRO 8 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA”, REFERENTE À CATEGORIA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

(Conclusão)

AT4 Q8b:



Figura 29 – Anel de Gravesande. Fonte: Disponível em <http://nif-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

Este fenômeno é chamado de contração e dilatação

Respostas Incorretas: Os alunos apresentaram resposta incorreta, não relacionando conceitos físicos.

AT1 Q6:

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

porque o gelo estourou a garrafa por maior massa

AT1 Q8b:

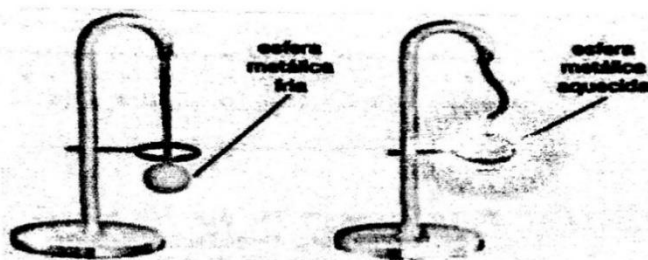


Figura 2 – Anel de Gravesande. Fonte: Disponível em <http://nif-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

Ela não passou porque ela queimou e juntou as partes dela.

Não soube/ Não Respondeu: Alunos não conseguiram sistematizar e explicar porque a garrafa estoura no congelador.

AT1 Q6:

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

não sei

De modo geral, com base nas atividades analisadas na categoria compreensão dos conceitos de dilatação e contração térmica, afirma-se que apesar da atenção, participação e interesse dos alunos ao longo das atividades desenvolvidas, os mesmos encontraram muita dificuldade na formalização e sistematização dos conceitos científicos envolvidos nos fenômenos apresentados. Somado a isso, destaca-se o pouco tempo para a sistematização das respostas, principalmente no pós-teste (AT4), em especial na Turma B, pois teve-se uma aula a menos nesta turma e esta aula foi encerrada mais cedo. Além disso, os alunos da Turma B levarem mais tempo para responder as questões das atividades, em comparação com a Turma A, devido a este público se caracterizar por pessoas mais idosas, por isso muitas questões na AT4 não foram respondidas. No entanto, os resultados possibilitam afirmar que há uma maior compreensão do conteúdo após a aplicação da SD, sugerindo a apropriação do conhecimento científico, por parte de alguns alunos.

4.4. RESULTADOS DAS SUBCATEGORIAS REFERENTES A APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

Nesta seção apresentam-se os resultados que compõe a categoria aplicações práticas do conteúdo de Dilatação Térmica, com as respectivas subcategorias “Dilatação térmica em situações do dia-a-dia” e “Dilatação térmica por meio de experimentos e simulações”, conforme apresentado anteriormente na FIGURA 34.

A primeira subcategoria evidencia questões que envolvem o conceito de Dilatação Térmica relacionado com situações do cotidiano, importantes para a promoção da aprendizagem significativa. Neste sentido, as questões analisadas foram: Q4, Q5 e Q7 da AT2; Q6b da AT3¹⁴; além da questão Q4 da AT4.

Considerando as respostas como aceitáveis e não aceitáveis, as mesmas são expressas quantitativamente no TABELA 8.

¹⁴ Somente para a Turma A, devido à falta de tempo disponível nas aulas da Turma B.

TABELA 8 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA DE “DILATAÇÃO TÉRMICA EM SITUAÇÕES DO DIA-A-DIA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

TURMA A		
Questões	Aceitável	Não aceitável
AT2: Q4	4	0
AT2: Q5	2	2
AT2: Q7	4	0
AT3: Q6b	2	2
AT4: Q4	3	1
TURMA B		
Questões	Aceitável	Não aceitável
AT2: Q4	3	4
AT2: Q5	2	5
AT2: Q7	6	1
AT4: Q4	3	4

FONTE: Os autores (2018).

Note que em relação às questões da AT2, todos os alunos da Turma A e três alunos da Turma B, apresentaram respostas aceitáveis na Q4, já na Q5 apenas dois alunos de ambas as turmas demonstraram respostas plausíveis e aceitáveis, enquanto que na Q7 tem-se que dois alunos da Turma A e seis da Turma B responderam corretamente esta questão, abordando conceitos de dilatação térmica relacionados com situações do cotidiano. Por fim, no que se refere à AT4, 3 alunos de cada turma apresentaram respostas aceitáveis. Desta forma, há evidências de que a maioria dos estudantes compreenderam os conceitos físicos trabalhados e relacionaram com acontecimentos do dia-a-dia.

Ainda assim, alguns fatores influenciaram nos resultados desta subcategoria, tais como: o auxílio concedido aos estudantes durante a realização de atividades devido à dificuldade de interpretar as questões e de sistematizar as respostas; além de pouco debate por parte dos alunos no momento das atividades e desatenção durante a explicação.

O QUADRO 9 apresenta exemplos das respostas na subcategoria “Dilatação Térmica em situações do dia-a-dia” conforme unidades estabelecidas.

QUADRO 9 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO TÉRMICA EM SITUAÇÕES DO DIA-A-DIA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

(Continua)

Respostas Aceitáveis: Alunos responderam corretamente as questões, compreendendo e enfatizando os conceitos físicos abordados na SD e explicando fatos do cotidiano, por meio desses saberes.

AT2 Q4:

- 4) Marcelo é um mecânico iniciante na oficina RAM e está com dificuldade de encaixar um eixo de aço em um anel de latão no motor de um carro, conforme representado na Figura 17.



Figura 17 – Representação das peças que Marcelo precisa encaixar. Fonte: Disponível em: <<https://www.stoodi.com.br/exercicios/fisica/dilatacao-termica/>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

Ao tentar encaixar o eixo de aço no anel de latão, Marcelo percebeu que em temperatura ambiente o diâmetro do eixo é maior que o do orifício do anel. Contudo, sabia que o coeficiente de dilatação térmica do latão é maior que o do aço. Mediante isso e em conversa com seu colega Marcos, Marcelo pensou em alguns procedimentos, descritos nas alternativas a seguir, para encaixar o eixo no anel. Se coloque no lugar de Marcos e ajude Marcelo a descobrir qual das alternativas abaixo NÃO corresponde a um procedimento que permita o encaixe das peças. Assinale a resposta correta e explique o porquê da sua escolha.

- a) Resfriar apenas o eixo.
b) Aquecer apenas o anel.
x c) Resfriar o eixo e o anel.
d) Aquecer o eixo e o anel.

nao
Porque se aquecer o eixo e o anel, ambos se dilatam e não conseguem se encaixar.

AT2 Q5:

- 5) Joaquim possui diversas garrafas de vidro em casa e assistiu em um programa de TV que é possível cortá-las com barbante e fazer copos de vidros para decoração. Pesquisando na internet ele encontrou uma experiência denominada “Partindo a Garrafa”⁴ e ficou vislumbrado com o que observou, porém não sabe explicar como isso é possível. A Figura 21 representa a experiência citada. Realize esta experiência e explique fisicamente como é possível cortar a garrafa e qual relação entre este experimento com a reportagem sobre garrafas que estouram no congelador.

Porque dilata-se somente a parte de cima com o calor do barbante e a parte de baixo como estava com a água não dilata-se, a garrafa partiu.

É a garrafa do congelador e líquido não expande porque a temperatura está baixa e a garrafa diminui, porque também a temperatura está baixa só que os dois são materiais diferentes, então um contrai e o outro expande.

QUADRO 9 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO TÉRMICA EM SITUAÇÕES DO DIA-A-DIA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

(Continuação)

AT2 Q7:

7) Há vários estudos sobre os materiais utilizados para a restauração de dentes, os cientistas pesquisam principalmente, entre outras características, o coeficiente de dilatação térmica. Se utilizarmos um material de dilatação térmica inadequado, poderemos provocar sérias lesões ao dente, como trincas ou até mesmo quebra (TEIXEIRA, 2018). Nesse caso, para que a restauração seja considerada ideal, o coeficiente de dilatação volumétrica do material de restauração deverá ser:

- a) Igual ao coeficiente de dilatação volumétrica do dente;
- b) Maior que o coeficiente de dilatação volumétrica do dente, se o paciente se alimenta predominantemente com alimentos muito frios;
- c) Menor que o coeficiente de dilatação volumétrica do dente, se o paciente se alimenta predominantemente com alimentos muito frios;
- d) Maior que o coeficiente de dilatação volumétrica do dente, se o paciente se alimenta predominantemente com alimentos muito quentes;
- e) Menor que o coeficiente de dilatação volumétrica do dente, se o paciente se alimenta predominantemente com alimentos muito quentes.

AT3 Q6b:

- 6 b) Com o intuito de complementar a questão 7 da ATIVIDADE 03, no sentido de proporcionar aos alunos que identifiquem a dilatação térmica presente em equipamento elétrico importantes no dia-a-dia, sugere-se a leitura do texto “Como os termostatos economizam energia?” de Xavier; Barreto Filho (2010, p. 112-113), descrito abaixo. Após o feito, explique a importância de compreender os conceitos da dilatação térmica presentes no dia-a-dia.

Para saber, quando um aparelho não funciona,
quando a temperatura do corpo não se mantém
nas mesmas condições, que tem temperatura, pode esta
relacionar com o termostato se esta com
defeito ou não.

AT4 Q4:

4. Porque nas construções civis de pontes, viadutos e calçadas, os construtores deixam pequenas fendas de divisória? O que aconteceria com essas construções, em um dia de temperatura elevada, se as fendas estivessem colocadas muito próximas?

É deixado fendas para que haja dilatação
de elas por se colocada muito próximas
uma da outra a tendência é se rachar ou
se soltar uma das outra devido a maior dilatação

Respostas Não Aceitável: Alunos não responderam as questões, apresentaram respostas parciais ou confusas, não destacaram conceitos físicos e não conseguiram relacionar os saberes com situações do dia-a-dia.

QUADRO 9 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO TÉRMICA EM SITUAÇÕES DO DIA-A-DIA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

(Conclusão)

AT2 Q4:

4) Marcelo é um mecânico iniciante na oficina RAM e está com dificuldade de encaixar um eixo de aço em um anel de latão no motor de um carro, conforme representado na Figura 17.



Figura 17 – Representação das peças que Marcelo precisa encaixar. Fonte: Disponível em: <<https://www.stoodi.com.br/exercicios/fisica/dilatacao-termica/>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

Ao tentar encaixar o eixo de aço no anel de latão, Marcelo percebeu que em temperatura ambiente o diâmetro do eixo é maior que o do orifício do anel. Contudo, sabia que o coeficiente de dilatação térmica do latão é maior que o do aço. Mediante isso e em conversa com seu colega Marcos, Marcelo pensou em alguns procedimentos, descritos nas alternativas a seguir, para encaixar o eixo no anel. Se coloque no lugar de Marcos e ajude Marcelo a descobrir qual das alternativas abaixo NÃO corresponde a um procedimento que permita o encaixe das peças. Assinale a resposta correta e explique o porquê da sua escolha.

- a) Resfriar apenas o eixo.
 b) Aquecer apenas o anel.
 c) Resfriar o eixo e o anel.
 d) Aquecer o eixo e o anel.

é a letra c porque se resfriar os dois ai não vai dar certo

AT2 Q5:

5) Joaquim possui diversas garrafas de vidro em casa e assistiu em um programa de TV que é possível cortá-las com barbante e fazer copos de vidros para decoração. Pesquisando na internet ele encontrou uma experiência denominada “Partindo a Garrafa”⁴ e ficou vislumbrado com o que observou, porém não sabe explicar como isso é possível. A Figura 21 representa a experiência citada. Realize esta experiência e explique fisicamente como é possível cortar a garrafa e qual relação entre este experimento com a reportagem sobre garrafas que estouram no congelador.

Por que o vidro no congelador ele estoura e no fogo sem água ele sai a partir de cima inteira.

AT3 Q6b:

b) Com o intuito de complementar a questão 7 da ATIVIDADE 03, no sentido de proporcionar aos alunos que identifiquem a dilatação térmica presente em equipamento elétrico importantes no dia-a-dia, sugere-se a leitura do texto “Como os termostatos economizam energia?” de Xavier; Barreto Filho (2010, p. 112-113), descrito abaixo. Após o feito, explique a importância de compreender os conceitos da dilatação térmica presentes no dia-a-dia.

É bom saber que a gente faz no dia dia da gente pra saber mais sobre os casa

Ainda referente à categoria de aplicações práticas do conteúdo de Dilatação Térmica, destaca-se a segunda subcategoria, denominada Dilatação Térmica por meio de experimentos e simulações, com suas classificações de respostas, entre aceitáveis e não aceitáveis. Esta subcategoria teve por objetivo evidenciar as questões que abordam o conteúdo de Dilatação Térmica por meio de experimentos e simulações computacionais, importante para tornar o aluno ativo no processo de construção de conhecimento. Neste sentido as questões analisadas foram: Q1 e Q3 da AT2 e Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 e Q6a da AT3.

Os dados quantitativos referentes a essas questões estão expressos na TABELA 9, conforme suas classificações de respostas. Importante ressaltar novamente que a Turma B não realizou a AT3: Q6a, devido à falta de tempo disponível nas aulas.

TABELA 9 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA DE "DILATAÇÃO TÉRMICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES", REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

TURMA A		
Questões	Aceitável	Não aceitável
AT2: Q1	4	0
AT2: Q3	3	1
AT3: Q1	3	1
AT3: Q2	3	1
AT3: Q3	3	1
AT3: Q4	3	1
AT3: Q5	3	1
AT3: Q6a	3	1
TURMA B		
AT2: Q1	5	2
AT2: Q3	3	4
AT3: Q1	4	3
AT3: Q2	2	5
AT3: Q3	6	1
AT3: Q4	3	4
AT3: Q5	4	3

FONTE: Os autores (2018).

Com base na TABELA 9, nota-se que a maioria dos alunos da Turma A assimilaram e compreenderam o conceito de Dilatação Térmica, relacionado com os experimentos e simulações, inclusive realizando os cálculos matemáticos corretamente, estabelecidos na AT2: Q1, AT2: Q3 e AT3: Q1, além de comparar os conceitos de pressão, calor, temperatura, densidade, relação entre calor, temperatura e organização interna das moléculas, abordados na atividade 3, questões Q2, Q3, Q4, Q5 e Q6a.

Já em relação à Turma B, há um quantitativo maior de respostas classificadas como não aceitáveis. Contudo, vale ressaltar que apesar deste quantitativo de respostas consideradas não aceitáveis, os alunos foram participativos e questionaram durante a realização de todas as atividades experimentais e simulações. Neste sentido, as discussões proporcionadas sugerem que a maioria dos alunos compreenderam o conceito de Dilatação Térmica, calor, temperatura, pressão e densidade abordadas durante os experimentos e simulações. Ainda assim, fica evidente que possuem muita dificuldade em expor seus entendimentos no papel, resultando em respostas não aceitáveis.

Novamente, alguns dos fatores que influenciaram esses resultados foram: auxílio aos alunos na resolução das atividades; atrasos dos estudantes, o que acarretou a não participação integral nas atividades; desatenção e dificuldade de sistematizar os conceitos de maneira clara e objetiva e ainda, falta de tempo didático para se trabalhar com mais cautela esses assuntos.

O QUADRO 10 apresenta alguns exemplos de respostas na subcategoria “Dilatação Térmica em situações do dia-a-dia” conforme unidades estabelecidas.

QUADRO 10 - ALGUNS EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA "DILATAÇÃO TÉRMICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES", REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

(Continua)

Respostas Aceitáveis: Alunos responderam corretamente as questões, compreendendo e relacionando os conceitos físicos abordados na SD, para explicar os acontecimentos envolvidos nas simulações e nos experimentos.

AT2 Q1:

- 1) Em um dia ensolarado João, um menino curioso e atento, estava observando a rede elétrica de sua vizinhança e notou que durante o dia os cabos elétricos estavam mais esticados do que a noite. Pesquisando na internet, ele descobriu que este efeito está relacionado com a dilatação linear, ocasionado pela variação de temperatura. Sabendo disso, João aferiu a temperatura durante dois momentos em um mesmo dia e consultou a Copel para descobrir o tamanho inicial do fio. Mas agora ele precisa descobrir o tamanho final do cabo, para saber o quanto o fio dilatou. Como você o ajudaria nesta tarefa? Acesse o simulador³ (conforme Figura 11) e descubra os dados que João obteve durante suas medições e ajude ele encontrar sua resposta.

$\Delta\theta = \theta - \theta_0$	$\theta_0 = 23^\circ\text{C}$	$\alpha = 16 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$\Delta L = L - L_0$
$\Delta\theta = 35 - 23$	$L_0 = 43,8 \text{ m}$	$\Delta L = -98,11 \times 10^{-6} \text{ m}$	$-0,009811 = L - 43,8$
$\Delta\theta = -14^\circ\text{C}$	$\theta = 35^\circ\text{C}$	$\Delta L = 0,009811 \text{ m}$	$L - 43,8 = 0,009811$
	$\alpha = 16 \times 10^{-6}$		$L = 0,009811 + 43,8$
	$\Delta L = L - L_0$		$L = 43,79 \text{ m}$

AT3 Q3:

- 3) Uma maneira de comprovar a dilatação volumétrica de um sólido é por meio do experimento denominado Anel de Gravesand, o qual é constituído por uma esfera que atravessa um orifício de metal. Contudo, depois de aquecê-la com auxílio de uma vela isso deixa de acontecer, conforme Figura 24 (SOUZA, 2017).

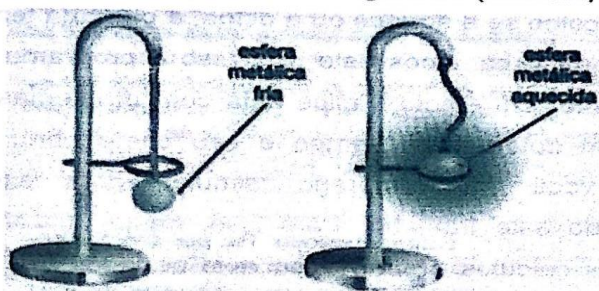


Figura 24 - Anel de Gravesand. Fonte: Disponível em <http://rif-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

Execute este experimento e explique como se comportam as moléculas que compõem a esfera antes e depois de aquecida? Porque a esfera não passa pelo orifício de metal ao ser aquecida?

As moléculas se agitaram e se dilatou e não passou no orifício.

QUADRO 10 - ALGUNS EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO TÉRMICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

(Continuação)

AT3 Q4:

4) No período de festa junina, o balão é um artefato belo, porém perigoso, de modo que muitos acidentes envolvendo balões são relatados frequentemente pela mídia, pois são soltos em locais indevidos. Você saberia explicar qual o princípio de funcionamento do balão, ou seja, por que ele sobe? Para ajudar a visualizar o efeito do balão acesse o simulador representado na Figura 26, disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/balao7.htm>>, e identifique o tipo de dilatação presente nele.

Dele aumento da temperatura a pressão aumenta e os moléculas se expande e a densidade diminui fazendo com que o balão sobe.

Respostas Não Aceitável: Alunos não responderam as questões ou apresentaram respostas incompletas, não destacaram conceitos físicos e não conseguiram explicar corretamente o fenômeno observado nos experimentos e simulações.

AT3: Q2

2) Em seu aniversário de 12 anos, Brenda ganhou de sua tia um termoscópio. Por ser professora de Física, sua tia logo foi dizendo que se trata de um instrumento inventado por Galileu Galilei em 1592, o qual é composto por uma esfera oca de vidro a qual é conectada um tubo também de vidro. Esse instrumento possibilita analisar qualitativamente o aumento ou a diminuição de temperatura, por meio do deslocamento de uma substância no interior do tubo⁶, conforme Figura 23.



Figura 23 - Termoscópio. Fonte: Disponível em <<https://pt.slideshare.net/jlp1973/termometria-slideshow-by-jair-lp>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

Colocando suas mãos na parte inferior da superfície do frasco, onde há maior concentração de líquido, Brenda observou um efeito muito intrigante, mas não conseguiu compreender o porquê isso ocorreu (PSCHEIDT, 2018). Faça você também esta experiência e responda aos seguintes questionamentos de Brenda:

a) Qual conceito físico envolvido no experimento? Porquê?

Não precisa ser um grande estudioso da física para saber que das suas maiores contribuições foi Sir Isaac Newton.

QUADRO 10 - ALGUNS EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DILATAÇÃO TÉRMICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES”, REFERENTE À CATEGORIA DE APLICAÇÕES PRÁTICAS DO CONTEÚDO DE DILATAÇÃO TÉRMICA

(Conclusão)

AT3: Q2

b) Há uma relação entre calor, temperatura, pressão e densidade neste experimento? Qual seria?

Temperatura é uma medida estatística do nível de agi.

c) Explique como e por que o líquido se eleva?

tem uma pressão na mão que distala que assim ele consegue subir e tem um descer.

AT3: Q3

3) Uma maneira de comprovar a dilatação volumétrica de um sólido é por meio do experimento denominado Anel de Gravesand, o qual é constituído por uma esfera que atravessa um orifício de metal. Contudo, depois de aquecê-la com auxílio de uma vela isso deixa de acontecer, conforme Figura 24 (SOUZA, 2017).

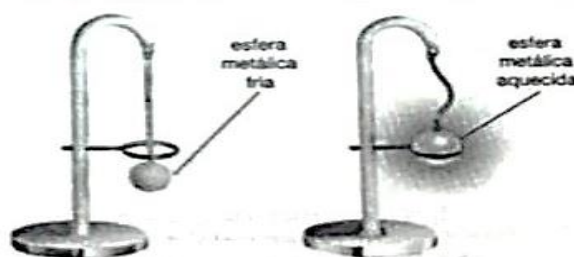


Figura 24 - Anel de Gravesand. Fonte: Disponível em <http://rif-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

Execute este experimento e explique como se comportam as moléculas que compõem a esfera antes e depois de aquecida? Porque a esfera não passa pelo orifício de metal ao ser aquecida?

Si voce aquecer a esfera ela não passa pelo orifício.

FONTE: Os autores (2018).

De modo geral, esta categoria demonstrou a importância de abordar e trabalhar conceitos físicos de maneiras diversificadas, relacionadas com o cotidiano e através de experimentos e simulações, o que proporciona ao estudante a

oportunidade de ser ativo na construção do conhecimento, reflexivo e crítico em relação a situações do cotidiano (SÉRÉ, COELHO et al, 2003; CALDAS, 2017). Desta forma destaca-se que práticas que se distanciam da pedagogia tradicional são bem acolhidas pela EJA e favorecem uma aprendizagem significativa e enriquecedora, visto que o ensino de Física se torna mais próximo da vivência cotidiana dos estudantes (KRUMMENAUER; COSTA; SILVEIRA, 2010).

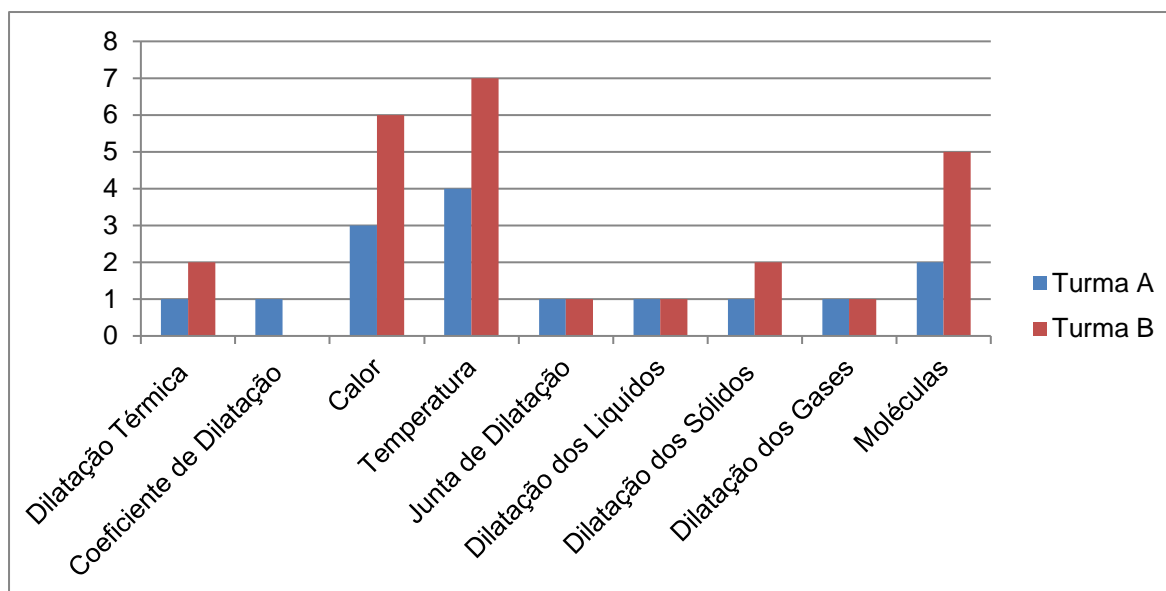
4.5. RESULTADOS DAS SUBCATEGORIAS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Nesta seção apresentam-se os resultados das atividades classificadas nas subcategorias da aprendizagem significativa, denominadas: subsunçores, organizadores prévios, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, com suas respectivas unidades de respostas, evidenciados ou não evidenciados.

Importante ressaltar que as questões analisadas nas categorias anteriores serão novamente consideradas nestas subcategorias; entretanto, busca-se neste momento identificar a validação da aprendizagem significativa, através das respostas dos alunos.

A primeira subcategoria “Subsunçor” teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes destacados nas questões contidas na AT1 (pré-teste). Como afirma Moreira (2012), o subsunçor é o conhecimento que o aluno já possui em sua estrutura cognitiva e possibilita a ancoragem de novos conhecimentos, a fim de torná-los mais significativos. Além disso, ele é uma variável muito importante na aprendizagem significativa, podendo favorecê-la ou dificultá-la. Neste sentido, torna-se relevante analisar esses conhecimentos apresentados pelos alunos. Por essa razão, os alunos foram questionados na Q1 da AT1 a respeito dos conceitos físicos que conheciam, de modo que o quantitativo de conceitos assinadas por aluno (para ambas as turmas) está representado no GRÁFICO 1.

GRÁFICO 1 – CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES DE AMBAS AS TURMAS.



FONTE: Os autores (2018).

Observa-se, no GRÁFICO 1, que para ambas as turmas as palavras mais assinaladas foram respectivamente temperatura, calor e moléculas. Contudo, outras relacionadas ao fenômeno de dilatação apareceram com menos frequência, tais como dilatação térmica, coeficiente de dilatação, junta de dilatação, entre outros. Tais resultados sugerem que os alunos possuíam poucos conhecimentos sobre a temática da SD aplicada. Ainda assim, dentre aqueles que destacam já ter ouvido falar de alguns dos termos apresentados, possivelmente seja decorrente da experiência profissional e pessoal dos estudantes, configurada muitas vezes no trabalho, na vida doméstica e até mesmo no aprendizado escolar.

Na TABELA 10 têm-se os dados quantitativos referentes aos subsunçores¹⁵ evidenciados ou não evidenciados nas Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7 e Q8 da AT1 de ambas as turmas. Observa-se que a maioria dos alunos da Turma A e da Turma B teve o conceito de temperatura e calor evidenciado na Q2, estando de acordo com o destacado anteriormente na Q1, porém a definição desses conceitos é incompleta e confusa (ver exemplos apresentados no QUADRO 11), podendo resultar inclusive em um bloqueio para a aprendizagem. Em relação ao conceito de densidade elencado na Q3, apenas 1 aluno na Turma A e 3 na Turma B apresentaram uma definição desse conceito, mas ainda utilizando linguagem informal e termos

¹⁵ Para esta análise, consideram-se como subsunçores evidenciados as respostas dos alunos que apresentaram conceitos, independente de apresentarem definições corretas ou incompletas.

incompatíveis. No que se refere à junta de dilatação (Q4) e dilatação térmica (Q5), poucos alunos de ambas as turmas apresentaram algum conhecimento prévio, ressaltando em uma explicação informal do fenômeno. Idem sobre Q6 e Q7, relacionadas com a dilatação volumétrica e organização interna das moléculas, respectivamente. Por fim, na Q8 nota-se, de modo geral, que na maioria das respostas dos alunos não foi possível evidenciar conceitos completos, sendo que muitos não responderam ou se expressaram de maneira equivocada.

TABELA 10 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA “SUBSUNÇORES”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

TURMA A		
Questões	Evidenciados	Não evidenciados
Q2	3	1
Q3	1	3
Q4	2	2
Q5	2	2
Q6	1	3
Q7	0	4
Q8a	1	3
Q8b	1	3
TURMA B		
Q2	4	3
Q3	3	4
Q4	2	5
Q5	3	4
Q6	3	4
Q7	2	5
Q8a	0	7
Q8b	2	5

FONTE: Os autores (2018).

O QUADRO 11 demonstra alguns exemplos de subsunçores evidenciados em algumas questões da AT1. Como por exemplo, o conceito de temperatura, calor, densidade, dilatação/ expansão térmica e agitação das moléculas.

QUADRO 11 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA "SUBSUNÇOR", REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Respostas Evidenciavas: **Alunos responderam as questões, apresentando pouco subsunçor ou conhecimento prévio equivocado, utilizando linguagem cotidiana e explicação voltada para o senso comum.**

Q2:

2. Qual a diferença entre calor e temperatura?

Calor derrete gelo
temperatura conserva os alimentos

Q3:

3. O que é densidade?

É a relação entre massa e ~~de~~ volume
Tipo água e óleo
não se misturam por causa da densidade

Q4:

4. Porque nas construções civis de pontes, viadutos e calçadas, os construtores deixam pequenas fendas de divisória? O que aconteceria com essas construções, em um dia de temperatura elevada, se as fendas estivessem colocadas muito próximas?

Isso que acontece sem a dilatação se estivessem muito próximas pode acontecer rachaduras ocasionando problemas nos solos

Q6:

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

É o líquido que se transforma em sólido
Isso que os moléculas de gás estão congeladas e aumentam a pressão

Respostas não Evidenciavas: **Alunos responderam as questões de maneira incompleta ou confusa, apresentando nenhum subsunçor adequado com as situações questionadas.**

Q2:

2. Qual a diferença entre calor e temperatura?

Isso não é a mesma coisa.

Q6:

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

porque eu acho que o gás de dentro não é compatível com o congelamento

Q7:

7. Explique o que acontece internamente com um corpo (com suas moléculas) quando ele se dilata?

é quente daí queimou assim tá quente
fresquinho

Como se observou a maioria dos estudantes apresentou pouco ou nenhum conceito prévio. Neste sentido, faz-se necessário destacar a segunda subcategoria denominada “Organizadores Prévios”, referente também à aprendizagem significativa. De acordo com Moreira (2012), essa subcategoria configura-se em um recurso instrucional, podendo ser uma abordagem metodológica diferenciada, um material ou um recurso educacional que possibilite ao aluno adquirir determinados subsunçores, relevantes para a aprendizagem significativa. Desta forma, nesta etapa são analisadas, as questões: Q1, Q3 e Q5 da Atividade 2, as quais têm como objetivo discutir o conteúdo e, conseqüentemente, a função de organizadores prévios. Os dados quantitativos dessas questões com suas unidades de respostas, sendo elas evidenciados ou não evidenciados, estão expressos na TABELA 11 para ambas as turmas.

TABELA 11- DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA “ORGANIZADORES PRÉVIOS”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

TURMA A		
Questões	Evidenciados	Não evidenciados
Q1	4	0
Q3	3	1
Q5	3	1
TURMA B		
Q1	5	2
Q3	4	3
Q5	3	4

FONTE: Os autores (2018).

Com base na TABELA 11, observa-se que a realização da AT2 proporcionou aos alunos de ambas as turmas compreenderem os conceitos e o cálculo matemático envolvido na dilatação linear (Q1) e na dilatação superficial (Q3), as quais utilizaram-se de simulação computacional e experimento demonstrativo, respectivamente. Já na Q5, ainda referente à AT2, nota-se que 3 alunos de cada turma conseguiram expressar adequadamente o fenômeno da dilatação volumétrica, vivenciado por meio de experimento prático e de uma aplicação cotidiana do conteúdo, ressaltando conceitos físicos. Esses resultados foram influenciados pela metodologia abordada, pois houve auxílio aos alunos durante a resolução das atividades e debate/ conversa sobre conceitos físicos abordados nas experiências.

O QUADRO 12 apresenta alguns exemplos de organizadores prévios evidenciados nas questões da AT2.

QUADRO 12 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA "ORGANIZADORES PRÉVIOS", REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Respostas Evidenciadas: **Alunos responderam as questões utilizando linguagem cotidiana, mas destacando a assimilação de alguns conceitos físicos.**

Q3:

acotarem que ao aquecer a medida e dilatare, como existens em piso e rachadura de cesso pa, que fazeu calor e elevou a temperatura ocasionando dilatacao artificial nos dias secos.

$A = 3,14$

$d = 2 \text{ cm} / R = 1 \text{ cm}$

$D = 25^\circ \text{C}$

$D = 72^\circ \text{C}$

$P = D \cdot d = 0,17 \times 15 = 34 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$

$AC = \pi \cdot R^2 \cdot \Delta L = 3,14 \text{ cm}^2$

$\Delta A = 3,14 \cdot 3,14 \times 10^{-6} \cdot 47$

$\Delta A = 5017 \times 10^{-6}$

$\Delta A = 0,005017 \text{ cm}^2$

Q5:

5) Joaquim possui diversas garrafas de vidro em casa e assistiu em um programa de TV que é possível cortá-las com barbante e fazer copos de vidros para decoração. Pesquisando na internet ele encontrou uma experiência denominada "Partindo a Garrafa" e ficou vislumbrado com o que observou, porém não sabe explicar como isso é possível. A Figura 21 representa a experiência citada. Realize esta experiência e explique fisicamente como é possível cortar a garrafa e qual relação entre este experimento com a reportagem sobre garrafas que estouram no congelador.

Eu pensei de uma garrafa onde não contém o liquido se dilatare primeiros pois é mais fino.

Com a garrafa no congelador, o liquido aumenta e a garrafa diminui fazendo com que estoure.

Isso tem uma semelhança a Dilatacao volumetrica.

Respostas não Evidenciadas: **Alunos responderam de maneira confusa, incompleta ou ainda não responderam as questões, além disso, apresentaram pouco conceito científico.**

Q5:

é por que a garrafa quando colocada com o liquido dentro e cheguei numa temperatura mais baixa a água se congela e se expande dentro da garrafa e por isso estoura.

Na chadura no agua com o alcool ela entra e saem em choque termico alta temperatura

Em relação à subcategoria da “Diferenciação Progressista”, vinculada também à categoria da aprendizagem significativa, esse processo remete ao fato do subsunçor adquirir novos significados ou novos conhecimentos a partir da classificação e diferenciação desses novos conceitos (MOREIRA, 2012). Neste caso em especial, nota-se que os estudantes possuíam o conceito “expandir” ou “dilatar”, mas ao longo das atividades esse conceito se torna mais amplo e diferenciável de acordo com seus tipos de dilatação.

Neste sentido, destacam-se as respostas dos alunos que abordam este processo. Tais respostas correspondem a AT3 Q1 e Q2a e na AT4 a Q6, expressas quantitativamente na TABELA 12, sendo classificados como evidenciados ou não evidenciados.

TABELA 12 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA “DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

TURMA A		
Questões	Evidenciados	Não evidenciados
AT3: Q1	3	1
AT3: Q2a	3	1
AT4: Q6	2	2
TURMA B		
AT3: Q1	5	2
AT3: Q2a	3	4
AT4: Q6	2	5

FONTE: Os autores (2018).

Mediante aos dados expostos, nota-se que na Q1 da AT3, a maioria dos estudantes de ambas as turmas diferenciaram a dilatação, visto que eles precisariam identificar o tipo de dilatação presente no exercício, para resolver corretamente o cálculo matemático e descrever sobre a importância deste conceito. Já na Q2a desta mesma atividade, três alunos de cada turma, evidenciaram e classificaram a dilatação volumétrica nesta questão, conseguindo assim executar a diferenciação progressiva do subsunçor dilatação. Por fim, na Q6 da AT4 nota-se que a maioria dos alunos de ambas as turmas não conseguiram realizar este processo da aprendizagem significativa, visto que não destacaram o tipo de dilatação e conceitos científicos envolvidos na questão. Apesar da atenção e

participação dos alunos nas aulas, os resultados das questões da AT4 foram influenciados pelo pouco tempo para sistematizar respostas, visto que algumas foram trabalhadas no final da aula e pela dificuldade de escrever e sistematizar os conceitos.

No QUADRO 13 destacam-se as respostas evidenciadas e não evidenciadas a respeito da subcategoria “Diferenciação Progressiva”.

QUADRO 13 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

(Continua)

Respostas Evidenciadas: **Alunos apresentaram e diferenciaram os tipos de dilatação presentes nas questões, realizaram cálculo corretamente e descreveram o fenômeno observado nas experiências utilizando conceitos científicos.**

AT3 Q1:

A dilatação linear resulta no aumento de 1 dimensão do corpo, ela nos ajuda a compreender melhor no nosso dia a dia, se aumentarmos a temperatura acontece a dilatação e se diminuirmos acontece a contração.

24

$l_0 = 2m$	$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta Q$	$\frac{0,02}{34 \cdot 10^{-6}} = Q - 30$
$Q_0 = 30^\circ C$	$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot (Q - Q_0)$	$588,24 = Q - 30$
$Q = ?$	$0,02 = 2,17 \cdot 10^{-5} (Q - 30)$	$Q - 30 = 588,24$
$\alpha = 17 \cdot 10^{-6} / ^\circ C$	$0,02 = 34 \cdot 10^{-6} \cdot (Q - 30)$	$Q = 588,24 + 30$
$L = 2,02m$		$Q = 618,24^\circ C$

$\Delta L = 4 - 2$
 $\Delta L = 2,02 - 2$
 $\Delta L = 0,02m$

AT3 Q2a:

2) Em seu aniversário de 12 anos, Brenda ganhou de sua tia um termoscópio. Por ser professora de Física, sua tia logo foi dizendo que se trata de um instrumento inventado por Galileu Galilei em 1592, o qual é composto por uma esfera oca de vidro a qual é conectada um tubo também de vidro. Esse instrumento possibilita analisar qualitativamente o aumento ou a diminuição de temperatura, por meio do deslocamento de uma substância no interior do tubo⁶, conforme Figura 23.

Colocando suas mãos na parte inferior da superfície do frasco, onde há maior concentração de líquido, Brenda observou um efeito muito intrigante, mas não conseguiu compreender o porquê isso ocorreu (PSCHEIDT, 2018). Faça você também esta experiência e responda aos seguintes questionamentos de Brenda:

a) Qual conceito físico envolvido no experimento? Porquê?

Dilatação volumétrica, quando a temperatura aumenta o líquido se expande.

QUADRO 13 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

(Conclusão)

AT4 Q6:

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

Deve ser uma dilatação volumétrica. A garrafa contrai por causa da baixa temperatura, enquanto o líquido tem seu volume aumentado. Com isso a pressão aumenta fazendo com que a garrafa estoure

Respostas não Evidenciadas: **Alunos não apresentaram e não conseguiram diferenciar os tipos de dilatação presentes nas questões, realizaram cálculo incorretamente ou parcialmente e não destacaram conceitos científicos abordados nas experiências.**

AT3 Q2a:

a) Qual conceito físico envolvido no experimento? Porquê?

aquecimento do sol

AT4 Q6:

6. Ao colocarmos garrafas cheias de água em estado líquido ou refrigerante dentro de congeladores, notamos que com o passar do tempo o líquido congela e a garrafa estoura. Qual fenômeno físico explica esse acontecimento? Por que as garrafas estouram?

Porque chegou ao limite e a garrafa não tem mais por onde crescer e se expandir

FONTE: Os autores (2018).

Por fim, a última subcategoria denominada “Reconciliação Integradora”, teve por objetivo evidenciar nas respostas dos alunos a que melhor apresentou a junção e integração de conceitos, relacionando-os a fim de explicar fenômenos físicos abordados durante as aulas. Como afirma Moreira (2012, p.6):

“A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (MOREIRA, 2012 p.6).

As questões analisadas neste intuito foram referentes à AT3: Q2 alternativas b e c, Q3 e Q5, que possuem seus dados expressos quantitativamente na TABELA 13 com suas respectivas unidades de respostas evidenciados e não evidenciados.

TABELA 13 - DADOS QUANTITATIVOS DAS UNIDADES, CONTIDAS NA SUBCATEGORIA “RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.

TURMA A		
Questões	Evidenciados	Não evidenciados
AT3 Q2b e AT3 Q2c	3	1
AT3 Q3	3	1
AT3 Q4	3	1
AT3 Q5	3	1
TURMA B		
AT3 Q2b e AT3 Q2c	2	5
AT3 Q3	4	3
AT3 Q4	3	4
AT3 Q5	3	4

FONTE: Os autores (2018).

De acordo com a TABELA 13, observa-se que na Q2 alternativas b e c três alunos da Turma A e apenas dois alunos da Turma B conseguiram relacionar conceitos de temperatura, calor, pressão e densidade com a experiência, realizando assim a reconciliação integradora. Apesar deste resultado, vale ressaltar que a alternativa a da Q2 foi considerada na subcategoria anterior, com a maioria dos alunos evidenciando a diferenciação progressiva. Na Q3 a maioria dos alunos de ambas as turmas realizaram novamente este processo, associando os conceitos de dilatação e temperatura com o comportamento interna das moléculas. Já nas questões 4 e 5 que aborda a dilatação volumétrica por meio de experimentos e simuladores, nota-se que 3 alunos de ambas as turmas evidenciaram a reconciliação integradora, interligando conceitos de pressão, temperatura e densidade.

Os resultados apresentados foram influenciados pelo debate realizado com os alunos durante o desenvolvimento das atividades; apesar da dificuldade por parte dos estudantes em expor as ideias e descrever termos corretos, considera-se que

devido às metodologias diferenciadas (uso de simuladores e experiências) houve o favorecimento da aprendizagem.

O QUADRO 14 demonstra exemplos de respostas evidenciadas e não evidenciadas das questões contidas na AT3, referente subcategoria “Reconciliação Integradora”.

QUADRO 14 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

(Continua)

Respostas Evidenciadas: **Alunos explicaram corretamente as questões, interligando conceitos de calor, temperatura, densidade, pressão, organização interna das moléculas com os tipos de dilatação, evidenciando assim a reconciliação integradora.**

Q2b e c:

b) Há uma relação entre calor, temperatura, pressão e densidade neste experimento? Qual seria?

Sim. Quando aumenta o calor a temperatura se eleva fazendo com que o líquido tenha um aumento da pressão e assim diminuindo a densidade.

c) Explique como e por que o líquido se eleva?

Porque a baixa densidade, ele fica menos denso fazendo com que o líquido se eleve.

Q3:

3) Uma maneira de comprovar a dilatação volumétrica de um sólido é por meio do experimento denominado Anel de Gravesand, o qual é constituído por uma esfera que atravessa um orifício de metal. Contudo, depois de aquecê-la com auxílio de uma vela isso deixa de acontecer, conforme Figura 24 (SOUZA, 2017).

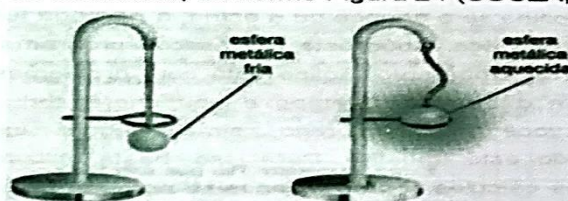


Figura 24 - Anel de Gravesand. Fonte: Disponível em <http://rif-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

Execute este experimento e explique como se comportam as moléculas que compõem a esfera antes e depois de aquecida? Porque a esfera não passa pelo orifício de metal ao ser aquecida?

A esfera foi aquecida elevando a temperatura e portanto a densidade diminuiu e a esfera sobe. Antes de ser aquecida as moléculas estavam juntas, com o aumento da temperatura elas se espalham.

Q4:

4) No período de festa junina, o balão é um artefato belo, porém perigoso, de modo que muitos acidentes envolvendo balões são relatados frequentemente pela mídia, pois são soltos em locais indevidos. Você saberia explicar qual o princípio de funcionamento do balão, ou seja, por que ele sobe? Para ajudar a visualizar o efeito do balão acesse o simulador representado na Figura 26, disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/balao7.htm>>, e identifique o tipo de dilatação presente nele.

O balão aquece de calor e o volume aumenta e a densidade diminui e o balão sobe. (dilatação volumétrica)

QUADRO 14 - EXEMPLOS DE RESPOSTAS DA SUBCATEGORIA “RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA”, REFERENTE À CATEGORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

(Conclusão)

Respostas não Evidenciadas: **Alunos apresentaram pouca ou nenhuma relação entre os conceitos de calor, temperatura, densidade, pressão e dilatação. Além disso, havia respostas incompletas, confusas ou não respondidas, não evidenciando a reconciliação integradora.**

Q2b e c:

b) Há uma relação entre calor, temperatura, pressão e densidade neste experimento? Qual seria?

Temperatura é uma medida estatística do nível de agi.

c) Explique como e por que o líquido se eleva?

tem uma pressão na mão que dista que assim ele consegue subir e também descer.

Q3:

3) Uma maneira de comprovar a dilatação volumétrica de um sólido é por meio do experimento denominado Anel de Gravesande, o qual é constituído por uma esfera que atravessa um orifício de metal. Contudo, depois de aquecê-la com auxílio de uma vela isso deixa de acontecer, conforme Figura 24 (SOUZA, 2017).



Figura 24 - Anel de Gravesande. Fonte: Disponível em <http://riif-cmm.blogspot.com/2010_03_01_archive.html>. Acessado em 10 jun. 2018.

Execute este experimento e explique como se comportam as moléculas que compõem a esfera antes e depois de aquecida? Porque a esfera não passa pelo orifício de metal ao ser aquecida?

Si está esfera metálica fria ela passa tranquila e si está aquecida ela não passa pelo orifício

Q4:

4) No período de festa junina, o balão é um artefato belo, porém perigoso, de modo que muitos acidentes envolvendo balões são relatados frequentemente pela mídia, pois são soltos em locais indevidos. Você saberia explicar qual o princípio de funcionamento do balão, ou seja, por que ele sobe? Para ajudar a visualizar o efeito do balão acesse o simulador representado na Figura 26, disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~leila/balao7.htm>>, e identifique o tipo de dilatação presente nele.

com o aquecimento aumenta a pressão e volumétrica da esfera a balão sobe

FONTE: Os autores (2018).

De modo geral, identificou-se na categoria Aprendizagem Significativa que os estudantes possuíam alguns conceitos prévios, vinculados com o senso comum.

Contudo, a maioria desses subsunçores correspondia a definições errôneas. Desta maneira, tornou-se necessário evidenciar os organizadores prévios, que possibilitaram a apropriação de conhecimentos importantes para o aprendizado da dilatação térmica. Essas atividades melhoraram o desempenho, participação e a sistematização de respostas dos alunos. Além disso, ao longo da SD notou-se que as maiorias dos estudantes conseguiram realizar a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, processos nos quais se diferenciou os tipos de dilatação e os relacionou com conceitos de temperatura, calor, pressão e densidade (subsunçores).

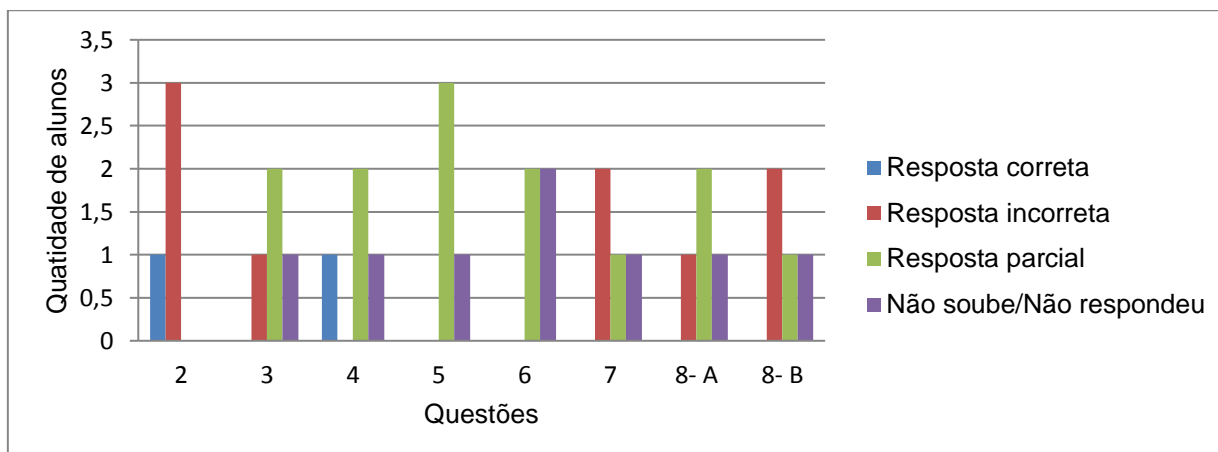
Neste sentido, afirma-se que os alunos de ambas as turmas adquiriram uma aprendizagem significativa sobre o tema Dilatação Térmica, relacionando e explicando sempre conceitos físicos com situações do cotidiano, de forma a transformar seu conhecimento do senso comum em conhecimento científico (MOREIRA, 2011a; CARVALHO, 2010).

4.6. ANÁLISE GERAL DO PRÉ-TESTE E DO PÓS-TESTE

De maneira mais ampla, destaca-se nesta seção uma abordagem quantitativa e uma análise sucinta das questões que compõem o pré-teste e o pós-teste da Turma A e da Turma B.

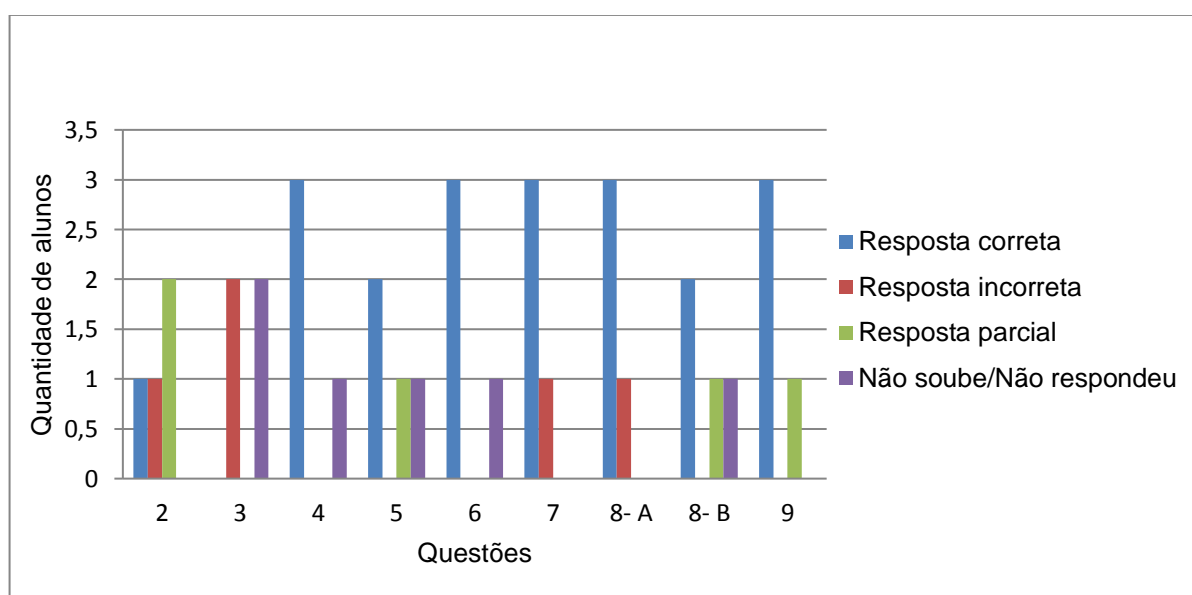
Em relação à Turma A, tem-se que no GRÁFICO 2, referente ao pré-teste, há predominância de respostas erradas, parciais e não respondidas, evidenciando pouco conhecimento sobre o assunto de dilatação térmica, enquanto que no GRÁFICO 3 do pós-teste há maior número de respostas corretas e parciais, destacando que houve assimilação e aprendizado dos conceitos científicos, com exceção das Q2 e Q3, visto que elas abordam assuntos que não foram trabalhados com maior ênfase durante a SD.

GRÁFICO 2 - DADOS QUANTITATIVOS DAS QUESTÕES CONTIDAS NO PRÉ-TESTE, REFERENTE À TURMA A.



FONTE: Os autores (2018).

GRÁFICO 3 - DADOS QUANTITATIVOS DAS QUESTÕES CONTIDAS NO PÓS-TESTE, REFERENTE À TURMA A.



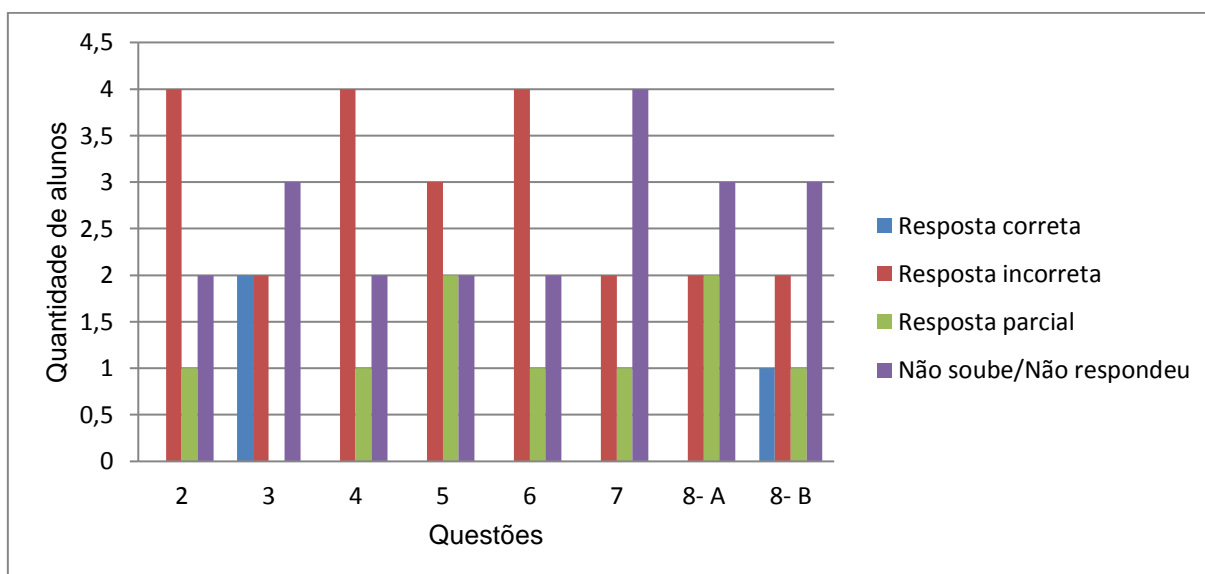
FONTE: Os autores (2018).

Mediante a isso, afirma-se que essa turma compreendeu a maioria dos assuntos abordados e desenvolveu uma aprendizagem significativa sobre conteúdo de dilatação térmica.

Já na Turma B, o GRÁFICO 4, apresenta maior número de respostas incorretas e não respondidas, evidenciando pouco conhecimento sobre o assunto de dilatação térmica. Já no GRÁFICO 5, há predominância de respostas corretas,

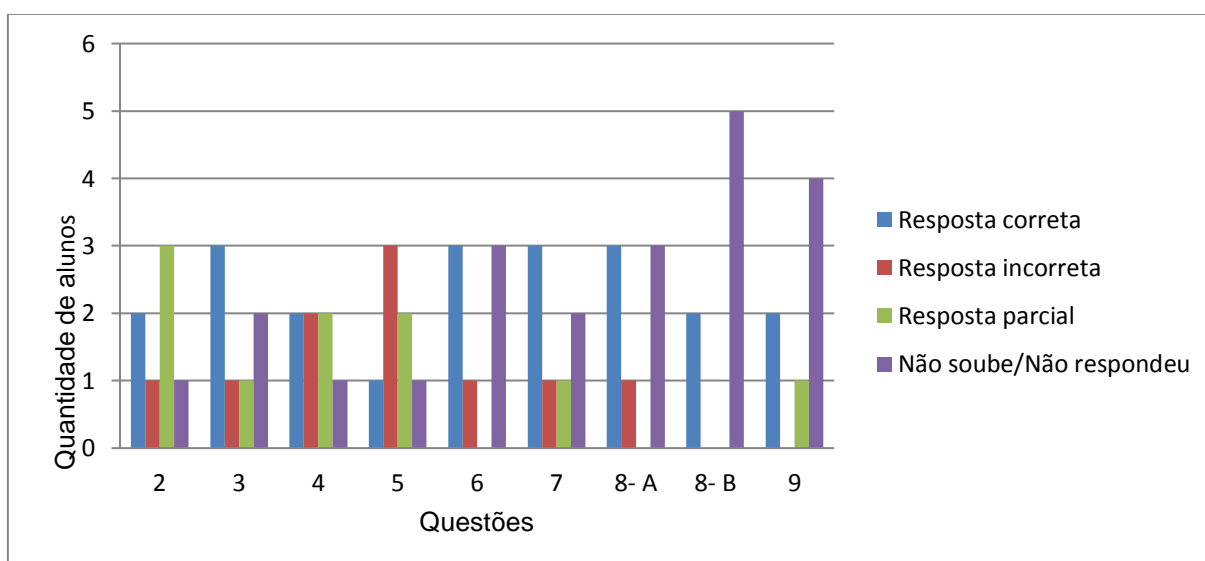
parciais e não respondidas, devido a falta de tempo para finalizar a atividade e dificuldade de sistematizar as ideias.

GRÁFICO 4 - DADOS QUANTITATIVOS DAS QUESTÕES CONTIDAS NO PRÉ-TESTE, REFERENTE À TURMA B



FONTE: Os autores (2018).

GRÁFICO 5 - DADOS QUANTITATIVOS DAS QUESTÕES CONTIDAS NO PÓS-TESTE, REFERENTE À TURMA B



FONTE: Os autores (2018).

Com isso e apesar dos dados não serem muito significativos, evidencia-se que a Turma B também conseguiu compreender o conteúdo abordado e desenvolver uma aprendizagem significativa.

4.7. APRECIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Destacam-se, nesta seção, as opiniões dos alunos quanto ao desenvolvimento da SD, com base nas respostas da Q10 da AT4. Os estudantes que a realizaram indicaram os conhecimentos e as metodologias que mais favoreceram a sua aprendizagem e ressaltaram ainda o que mais despertou seu interesse sobre o assunto de Dilatação Térmica, como evidenciado nos seguintes trechos abaixo¹⁶.

A1 - *“Sim gostei muito, por mais que às vezes pode ser meio complicado de entender, mas de fato está no nosso dia a dia, e eu gostei muito de saber sobre a gasolina pelo fato de sempre esta abastecendo o carro”.*

A2 - *“Sim, pois aprendemos muitas coisas, como o motivo de rachaduras entre outras coisas como também o congelamento de garrafas”.*

A3 - *“Eu adorei pois pude ter mais conhecimento no meu dia a dia, eu gostei das experiências, pois elas comprovam o que aprendemos na teoria, e são coisas tão práticas que temos no nosso dia a dia que não fazíamos ideias de serem física, muitas vezes achamos que a física é só na sala de aula. Eu gostei da dilatação linear e volumétrica”.*

B1 - *“Adorei. E parabéns pelo seu empenho. E por trazer seus conhecimentos de maneira diferente”.*

B2 - *“Sim gostei de saber que se eu abastecer o carro de manha a gasolina e mais concentrada porque a noite ela não se agitou”.*

Diante dos fatos expostos, percebe-se que a SD foi enriquecedora para os alunos, pois possibilitou uma nova maneira de aprender Física na modalidade de ensino EJA, muitas vezes não valorizada. Além disso, notou-se que os alunos conseguiram perceber a importância da compreensão desses conceitos físicos, para entendimento de situações do cotidiano.

¹⁶ Textos transcritos de acordo com a escrita original, sem correção ortográfica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que o objetivo geral desta monografia corresponde à elaboração de uma sequência didática, por meio da experimentação, para o ensino de Dilatação Térmica, com vistas a promover uma aprendizagem significativa na EJA, foram considerados etapas importantes como: fundamentação teórica que engloba a análise referente ao uso da experimentação no ensino de Física, caracterização da Educação de Jovens e Adultos e Teoria de Aprendizagem Significativa, além disso, apresentaram-se os encaminhamentos metodológicos, a produção da sequência didática e a análise dos dados obtidos com sua aplicação, em duas instituições de EJA.

Assim toda a pesquisa bibliográfica e principalmente a SD realizada evidenciou a importância de proporcionar um ensino instigante, motivador e visando metodologias diferenciadas, como por exemplo, o uso de atividades experimentais investigativas, para a promoção de uma aprendizagem significativa, vinculada com situações do cotidiano (ALVES; STACHAK, 2017; SÉRÉ, COELHO et al., 2003).

Em relação aos resultados analisados, observaram-se diversos fatores influenciadores, vivenciados durante a aplicação da SD como: pouco tempo para se trabalhar o conteúdo de maneira calma e ampla, receio dos alunos em expor seus conhecimentos prévios, dificuldade de sistematizar respostas abordando conceitos científicos e dificuldade na leitura e interpretação das questões. Além disso, evidenciou-se também que a EJA é um público receptivo, amigável, carente, atencioso, respeitoso, participativo, observador e pouco motivado, mas que apresenta um vasto conhecimento do senso comum, fato que possibilitou o diálogo e despertou o interesse dos alunos sobre o conteúdo de dilatação térmica, pois o conhecimento científico foi apresentando sempre vinculando com situações do cotidiano.

Assim, afirma-se que os objetivos desta pesquisa foram alcançados, visto que proporcionou uma melhora na aprendizagem dos alunos da EJA, despertou o interesse e a motivação na compreensão de conceitos científicos.

Ademais se afirma também que uso de metodologias diversificadas, que englobam experimentos, simuladores computacionais, vídeos, imagens ilustrativas e textos informativos no ensino de Física, configura-se como uma alternativa que facilita e auxilia no entendimento do aluno, permitindo que o mesmo relacione a

teoria e a prática, reorganize seus conhecimentos prévios e formule novas concepções. Essas metodologias também possibilitam que o professor vivencie e proporcione um ensino desafiador, onde torne o estudante o foco da aula e participativo no processo de ensino aprendizagem.

Conclui-se então que o uso de experimentação e de metodologias diversificadas torna os alunos da EJA mais ativos no processo de ensino aprendizagem e proporciona um conhecimento mais significativo, pois promove a demonstração de conceitos abstratos e relaciona o cotidiano com a teoria, a fim de interligar a vivência que o estudante já possui com os saberes científicos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S.T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p.176-194, jun. 2003.
- ARAÚJO, A. C. de; NASCIMENTO, E. M.; SILVA, F. R. A Perspectiva Da Formação Humana Integral De Paulo Freire E Suas Contribuições Para A Educação De Jovens E Adultos. **@rquivo Brasileiro de Educação**, Belo Horizonte, v. 5, n. 10, p.65-84, abr. 2017.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: LDA, 2000.
- BONJORNIO, J.R.; BONJORNIO, R. A.; BONJORNIO, V. Dilatação Térmica. In: BONJORNIO, J. R. et al. **Física História e cotidiano**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2003. Cap. 2. p. 19-32.
- BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **LDB - Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. 5. ed. Distrito Federal: Câmara dos Deputados, 2010. 60 p. (Série Legislação; n. 39).
- BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs⁺) Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.
- BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. de. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.l.], v. 31, n. 1, p.30-59, 25 nov. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
- CALDAS, G. G. **Atividades Experimentais De Acústica Para O Ensino De Física: Uma Proposta na Inclusão de Surdos**. 2017. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017. Cap. 2.
- CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de ciência e proposição de sequencias de ensino investigativo. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. **Ensino de Ciência por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2017. Cap. 1. p. 1-20.
- CARVALHO, A. M. P. de; SASSERON, L. H. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Cap. 3. p. 53-77.
- CARVALHO, R. P. **Física do dia a dia, volume 1: 105 perguntas e respostas sobre física fora da sala de aula**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013a. 86 p.
- CARVALHO, R. P. **Física do dia a dia, volume 2: 104 perguntas e respostas sobre física fora da sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013b. 86 p.

DIANA, D. et al. **Dilatação Térmica**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/dilatacao-termica/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

FERNANDES, R. J. Atividades práticas: possibilidades de modificações no ensino de física. **Perquirêre- Revista Eletrônica da Pesquisa**, Patos de Minas, v. 5, n. 5, p.1-7, jun. 2008.

FONSECA, E. F. da; HARTMANN, Â. M.; HALMENSCHLAGER, K. R. **O Ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos: O Estado da Arte**. 2013. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2013. Cap. 1.

FREITAS, E. T. F.; AGUIAR JUNIOR, O. Atividades De Elaboração Conceitual Por Estudantes Na Sala De Aula De Física Na EJA. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p.43-62, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v12n1/1983-2117-epec-12-01-00043.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

FRIEDRICH, M. et al. Trajetória da escolarização de jovens e adultos no Brasil: de plataformas de governo a propostas pedagógicas esvaziadas. **Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 67, p.389-410, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v18n67/a11v1867>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

GASPAR, A. A prática experimental no ensino de Física: do ensino tradicional às primeiras iniciativas inovadoras. In: GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Livraria de Física, 2014. Cap. 1. p. 11-30.

GASPAR, A.; M., I. C. C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.2, p. 227-254, 2005.

GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. R. Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva. **Delta: Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada**, [S.l.], v. 32, n. 1, p.119-141, abr. 2016.

KIERONSKI, W. B. **Uma Aplicação da Atividade de Demonstração como Ferramenta de Ensino de Acordo com a Perspectiva da Aprendizagem Significativa de Ausubel**. 2016. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2016.

KOHORI, R. K. **Estratégias experimentais de ensino visando contribuir com o ensino de física de modo significativo: atividades de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo**. 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

KRUMMENAUER, W. L.; COSTA, S. S. C.; SILVEIRA, F. L. Uma experiência de ensino de física contextualizada para a educação de jovens e adultos. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p.69-82, ago. 2010.

MESQUITA, E. M. de C.; LEÃO, C. de M. E.; SOUZA, D. F. B. G. de. As sequências didáticas como um procedimento de ensino para o gênero artigo de opinião. **Revista Letras**, Curitiba, v. 18, n. 22, p.55-74, jul. 2016.

MIRANDA, L. C. de P.; SOUZA, L. T. de; PEREIRA, I. R. D. A Trajetória Histórica Da EJA No Brasil E Suas Perspectivas Na Atualidade. In: Seminário De Iniciação Científica, 5., 2016, Montes Claros. **Anais**. Montes Claros: Eventos do IFNMG, 2016. p. 1 - 3. Disponível em: <<https://www.ifnmg.edu.br/arquivos/2016/proppi/sic/resumos/e4e0c388-a724-45cb-8189-46e3a70afa64.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

MORAES, D. F. M. de. **O Uso De Experimentações Como Proposta Metodológica Para O Ensino De Física Em Uma Aula Sobre Dilatação Térmica**. 2017. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Congonhas, 2017. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1Vh-lfRmaWvaIT5nG5bEX9efjmzIMm4gK/view>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

MORAES, R. Uma Tempestade De Luz: A Compreensão Possibilitada Pela Análise Textual Discursiva. **Ciência & Educação**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p.191-211, out. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo De Múltiplas Faces. **Ciência & Educação**, S.I., v. 12, n. 1, p.117-128, abr. 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/meaningful Learning Review**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p.25-46, 2011a. Disponível em: <[https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial Teórico - Artigos/Aprendizagem Significativa.pdf](https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial_Teorico_-_Artigos/Aprendizagem_Significativa.pdf)>. Acesso em: 04 mar. 2018.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? In: MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011b. Cap. 1. p. 13-55.

MOREIRA, M. A. O Que é Afinal Aprendizagem Significativa? **Qurriculum**, La Laguna, p.1-27, 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

MOREIRA, M. A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: A teoria de aprendizagem significativa**. Porto Alegre, 2009. 69 p. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

NASCIMENTO, S. M. **Educação de jovens e adultos EJA, na visão de Paulo Freire**. 2013. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paranavaí, 2013.

OKIMOTO, D.; SELINGARDI, G.; PERALTA, D. A. A experimentação em Física: elemento constitutivo de cultura científica para alunos do ensino médio e de formação para futuros professores. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – IX ENPEC, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia, 2013. p. 1 - 7.

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

PSCHEIDT, A. C. **O Ebulidor de Franklin – “Tesômetro”!** Disponível em: <<http://parquedaciencia.blogspot.com/2013/09/o-ebulidor-de-franklin-tesometro.html>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

RAMOS, M. G.; RIBEIRO, M. E. M.I; GALIAZZI, M. do C. Análise Textual Discursiva em processo: investigando a percepção de professores e licenciandos de Química sobre aprendizagem. **Campo Abierto**,, Porto Alegre, v. 34, n. 2, p.125-140, 09 maio 2015.

RONCA, A. C. C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. **Temas psicol.** Ribeirão Preto, v. 2, n. 3, p. 91-95, dez. 1994. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1994000300009&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 06 mar. 2018.

SANTOS, A. T.; SÁ, M. A. Á. S. De volta às aulas: ensino e aprendizagem na terceira idade. In: NERI, A. L.; FREIRE, S. A. (Org.). **E por falar em boa velhice**. Campinas, SP: Papirus, 2000. 135p.

SÉRÉ, M.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 20, n. 1, p.30-42, abr. 2003. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6560/6046>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

SILVA, M. L. O Uso De Materiais De Baixo Custo Para Experimentação Nas Aulas De Densidade E Pressão Hidrostática. **Revista Prática Docente**, Confresa, v. 2, n. 1, p.62-70, jun. 2017.

SILVA, E. D. da. **A Importância Das Atividades Experimentais Na Educação**. 2017. 47 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Docência do Ensino Superior, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/posdistancia/54358.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.

SOUZA, A. C. F. **Anel de Gravesande**. Disponível em: <<http://comcienciafisica.org/roteiros/calor/anel-de-gravesande.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

SOUSA, A. J. de. **A importância da Física Experimental no Processo de Ensino e Aprendizado**. 2010. 39 f. Monografia (Especialização) - Curso de Licenciatura em Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

SOUSA, R. S. de; GALIAZZI, M. do C. Compreensões Acerca da Hermenêutica na Análise Textual Discursiva. **Contexto & Educação**, S.l, v. 31, n. 100, p.33-55, dez. 2016. Disponível em: <<https://www3.ufpe.br/moinhojuridico/images/pesquisa/09%20atd%20e%20ad.pdf>>. Acessado em: 31 jul. 2018.

STRELHOW, T. B. Breve História Sobre A Educação De Jovens E Adultos No Brasil. **Revista Histedbr On-line**, Campinas, v. 1, n. 38, p.49-59, jun. 2010. Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/38/art05_38.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2018.

TAHA, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. de L.. Experimentação Como Ferramenta Pedagógica Para O Ensino De Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p.138-154, jan. 2016.

TEIXEIRA, M. M. **Exercícios Sobre Dilatação Volumétrica**. Disponível em: <<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-dilatacao-volumetrica.htm#resp-2>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. Energia térmica e calor. In: TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Física: Ciência e Tecnologia**. 2. ed.,v. 2. São Paulo: Moderna, 2010. Cap. 1. p. 38-44.

XAVIER, C.; BARRETO FILHO, B. Dilatação Térmica. In: XAVIER, C.; BARRETO FILHO, B. **Física aula por aula**. São Paulo: FTD, 2010. Cap. 8. p. 105-120.

WESENDONK, F. S. **Uso Da Experimentação Como Recurso Didático No Desenvolvimento Do Trabalho De Professores De Física Do Ensino Médio**. 2015. 298 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós- Graduação em Educação Para A Ciência, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2015.

ZABALA, A. **A prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANATTA, S. C.; LEIRIA, T. F. Uma análise das atividades experimentais publicadas em artigos científicos. **Ensino & Pesquisa**, [S.l.], v. 16, n. 1, p.120-149, jan. 2018.

APÊNDICE 1**TERMO DE ASSENTIMENTO**

Eu, _____, concordo em participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada **EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE DILATAÇÃO TÉRMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**, realizada pelos pesquisadores Tatiane Gilio Torres e Prof^o. Dr. William Junior do Nascimento, referente ao Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná, Campus Avançado de Jandaia do Sul, desde que seja garantido meu anonimato nas publicações e divulgações dos resultados desta pesquisa.

Assinatura do (a) aluno(a)

Assinatura dos Pesquisadores responsáveis:

Tatiane Gilio Torres
Pesquisadora

William Junior do Nascimento
Orientador

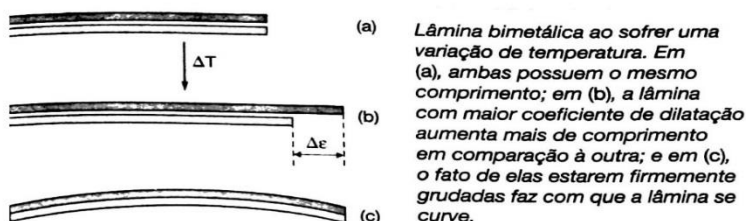
_____, ____/____/2018

ANEXO I - TEXTO COMPLEMENTAR DA QUESTÃO 7 DA ATIVIDADE 03

Como os termostatos economizam energia?

Sabemos que a energia elétrica não é um recurso inesgotável. Com pequenos cuidados e a mudança de alguns hábitos, podemos economizá-la, especialmente em nossas casas, por meio do uso adequado dos aparelhos elétricos e da iluminação da casa.

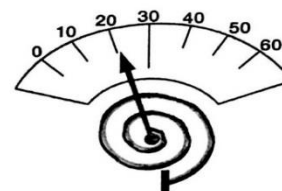
Um dos recursos na redução do consumo de energia é um componente chamado termostato. Ele é colocado no circuito elétrico para ligar ou desligar um aparelho a partir de determinada temperatura. Entre os diferentes tipos de termostato, um deles é composto de duas lâminas de materiais diferentes, finas e grudadas uma à outra. Essas lâminas, em condições ambientes, têm inicialmente as mesmas dimensões, mas, por serem de materiais diferentes, possuem coeficientes de dilatação diferentes. Isso faz com que, ao serem submetidas a uma variação de temperatura, apresentem uma curvatura conforme mostra a figura da página seguinte, pois uma lâmina sofre uma variação de comprimento diferente da variação da outra.



Termômetro de lâmina bimetálica.

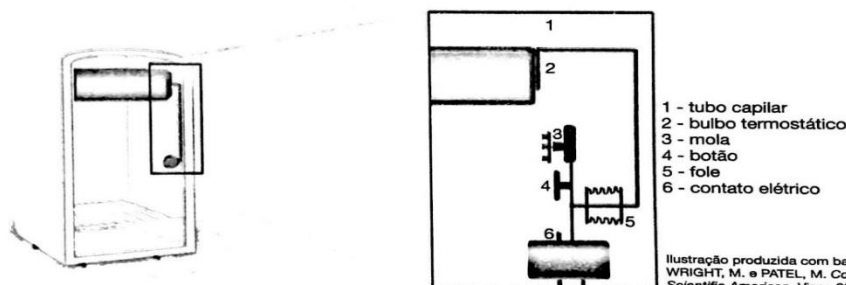
Esse tipo de termostato que utiliza lâminas bimetálicas é encontrado, por exemplo, no ferro elétrico de passar roupa e possibilita o controle da temperatura.

Outro exemplo são alguns medidores de temperatura colocados em carros. Nesse caso, a lâmina bimetálica é enrolada em forma de espiral, de tal forma que uma de suas extremidades permanece fixa, enquanto a outra é presa a um ponteiro. De acordo com a variação da temperatura, a lâmina se altera e provoca o deslocamento do ponteiro sobre uma escala, indicando a variação da temperatura.



Nos casos de temperaturas muito baixas, como nas geladeiras, é mais eficiente medir a temperatura com um termostato que utiliza a dilatação de um gás.

O aumento da temperatura no interior da geladeira provoca a expansão do gás dentro do capilar do termostato, causando o contato elétrico do circuito interruptor que aciona o motor. Quando a temperatura volta ao valor inicial (indicado pelo botão de controle interno pré-regulado), o gás se contrai e o circuito é interrompido, desligando o motor.



Termostato com o contato elétrico aberto significa que a geladeira está desligada.

Várias áreas da Física Experimental dependem das condições de controle e medição de temperatura. Por isso, é muito importante o desenvolvimento da tecnologia para melhorar o controle e a precisão dessas medidas, sejam elas em temperaturas muito baixas, como ocorre na criogenia, ou em temperaturas muito altas, como no estudo do plasma.

FONTE: Xavier; Barreto Filho (2010, p. 112-113).